

ANÁLISIS Y MODELIZACIÓN ENERGÉTICO-AMBIENTAL DE LA
EDIFICIA URBANA BASADO EN TÉCNICAS DE AUDITORIA Y
PROCEDIMIENTOS ESTADÍSTICOS MULTIVARIADOS
Desarrollo de herramientas de diagnóstico y simulación



Presentada en el Departamento Construcciones

Facultad de Ingeniería

Universidad Nacional de La Plata

para la obtención del grado de Doctor Ingeniero

Por

Jorge Daniel CZAJKOWSKI

Prof. Consulto UNLP; Dr. Arq. Elías ROSENFELD, director de tesis
Msc. Ing. Mec. Alberto Fuschimi, codirector de tesis

La Plata, UNLP.
2009

Reconocimientos

En todos estos años recibí ayuda de mucha gente a quien creo necesario reconocer y agradecer: a mi director Elías Rosenfeld por haberme introducido a la investigación en 1985 y haberme formado durante casi un cuarto de siglo; a mi codirector Alberto Fuschimi por haber confiado en mi propuesta y acompañarme todos estos años; a la Dra Graciela Lesino que en mi primera exposición ante la comunidad de especialistas salió en mi defensa y me ofreció su incondicional ayuda y evitó mi deserción temprana de la investigación. En este mismo grupo al ya fallecido Dr. Luis Samaja Toro que en un bar de Buenos Aires me recibía para instruirme en el análisis de datos, en las clasificaciones complejas y la reducción de matrices. De él aprendí metodología, epistemología y tratamiento de datos. Tampoco puedo dejar de mencionar a los físicos Aldo Fabris y Jorge Pracchia con quienes pude aprender a realizar auditorías energéticas y ver con una visión de físico a los modelos edilicios.

Otro grupo lo forman los Dres Ings Carlo Mustacchi, Vincenzo Scenna y Massimo Rocchi, que recién recibido, transformaron mi forma de ver la realidad introduciéndome en los números, la física, la programación de computadores y ver la realidad con ojos de ingeniero en mi estadía en Urbino, Italia.

Una mención especial merece la Prof. Olga Ravella que más duramente criticó y objetó mi trabajo, a veces con razón y a veces sin razón. En este mismo grupo se encuadran mis viejos compañeros de trabajo de la Unidad de Investigación 2 del IDEHAB que durante dos décadas compartimos tantas experiencias y proyectos. Sin ellos buena parte de mi trabajo no hubiera sido posible, en particular las Arqs. Analía F. Gómez y Yael Rosenfeld que tanto apoyo y colaboración brindaron en diversas fases del proyecto de investigación.

Luego de haber partido a formar un grupo de investigación propio, aparecen figuras que merecen un reconocimiento. Al Sr. decano de la FAU-UNLP Arq. Néstor Bono por brindarme protección y la Arq. Helena Carriquiriborde por prestarnos temporalmente su lugar de trabajo.

Finalmente un reconocimiento muy especial a mis becarios Arqs. Cecilia Corredera, Cristian Díaz, Carolina Vagge y María Belén Salvetti, sin cuya colaboración no hubiera sido posible completar mi trabajo de investigación.

J.D.C.

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado a:
mi esposa Analía Fernanda y
a mis hijas Brenda Tamara, María de los Angeles,
Alana Daniela y Nuria Agata.

Una dedicatoria especial a mi madre que
siempre estará en mi corazón y permitió
mis estudios de grado.

Contenido

Capítulo 1: Descripción del problema y marco teórico	1
1. Introducción	1
2. Formulación del problema	8
Capítulo 2: Objetivos	11
1. Objetivos principal	11
2. Hipótesis	11
3. Variables	12
4. Unidades de Análisis	12
Capítulo 3: Características de los sectores urbanos estudiados	13
1. Introducción	13
2. Características demográficas	17
3. Características bioclimáticas	20
3.1. <i>Síntesis bioclimática del AMBA</i>	22
4. Características edilicias	24
4.1. <i>Vivienda</i>	24
4.1.1. <i>Construcción de tipos edilicios para reducir la complejidad del hábitat</i>	26
4.2. <i>Salud</i>	30
4.3. <i>Educación</i>	35
5. Demanda de energía	38
Capítulo 4: La auditoría y diagnóstico energético ambiental edilicio: métodos, instrumentos y técnicas.	45
1. La auditoría energética - ambiental (AEA) edilicia	41
1.1. <i>Auditoría de recorrido</i>	42
1.2. <i>Auditoría global</i>	43
1.2.1. <i>Instrumental</i>	43
1.3. <i>Auditoría detallada</i>	43
1.3.1. <i>Instrumental</i>	44
2. Sobre el confort ambiental edilicio	44
2.1. <i>Caso edificios de vivienda o similar nivel de complejidad</i>	45
2.1.1. <i>Situación de invierno</i>	46
2.1.2. <i>Situación de verano</i>	48
2.1.3. <i>El confort acústico</i>	49
2.1.4. <i>El confort lumínico</i>	50
3. La auditoría energética en función del edificio	49

Capítulo 5:	Sistemas informatizados como apoyo al estudio y predicción del comportamiento energético-ambiental edificio	51
1.	Introducción	51
2.	Objetivo del modelo de integración tipológico-energético	52
3.	Características del modelo	52
3.1.	<i>Uso del Modelo para comparación de proyectos</i>	54
4.	Sistema de auditoria-diagnostico de edificios en CAD	55
5.	Arquitectura de base de datos	57
5.1.	<i>Bases de datos de edificios</i>	57
5.2.	<i>Base de datos edilicia</i>	58
5.3.	<i>Base de datos tecnológico constructiva</i>	59
5.3.1.	<i>Base de datos tecnológica gráfica</i>	59
5.3.2.	<i>Base de datos tecnológica de intercambio</i>	59
5.3.3.	<i>Base de datos normativa</i>	60
5.3.4.	<i>Base de datos bioclimática</i>	60
6.	Los programas EnergoCAD y AuditCAD	61
6.1.	<i>Características del programa</i>	61
6.2.	<i>Un ejemplo de aplicación</i>	67
Capítulo 6:	Estudio de casos	71
1.	Introducción	71
2.	Sub-sector residencial	71
2.1.	<i>Caso 1: vivienda de interés social</i>	71
2.1.1.	<i>Metodología</i>	74
2.1.2.	<i>Resultados</i>	75
2.1.2.1.	<i>Verano</i>	76
2.1.2.2.	<i>Invierno</i>	77
2.1.2.3.	<i>Opción aislamiento mínimo</i>	79
2.1.3.	<i>Discusión</i>	80
2.2.	<i>Caso 2: vivienda privada energéticamente eficiente</i>	81
2.2.1.	<i>Instrumentos y métodos</i>	82
2.2.2.	<i>Características de la vivienda</i>	83
2.2.3.	<i>Análisis de la demanda en calefacción y ahorro de energía</i>	84
2.2.4.	<i>Determinación del gasto anual de gas natural en calefacción</i>	84
2.2.5.	<i>Comparación con las viviendas de la región</i>	86
2.2.6.	<i>Emisiones de gases de efecto invernadero GEI</i>	86
2.2.7.	<i>Mediciones de confort en verano</i>	87
3.	Sub-sector salud	88
3.1.	<i>Caso 3: cuatro hospitales complejidad 6 en La Plata</i>	88
3.1.1.	<i>Comportamiento térmico de los tipos hospitalarios</i>	89
3.1.2.	<i>Variación formal de los casos en función del "G" con los tipos ideales</i>	90
3.1.3.	<i>Comportamiento según pérdidas totales</i>	91
3.1.4.	<i>Relación entre energía demandada y consumida</i>	91
3.1.5.	<i>Análisis en función de las pérdidas por envolvente</i>	92
3.1.6.	<i>Análisis económico</i>	94
4.	Sub-sector comercio	94
4.1.	<i>Caso 4: supermercado en La Plata</i>	94
4.1.1.	<i>Metodología</i>	94
4.1.2.	<i>Resultados</i>	97
5.	Administración	100
5.1.	<i>Caso 5: torres de oficinas en el AMBA</i>	100

5.1.1.	<i>Metodología</i>	100
5.1.2.	<i>Resultados</i>	101
5.1.2.1.	<i>El "G" a partir del año de construcción</i>	104
5.1.2.2.	<i>Relación entre la carga térmica anual en calefacción y el volumen</i>	105
5.1.2.3.	<i>Relación entre el "G" y el factor de forma</i>	106
5.1.2.4.	<i>Análisis de emisiones de gases de efecto invernadero</i>	106
6.	Reconocimientos	108
Capítulo 7:	Sistematización, análisis e interpretación de datos	109
1.	Introducción	109
2.	Aplicación a viviendas	109
2.1.	<i>La matriz de datos del sub-sector viviendas y su tratamiento con el método -Reat- mediante técnicas manuales</i>	109
2.1.1.	<i>Análisis de los tipos de viviendas del sector público</i>	110
2.1.2.	<i>Análisis de las tipologías del sector privado</i>	113
2.2.	<i>Análisis de las características de las variables mediante realización de cruces</i>	114
2.3.	<i>Calidad dimensional de las tipologías previas</i>	115
2.4.	<i>Calidad dimensional en función del tamaño de la vivienda</i>	116
2.5.	<i>Calidad dimensional en función de la antigüedad de los edificios</i>	117
2.6.	<i>Calidad dimensional en función de la altura de los edificios</i>	117
2.7.	<i>Calidad dimensional en función del ente productor</i>	117
2.8.	<i>Tamaño de la vivienda respecto de la antigüedad</i>	117
2.9.	<i>Relación entre la superficie disponible y la energía total consumida anualmente por habitante</i>	118
2.10.	<i>Relación calidad espacial y consumo de energía por m²/habitante</i>	118
2.11.	<i>Grado de compacidad en función del ente productor</i>	118
3.	El comportamiento energético del sub-sector viviendas en el AMBA	118
3.1.	<i>Relación entre el volumen calefaccionado y la carga térmica anual en calefacción</i>	119
3.2.	<i>Relación entre el área envolvente y la carga térmica anual en calefacción</i>	120
3.3.	<i>Relación entre el área expuesta y la carga térmica anual en calefacción</i>	120
3.4.	<i>Relación entre el volumen calefaccionado y el G para una muestra de 127 casos de viviendas unifamiliares del AMBA</i>	121
4.	Discriminación del consumo de gas natural según usos	123
4.1.	<i>El consumo de GN en Argentina y otros países</i>	129
4.1.1.	<i>Metodología</i>	129
4.1.2.	<i>Viviendas y sus características</i>	130
4.2.	<i>Análisis de resultados</i>	131
4.2.1.	<i>Sobre el consumo de GN medio en calefacción de viviendas</i>	131
4.2.2.	<i>Sobre la demanda media anual de gas en calefacción de viviendas</i>	131
4.3.	<i>Comparación entre países</i>	132
5.	Los edificios para la salud	133
5.1.	<i>Clima</i>	134
5.2.	<i>Edilicia</i>	134
5.3.	<i>Vectores energéticos</i>	134
5.4.	<i>Uso</i>	134
5.5.	<i>Limites del análisis</i>	134
5.6.	<i>Procedimiento seguido</i>	134
5.7.	<i>Análisis de tipos hospitalarios</i>	135
5.8.	<i>Comportamiento térmico de los tipos ideales</i>	137
5.9.	<i>Variación formal en función del "G" por tipos</i>	138
5.10.	<i>Comportamiento según pérdidas totales</i>	138

5.11. Análisis en función de las pérdidas por la envolvente	139
5.12. Relación entre la demanda de energía en calefacción y el aporte solar	141
Capítulo 8: Modelo de ahorro de energía y estándares de calidad edilicia en calefacción y refrigeración	143
1. Introducción	143
2. Modelo de ahorro de energía en calefacción	144
2.1. Requerimientos del modelo	145
2.2. Fundamentos del modelo propuesto	146
2.2.1. Protocolo de cálculo	147
2.2.2. Resultados	148
2.3. Adaptación a otros tipos edilicios	150
3. Modelo de ahorro de energía en refrigeración edilicia	151
3.1. Metodología	152
3.1.1. Cálculo del coeficiente volumétrico de refrigeración G_{REF}	152
3.1.2. Carga total en refrigeración Q_{REF}	153
3.2. El modelo edilicio	154
3.3. Calidad térmica de la envolvente	155
3.4. Sobre referencia climática	156
3.5. Radiación solar	156
3.6. Carga térmica por iluminación artificial	157
3.7. Carga térmica por ocupación de personas y equipamiento	157
3.8. Análisis de resultados	157
3.9. Valores admisibles para los tipos casa - bloque y torre	159
Capítulo 9: Conclusión	171
Anexo 1: Referencias bibliográficas	177
Anexo 2: Abreviaturas	187
Anexo 3: Método de construcción de tipologías edilicias por reducción de espacios de atributos REAT. Operativización en paquetes estadísticos	189
Anexo 4: Listado programa EnergoCAD	197
Anexo 5: Catálogo tipológico sintético	215
Anexo 6: Encuesta socio-energética	223

Resumen

Esta tesis busca cubrir una brecha de conocimiento de nuestra realidad que a pesar de acumular más de 10 años de experiencias, es aún inédita en muchas de sus partes. He trabajado en una variedad de proyectos de investigación, donde puede desarrollar y transferir sobre un eje común correspondiente al *Hábitat - Energía y Ambiente*.

En esos proyectos y con diferente grado de responsabilidad participé en la realización y/o coordinación de auditorías energéticas masivas en el área metropolitana de Buenos Aires (2000 casos encuestados, 330 auditorías globales y 95 detalladas), localidad de Río Turbio - Santa Cruz (350 viviendas y otros edificios), provincia de Buenos Aires (64 viviendas) y diversos hospitales, escuelas y edificios administrativos del gran La Plata.

Se buscó crear un cuerpo ordenado de conocimientos en el tema y lo más importante, que se adecue a nuestra realidad construida. Se han realizado en el país numerosos proyectos tendientes a lograr un diagnóstico del comportamiento energético de sectores urbanos, algunos ya mencionados y habiéndose cuantificado yacimientos de ahorro de energía en climatización y propuesto medidas correctivas. Pasadas las crisis energéticas no se implementaron acciones. Pero las crisis son cíclicas aunque con condiciones levemente diferentes en cada una. Hoy se percibe en el mediano plazo una crisis ambiental derivada, entre otras, del mal uso y derroche energético, principalmente en sectores urbanos. En estos se emiten buena parte de los contaminantes atmosféricos y que en el caso de la región metropolitana de Buenos Aires alcanza a $91 * 10^8$ Kg/año de CO_2 y $0,07 * 10^8$ Kg/año de NO_x . Estos sólo en acondicionamiento ambiental edilicio.

A esto se suma el discomfort higrotérmico, ya que se ha encontrado que existen sectores que por mal diseño no alcanzan el confort derrochando recursos y otros que no alcanzan el confort por infra consumo energético. De las conclusiones de los proyectos surge que existe una carencia cultural y profesional en cuanto al ahorro energético, el uso racional de la energía, el diseño climáticamente consciente y del uso de fuentes renovables de energía. Pasados veinte años el problema subsiste en nuestro país, mientras en EE.UU., Francia, Escandinavia, Alemania y hasta Brasil lograron cubrir el crecimiento poblacional con una estabilización o leve disminución de la demanda energética, aquí sucede lo opuesto. Se detectó que a pesar que desde principios de siglo la oferta de tecnología constructiva aumenta, la calidad energética de los edificios disminuye.

El objetivo principal fue sistematizar la experiencia metodológica, técnica y de desarrollo de instrumentos y herramientas para el auditoría-diagnóstico energético ambiental de edificios en sectores urbanos. Sumado a la construcción de modelos de ahorro de energía en calefacción y refrigeración para la República Argentina. Modelos que en su uso lleven a la proposición de estándares de calidad energética edilicia.

Abstract

This thesis aims to cover a gap of knowledge of our reality that despite accumulating more than 10 years of experience, is still unknown in many parts. I worked in a variety of research projects, where I could develop and transfer on a common axis for the Habitat-Energy and Environment.

In these projects, with varying degrees of responsibility I was involved in conducting and / or coordinating massive energy audits in the metropolitan area of Buenos Aires (2000 cases surveyed, 330 overall and 95 detailed audits), town of Río Turbio - Santa Cruz (350 houses and other buildings), Buenos Aires (64 homes) and various hospitals, schools and administrative buildings of the Gran La Plata.

This seeks to create an organized body of knowledge on the subject and most importantly, a body of knowledge that fits our constructed reality. There have been numerous projects in the country aimed at achieving a diagnosis of the energy performance of urban areas, some already mentioned, energy savings in air conditioning have been quantified and corrective measures have been proposed. Once energy crisis were over, actions were not implemented. But crisis are cyclical, each one with slightly different conditions. Today an environmental crisis caused by, among other factors, the misuse and waste of energy is felt in the medium term, mainly in urban areas. In these areas, much of the air pollutants are emanated and in the case of the Buenos Aires metropolitan region reaches $91 * 10^8$ kg / year of CO₂ and $0.07 * 10^8$ kg / year of NOx. These dates correspond only to environmental conditioning in buildings.

This is coupled with hygrothermal discomfort, since it has been found that there are sectors that, as a result of bad design, do not reach the comfort, wasting its resources and there are other sectors that fail to achieve energy comfort, as a result of infra energy use. The findings of the projects indicate that there is a cultural and professional lack related to energy saving, rational use of energy, climate-conscious design and use of renewable energy. Past twenty years the problem persists in our country, while the U.S., France, Scandinavia, Germany and Brazil managed to cover the population growth with a stabilization or slight decline in energy demand, the opposite happens here. It was found that although since the beginning of this century the offer of construction technology increases the quality of buildings decreases.

The main objective is to systematize the methodological, technical experience and the development of tools and resources for the audit, and the environmental energy assessment of buildings in urban areas. In addition to the construction of models of energy saving in heating and cooling systems for Argentina. Models that lead to the position of energy quality standards in buildings.

Capítulo 1

Descripción del problema y marco teórico

*“La ciencia no tiene patria, pero el hombre de ciencia sí la tiene”
Dr. Bernardo Houssay (1958)*

La presente tesis busca cubrir una brecha de conocimiento de nuestra realidad, que a pesar de acumular más de 10 años de experiencias, es aún inédita en muchas de sus partes. El que suscribe trabajó en este período en una variedad y cantidad de proyectos de investigación, desarrollo y transferencia sobre un eje común correspondiente a *Hábitat - Energía y Ambiente*. Se participó activamente en la realización y/o coordinación de auditorías energéticas ⁽¹⁾ masivas en el área metropolitana de Buenos Aires (2000 casos encuestados, 330 auditorías globales y 95 detalladas), localidad de Río Turbio - Santa Cruz (350 viviendas y otros edificios), provincia de Buenos Aires (64 viviendas) y diversos hospitales y escuelas del gran La Plata.

A pesar de esto aún hoy, no se cuenta en el país, con un cuerpo ordenado de conocimientos en el tema que se pretende seguir y que se adecue a nuestra realidad construida.

Resultados de esta tesis sirvieron como antecedentes para la creación y/o actualización de normas sobre ahorro de energía en calefacción y refrigeración de edificios (IRAM 11604 y 11549-2), para la reglamentación de la Ley Bonaerense 13059/03 sobre eficiencia energética edilicia. Pero estos antecedentes junto a otros resultados nacionales debieran servir para redactar un Código Técnico de Edificación⁽²⁾ basado en la sostenibilidad y la mitigación y adaptación al cambio climático, con características similares al de España, adecuado a nuestra realidad. Lamentablemente en el Mercosur no hay un compromiso político hacia la eficiencia energética como el expresado por la Comunidad Europea en la Directiva 89/106/CEE.

Se han realizado en el país numerosos proyectos tendientes a lograr un diagnóstico del comportamiento energético de sectores urbanos, algunos ya mencionados y habiéndose cuantificado yacimientos de ahorro de energía en climatización y propuesto medidas correctivas. Pasadas las crisis energéticas no se implementaron acciones. De haberse implementado hubieran sido necesarias: un Código Técnico de Edificación basado en la

⁽¹⁾ Auditoría energética o Auditoría-diagnóstico energético (Energy Audit) puede definirse como la serie de acciones dirigidas a la evaluación de las características energéticas y el potencial de ahorro de energía en edificios y la evaluación e identificación de las *oportunidades de conservación de la energía*.

⁽²⁾ El Código Técnico de la Edificación (CTE) es el marco normativo que establece las exigencias básicas de los edificios que cumplen los requisitos básicos definidos por la Ley de Ordenación de la Edificación (LOE) por Real Decreto 919/2006 (España).

eficiencia energética edilicia que forme parte de los Códigos Municipales en toda construcción para habitación humana; el cumplimiento obligatorio de las Normas IRAM sobre Acondicionamiento Térmico de Edificios; la obligatoriedad de usar calentadores solares térmicos para cubrir total o parcialmente la demanda de agua caliente sanitaria; sistemas de calefacción (*district heating*) y refrigeración (*tap warm water*) distrital, sistemas de acumulación freática, junto a un marco legal.

Pero las crisis son cíclicas aunque con condiciones levemente diferentes en cada una. Hoy se percibe en el mediano plazo una crisis ambiental derivada entre otras del mal uso y derroche energético, principalmente en sectores urbanos. En estos se emiten buena parte de los contaminantes atmosféricos y que en el caso de la región metropolitana de Buenos Aires alcanza a 91×10^8 Kg/año de CO_2 y $0,07 \times 10^8$ Kg/año de NO_x . Estos sólo en acondicionamiento ambiental edilicio (Rosenfeld et al, 1996).

A esto se suma el discomfort higrotérmico, ya que se ha encontrado que existen sectores que por mal diseño no alcanzan el confort derrochando recursos y otros que no alcanzan el confort por infra consumo energético. De las conclusiones de los proyectos surge que existe una carencia cultural y profesional en cuanto al ahorro energético, el uso racional de la energía, el diseño climáticamente consciente y del uso de fuentes renovables de energía (Rosenfeld et al, 2000).

Existe escasa bibliografía nacional, pocas herramientas e interés político difuso, ya que entre las diversas políticas ambientales, no siempre se considera suficientemente al sector energético edilicio. En momentos de crisis se optó por la inmediatez de la barrera tarifaria y no en la implementación de políticas permanentes de ahorro energético por cambio tecnológico.

Pasados veinte años el problema subsiste en nuestro país, mientras en EE.UU., Francia, Escandinavia, y en menor grado el resto de Europa lograron cubrir el crecimiento poblacional con una disminución de la demanda energética, aquí se discute que sucede lo opuesto. Se detectó que a pesar que desde principios de siglo la oferta de tecnología constructiva aumenta geométricamente, la calidad de los edificios o no lo hace o disminuye. Así el trabajo busca lograr sistematizar en una tesis doctoral la experiencia metodológica, técnica y de desarrollo de instrumentos y herramientas para auditorías energéticas de edificios en sectores urbanos. Elementos básicos que permitan la modelización energético edilicia y que ante determinados escenarios sirva como antecedentes para la predicción y optimización de sectores urbanos.

Esto en el marco de dos instituciones de nuestra Universidad, el área Sistemas del Departamento Construcciones de esta Facultad y el Laboratorio de Arquitectura y Hábitat Sustentable de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP.

Este trabajo de investigación integra una línea de trabajo orientada al "Espacio y la Energía", que lleva adelante la institución a la que pertenezco. En los aspectos generales se inscribe en el marco teórico general de la Unidad de Investigación N° 2 del IDEHAB-FAU-UNLP (Rosenfeld, 2007), expuesta a continuación:

"El contexto teórico en el que se ubica nuestro trabajo, concibe el desarrollo energético de los sectores del hábitat, como parte del desarrollo de una concepción global del mismo. Donde las regiones, los subsectores

y las escalas son solo segmentos de un todo interactuante: el territorio nacional, en el contexto del Cono Sur de América Latina."

"El proceso energético del hábitat abarca los aspectos de producción, consumo y planificación de la energía en el marco de los demás procesos que se desarrollan en el mismo. En nuestra investigación nos centraremos en la incorporación de innovaciones y nuevas tecnologías de diagnóstico, control, racionalización del consumo y autogeneración, en los subsectores de vivienda y terciarios (salud, educación, administración, comercio) y su contexto urbano rural".

"Centrar el estudio en los sectores de vivienda y terciarios, define las metodologías y las variables a ser utilizadas. El enmarque metodológico atiende a lo general antes enunciado y a las particularidades energéticas, económico productivas, de los procesos de diseño y producción edilicia, territoriales - regionales - climáticas, sociales y psicosociales que surgen de los estudios conjuntos que se están realizando. Su comportamiento e interacción se pondera mediante la construcción de herramientas de diagnóstico y control".

"... es evidente que la estructura edilicia de los sectores residencial y terciario, está sufriendo un proceso de creciente degradación de su calidad térmica que se inició aproximadamente hace 40 años...". "... la estructura edilicia se amplió en función de las necesidades de corto plazo, casi siempre sin planes que integran el edificio, sus funciones y el clima en que las cumple".

"En ambos sectores se crearon así soluciones "estandarizadas" que se diseminaron en diferentes regiones según las demandas. En general resultaron poco coherentes con los climas, creándose situaciones de desequilibrio en la habitabilidad en las estaciones climáticas más críticas. En el mejor de los casos, cuando existieron los fondos correspondientes, se revirtió la situación con equipamiento convencional, generándose costos de adquisición, operativos y de mantenimiento".

"En consecuencia es necesario tomar decisiones acerca de los objetivos y enfoque teórico y definir el valor y participación que se asignan a las variables".

"Teóricamente, son posible dos enfoques: 1. El que concibe a las variables energéticas (vectores de fuentes tradicionales, nuevas fuentes y conservación) actuando en campos diferenciados entre sí en el espacio y en el tiempo (coyuntura y planificación) y diferenciados de las físicos espaciales y sociales; 2. El que las concibe simultáneamente como determinantes e interactuantes".

El primer enfoque, utilizado en los hechos en forma excluyente a escala mundial hasta las consecuencias de la crisis petrolera de los años 70, fundamentó las políticas energéticas basadas exclusivamente en la "oferta" (Laponche, 1988).

El segundo permite plantear los siguientes objetivos:

- a. El conocimiento del proceso energético - productivo - ambiental y su control para el sector y cada sub-sector.
- b. El conocimiento del proceso energético - edilicio y su control dentro del contexto anterior.
- c. Dentro del conjunto de variables, determinar cuáles para valores de las otras, aparecen como más convenientes.
- d. Dentro del conjunto de variables, magnitudes e indicadores encontrar las más significativas que posibiliten un diagnóstico temprano y un control continuo de la situación energética de cada sub-sector y del conjunto.

Como se ha expresado, hemos adoptado el segundo enfoque. El objetivo principal es formular lineamientos y acciones que se puedan incorporar en los procesos de diseño, producción y habitabilidad edilicia y urbana. Posibiliten una racionalización del consumo energético del hábitat y mejoren la habitabilidad ambiental y la producción de servicios para toda la sociedad, en un marco de distribución eficiente de los recursos.

Junto a esto incorporar la operación y funcionamiento de los edificios en su vida útil, donde:

X_i = variables de diseño

Y_j = variables de operación

Z_k = comportamiento del sistema

$Z_k = f(X_i, Y_j)$

si $Y_j = \text{constante}$ -----> Diseño

si $X_i = \text{constante}$ -----> Simulación operativa

El PID CONICET "Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del Hábitat Bonaerense", aportó al marco teórico en lo específico tecnológico y su relación con un hábitat extenso o territorial.

Del referido marco teórico surge que, "...la producción edilicia está inmersa en un largo período de crisis que ha transformado profundamente tanto el campo de la iniciativa oficial bonaerense como el privado y se manifiesta en:

- "i. La iniciativa oficial no produce satisfactoriamente en cantidad y reduce en forma continua y creciente, la calidad. Se pone cada vez más énfasis en reducir el costo inicial de construcción como respuesta a la magnitud de la demanda y a las reducciones presupuestarias. Pero no se han desarrollado suficientemente nuevos modelos edilicios sino que se utilizan los convencionales en nuevas versiones degradadas. Modelos "caros, pero malos". Caros para los usuarios que deben hacerse cargo de los costos operativos y caros para la sociedad que debe hacerse cargo de su ineficiencia global..."
- "ii. La iniciativa privada se halla semi-paralizada hace casi una década. Solo se observan signos de actividad en los sectores extremos: la producción de alto costo para los sectores de altos ingresos y las soluciones de emergencia para los sectores de

menores ingresos y marginados. En estas porciones de la sociedad el proceso energético muestra evidencias de descontrol. Por un lado hasta hace muy poco las tarifas eran relativamente bajas en términos reales y no penalizaban el uso irracional de las energías convencionales ni expresan los llamados "costos sociales de la energía" (distribución, contaminación, costo de oportunidad). Por las otras envolventes edilicias de baja calidad térmica que demandan cantidades de energía imposibles de ser asumidas por las partidas públicas."

"Estos cambios repercuten directamente sobre la teoría y práctica del diseño energéticamente consciente, basado en criterios bioclimáticos y tecnología de conservación y de sistemas pasivos de acondicionamiento higrotérmico."

La tecnología *Conservación + Pasivos* (C + P) y sus estudios conexos se ha desarrollado en el país continuamente desde las últimas décadas en centros de Salta (INENCO-UNSa); Mendoza (LAHV-CRICYT); Rosario (CEB-UNR); Buenos Aires (CNIE; INTI y FADU-UBA); Tucumán (CEEMA-FAU-UNT) y La Plata (IAS; IDEHAB; LAyHS). Grupos de menor desarrollo o más recientes registran actividad en Córdoba, Neuquén y Chaco.

Pero a pesar de existir modelos no se planteó la integración de ellos en un solo sistema que interactúe los diversos subsistemas de variables que intervienen en una concepción conservativa globalizante.

"Además no existen estudios sistemáticos de grado de suficiente amplitud curricular y los de posgrado están en estado embrionario. De hecho la inmensa mayoría de los profesionales no están capacitados para implementar más que técnicas rudimentarias de C + P. Se podría afirmar en síntesis que el parque edilicio existente y la producción del espacio construido no responden a criterios energéticamente conscientes."

Las técnicas de conservación y URE tienen larga tradición en Europa y América del Norte. Tuvieron fuerte impulso desde la crisis del '73 y las políticas globales de conservación han obtenido significativos resultados a más de dos décadas de su lanzamiento. En todos esos países forman parte de los códigos de construcción y planeamiento urbano y de leyes y políticas prioritarias. Francia, por ejemplo, fue uno de los mayores impulsores de normas que contemplan la eficiencia energética y a lo largo de dos décadas fueron reformulando progresivamente sus estándares e indicadores de eficiencia para adecuarlos a su realidad. El ADEME Agence de L'Environnement et de la Maitrise de L'Energie desde mediados de los '80 visitó nuestra región para hacer transferencia de sus avances. En la actualidad poseen una de las normas más flexibles en cuanto a su aplicación y es probable que este modelo pueda implementarse en nuestro medio cuando logremos avanzar en varios campos de regulación de calidad de componentes de la construcción edilicia (ADEME, 2007).

Solo hace pocos años se inició un estudio sistemático de las condiciones socio-energéticas y estructurales del tejido urbano en el país, se revisaron modelos de diagnóstico de países desarrollados, que culminó en la formulación de una metodología para el diagnóstico energético urbano-edilicio, que contemplara nuestra realidad.

Esta tarea fue realizada por el grupo que integré entre 1985 y 2005. Se desarrollaron auditorías masivas en la región metropolitana de Buenos Aires que culminaron en la determinación del yacimiento potencial de ahorro de energía para el sector residencial. Sus resultados sirvieron para establecer las pautas básicas para un plan regional de

conservación de energía y metodología posible de ser extrapolada a otras regiones del país.

Del análisis de esos modelos, surgió el problema que esos países no presentaban la heterogeneidad tecnológico-edilicia de nuestro país, no siendo compatibles las unidades de análisis utilizadas. Se planteó entonces la alternativa de basar la investigación en un enfoque tipológico ⁽³⁾ del parque edilicio residencial.

Este proceso clasificatorio fue continuado y profundizado por esta tesis para el análisis de clasificaciones complejas, introduciendo conceptos de otras disciplinas (Harvey, 1983).

En la profundización del tema en estudio, se introdujeron técnicas computacionales para el tratamiento de los datos y su interpretación.

El cuadro así delineado, fundamento el objetivo en cuanto a la construcción de una herramienta de diseño y análisis energético, que facilitara la adopción de técnicas C+P en la producción de edificios y que posibilitara el mejoramiento del diseño y la producción edilicia, su planificación y control temprano ⁽⁴⁾.

Este grupo de herramientas se conformarían a partir de un modelo de integración tipológico-energético ⁽⁵⁾ que comprenda una serie de procesos y algoritmos, que analicen el edificio, lo clasifiquen, determinen sus necesidades energéticas y su comportamiento térmico ante el medio.

En esencia un *modelo de integración* se basa en sub-modelos que relacionan las variables urbano-edilicias, climáticas, económicas, productivas y de comportamiento en el proceso de desarrollo del hábitat. Contribuyendo a generar alternativas racionales que permitan explorar varias soluciones a un determinado problema, o diagnosticar hechos existentes. Cuenta con datos, relevados de la realidad, de los consumos de edificios, sus características físicas y formales, clasificados, calificados y cuantificados en función de una estructura interna.

Estas herramientas posibilitarían analizar en corto tiempo y con el menor tiempo-hombre una multitud de variables, enriqueciendo y optimizando el proceso de diseño, control y planificación de la red. Este sistema no solamente mejoraría la calidad del proceso de información, sino que optimizaría el mismo proceso de acción-decisión.

Este tipo de técnicas se han venido desarrollando en centros de Europa (Cedric, 1988), Estados Unidos (Roux, 1988) y por centros de investigación de la Argentina, pero en prácticamente todos los casos están orientadas a temas específicos, no considerando la realidad del espacio construido sino que se aplican a un determinado edificio en particular.

⁽³⁾ Definimos "Tipología", como el conjunto de técnicas de simplificación de los datos relativos a una población que permita concentrar la presentación del conjunto en la de sus principales tipos.

⁽⁴⁾ El control temprano o "pre-diagnóstico" apunta a generar un campo previo a la planificación, que atienda al manejo de los flujos en el corto plazo y a su control como pre-requisito de la planificación en el mediano y largo plazo.

⁽⁵⁾ Basado en el modelo de consumo, desarrollado por el IAS-FIPE, en el proyecto "Conservación de Energía-Estudio del Consumo Energético en Viviendas de la Zona Templada Húmeda". La Plata, 1983.

De esta manera al no utilizar técnicas de segmentación y tipología (Hughes et al, 1988), no les es posible lograr una representatividad respecto del universo en estudio.

El trabajo respondió al mencionado marco teórico en los aspectos centrales y en lo específicamente tipológico al marco teórico y metodológico desarrollado.

En cuanto a lo tipológico - energético el marco teórico es el siguiente (Rosenfeld y Czajkowski, 1993):

" Dado que una tipología se caracteriza mediante múltiples variables, nos encontramos con la necesidad de organizar un conjunto complejo de datos, debiendo tener en cuenta que muchas de las variables representan propiedades cualitativas. Estas se pueden clasificar en un cierto número de categorías que pueden o no ser ordenadas y que definen o no un conjunto de intervalos regulares; limitandonos a plantear un orden relativo."

"En estos casos las tipologías permiten la organización de un conjunto complejo de datos y el análisis de los componentes de las variables con el objeto de determinar el papel que cada una de ellas desempeña."

"En esta concepción el concepto "tipología", designa al conjunto de técnicas de simplificación de los datos relativos a una población, permitiendo concentrar la presentación en la de sus principales tipos. (Hughes et al, 1988)."

"Desde esta perspectiva una tipología se caracteriza mediante múltiples variables, definida a partir de un conjunto de ejemplares. Es un subconjunto de características poseídas simultáneamente por un número relativamente alto de casos."

"El marco de representación utilizado -espacio de atributos (Barton, 1985)- es un hiperespacio de "n" dimensiones. Según sea la distancia entre dos ejemplares representados en el hiperespacio que utilizemos, los clasificaremos o no en un mismo tipo."

"La tipología consiste entonces en poner en evidencia los puntos del hiperespacio en los que se conglomeran los ejemplares."

En cuanto al tratamiento de la población puede efectuarse:

- por reducción progresiva del número de tipos partiendo de un número inicial igual al número de ejemplares.
- por elaboración progresiva de tipos partiendo de un número nulo.

El proceso de tratamiento para tipos puede ser:

- Tipología por concentración: este método consiste en buscar sistemáticamente en todas las etapas de tratamiento, los tipos (provisoriales) más próximos con el fin de agruparlos.
- Tipología por acumulación: este método consiste en clasificar sucesivamente a todos los individuos tratados uno por uno, en un orden

aleatorio, dentro de los tipos provisionales elaborados con la ayuda de los únicos individuos ya tratados.

Con este método la computadora no para hasta tratar a toda la población. Su flexibilidad estriba en la elección inicial del valor del límite, muy delicado y a veces infructuoso, después de diversas tentativas. Si el límite es demasiado bajo, se obtendrá un número demasiado alto de tipos e inversamente.

Pero previo a esto es necesario elaborar el material de base para intentar un proceso clasificatorio automático. Esto requiere del estudio de las variables de cada tipo arquitectónico, para poder intentar calcular sus distancias relativas y tamaños de las poblaciones relativas. Así como en nuestro caso de un proceso clasificatorio tentativo de tipologías arquitectónicas y tipologías energéticas. Tarea esta que se realizó por métodos simples de concentración y luego concentración parcial. Ello permitió formarse una idea abarcativa del problema planteado.

Otra técnica muy precisa para la simplificación o reducción de los datos de una población, es el análisis factorial. Por ejemplo, los datos de 30 características para 300 casos de viviendas, no pueden ser procesados razonablemente mediante análisis descriptivo.

El manejo, análisis y comprensión de gran cantidad de datos se hace más fácil si se los reduce a sus pautas factoriales comunes. Estos factores concentran e indexan la información de los datos originales y pueden así reemplazar las características sin que se pierda mucha información. Los edificios pueden así ser comparados y discutidos más fácilmente en lo que respecta a su evolución formal, calidades, energía u otras variables, respecto de las múltiples características que involucra cada dimensión.

El análisis factorial aparece entonces como un instrumento idóneo para desarrollar tipologías empíricas, pues permite agrupar variables dependientes para formar categorías descriptivas, clasificar edificios en tipos con características y modos de uso similares, etc. Estas ventajas están limitadas por el hecho de que no permite un control del proceso y es complejo en su interpretación. Esto debido a la gran cantidad de coeficientes que produce, ya que explica todas las relaciones que existen entre variables y estas respecto del conjunto.

2. Formulación del problema:

El hábitat construido en el país es complejo, ya que en toda estructura urbana hay un espacio natural preexistente sobre el cual se sitúa y crece una ciudad. Este crecimiento, pasadas décadas o siglos al intentar interpretarse su estructura con el fin de poder realizar un modelo matemático con fines predictivos, debe ser de-construido en secciones y elementos operables.

Una alternativa es asimilar la ciudad como "capas" superpuestas e interactuantes compuestas por tipos de tejido que a su vez están compuestas por células. Echa esta semejanza podemos entender que todo edificio o construcción habitable es una célula o *diferencial de tejido urbano* (en adelante *dtu*).

Si acordamos, podemos encontrar edificios similares por función, forma, dimensiones, etc que sistematizadas sus variables en indicadores cuali-cuantitativos pueden permitirnos construir *tipos*.

Estos *tipos* sintetizan diversas características y dado el nivel de abstracción de su descripción no necesariamente debe coincidir con un caso en particular.

El Censo Nacional de Población y Vivienda (INDEC, 2005) propone tres tipos de vivienda perfectamente caracterizados: *casa*, *departamento* y *precario*. Tanto *casa* como *departamento* reúnen condiciones estructurales y de habitabilidad para ser pasibles de una auditoría energética, mientras que *precario* no es de interés de esta investigación.

Dado que son tipos muy globales es necesario construir subtipos y modelos para permitir valorar y caracterizar con mayor detalle los *dtu*. Este es un primer problema y la construcción de tipos del hábitat metropolitano de Buenos Aires fue uno de los problemas a abordar por la investigación.

Otro problema es la herramienta de medición de los *dtu* y se propone utilizar auditorías energéticas que podrán ser globales o detalladas en función del grado de resolución que se desee. A lo largo de esta investigación se fueron modificando los instrumentos de medición y esto llevó a una constante adaptación de los protocolos adaptados de antecedentes internacionales.

En el país aún no se cuenta con un protocolo de auditoría normalizado y se busca que de esta investigación surja uno adecuado a nuestra realidad construida.

Luego, debe sistematizarse y analizarse la información y nuevamente aparece el problema donde las herramientas de cálculo no son totalmente adaptables a nuestros requerimientos y por esto se construye un sistema informatizado en base CAD junto a subprogramas relacionados.

Ya analizados los tipos nos encontramos con que los *dtu* de nuestras ciudades poseen una *intensidad energética potencial de operación* que excede en mucho valores internacionales. En función de este problema se busca proponer Modelos de ahorro de Energía en Calefacción y Refrigeración de edificios con el fin de que sean usados para contener la demanda y reducir su intensidad energética.

Dado que es necesario validar estos modelos hay que implementar las medidas de diseño energético propuestas en casos de estudio para luego poder auditarlas y contrastar resultados. Este problema debe ser abordado al menor costo.

Capítulo 2

Objetivos

Principal:

El objetivo principal apunta al análisis y modelización energético-ambiental de la edificación urbana basado en técnicas de auditoría y procedimientos estadísticos multivariados.

Específicos:

- a. desarrollo de una herramienta de diseño, evaluación y diagnóstico, apoyado por bases de datos que permitan relacionar : clima - tipo - energía - tecnología constructiva - habitabilidad y emisiones GEI;
- b. análisis tipológico con fines energéticos y de habitabilidad;
- c. propuestas de mejoramiento de tipos;
- d. constitución de un banco de datos y catálogo tipológico;
- e. propuesta de un modelo de ahorro de energía tendiente al mejoramiento de la calidad ambiental de tipos edilicios;

Hipótesis

La concreción del objetivo permite enriquecer a las hipótesis trazadas en el sub-sector edilicio:

- Los tipos edilicios permiten una mejor resolución del comportamiento energético del tejido urbano que indicadores globales utilizados por entes como ENARGAS y ENRE.
- Los tipos edilicios del sector salud presentan una mayor distancia tipológica que las del sector residencial.
- La auditoría energética en conjunción con un procedimiento de reducción de espacios de atributos es adecuado para la construcción de tipos representativos de los *dtu* (diferenciales de tejido urbano).
- Una base de datos tipológica, basada en un modelo de demanda de energía, permitiría una modelización energética del hábitat con error aceptable y utilizable para proponer escenarios de demanda basados en dtu. Esto posibilitaría a los

responsables de la planificación energética contar con un método alternativo de predecir la demanda de energía en los sectores edilicios.

- La integración con CAD (Computer Aided Design), permite la simulación gráfica en múltiples escenarios de los parámetros operacionalizados en las bases de datos, completando el ciclo de comunicación entre el usuario y la estructura operativa del modelo. Esto posibilitará incorporar una herramienta de interacción en las acciones proyectuales de obra nueva, ampliación o reciclado en base a la experiencia acumulada en el parque edilicio.
- Los tipos ideales tratados en función de un análisis integral permitirán encontrar ventajas relativas entre ellos.
- La variable *sistema constructivo* posee mayor peso que la variable *formal* en la definición de tipos energéticos. Entonces la definición de *niveles de aislamiento óptimos* será más importante que lo formal en estos tipos.

Variables

Tal como se ha mencionado precedentemente, las variables principales a tratar son las siguientes:

a	Calidad térmica edilicia	g	Clima
b	Tipos previos y de trabajo	h	Sitio
c	Características dimensionales	i	Comportamiento energético
d	Características formales	j	Costos
e	Características funcionales	k	Optimización técnico-económica
f	Características constructivas	l	Normativas vigentes

De gran parte de estas variables se conocen sus dimensiones y se han construido indicadores cuantitativos para medirlas.

Unidades de análisis

Las unidades de análisis de primer nivel en la investigación son edificios para diversos usos y niveles de complejidad, que constituyen el sector potencialmente recuperable desde el punto de vista energético-edilicio del área metropolitana de Buenos Aires, posible de ser extrapolado al resto del país con margen de error aceptable.

Características de los sectores urbanos estudiados

1. INTRODUCCIÓN

El trabajo define como universo de análisis los edificios de centros urbanos localizados principalmente en el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) y Gran La Plata (GLP) al los que se han sumado algunos casos en los extremos sur patagónico (Tierra del Fuego) y en el nordeste (Misiones). Mientras estos últimos fueron abordados recientemente, los casos del AMBA+GLP se vienen analizando desde 1986.

La Argentina posee una población en hogares de 35.878.882 ⁽¹⁾ habitantes que residen en 10.059.866 hogares (INDEC, 2005). La principal zona analizada compuesta por el AMBA+GLP representa el 33,64% de la población y el 36,12 % de hogares. La población estimada es de 39.745.613 (est. jun 2008), que implica un crecimiento poblacional del 10.78% en siete años a razón de 1.58%/año. Podría estimarse que el sector construido creció con la misma tasa.

Si discriminamos ciudad de Buenos Aires con provincia respecto al acceso a servicios podemos notar que para ciudad Buenos Aires el 99,6% posee cloaca, el 99,9% agua de red, el 99,0% energía eléctrica de red y el 65,5% gas de red. Mientras que en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires el 50,3% posee cloaca, el 75,1% agua de red, el 96,8% energía eléctrica de red y el 78,4% gas de red ⁽²⁾.

Así esta zona concentra al 33,64% de la población del país y el 90% de la demanda total de energía primaria para el sub-sector edilicio (vivienda, salud, educación, administración).

⁽¹⁾ NOTA: Aunque resulte polémico en nuestro país hay insuficiente información estadística que sea actualizada y fidedigna. Dado que el trabajo busca trazar un modelo energético-ambiental de la edilicia urbana se buscó realizar un "corte" temporal donde se contara con mayor información. Esto es el Censo Nacional del 2001 que recién fue finalizado de procesar y publicado en el año 2005.

⁽²⁾ Fuente: INDEC, 2005



Figura 3-1: Imagen satelital de la Argentina.

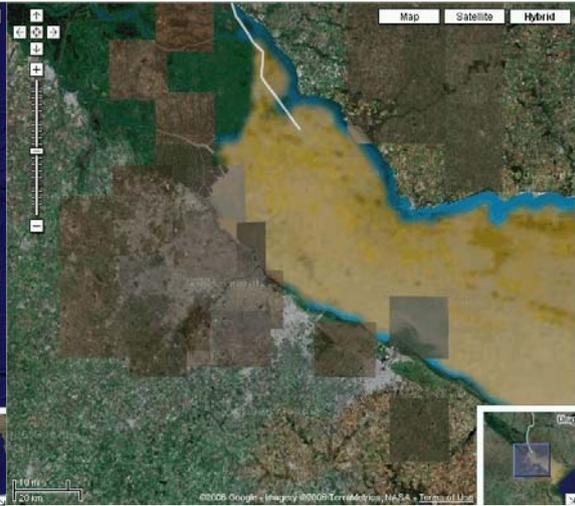
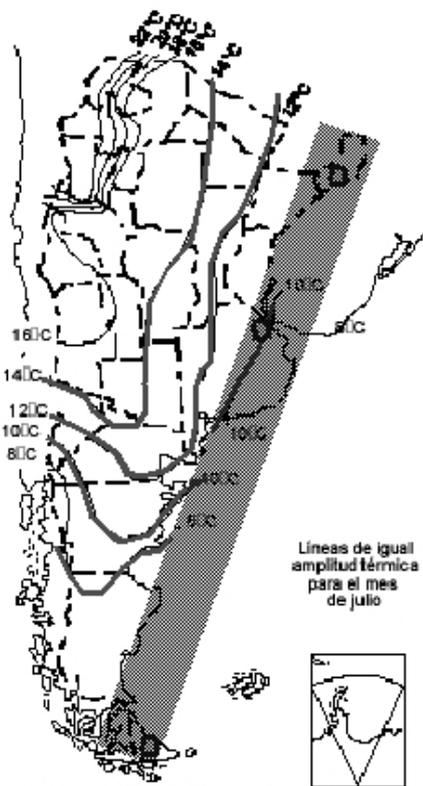
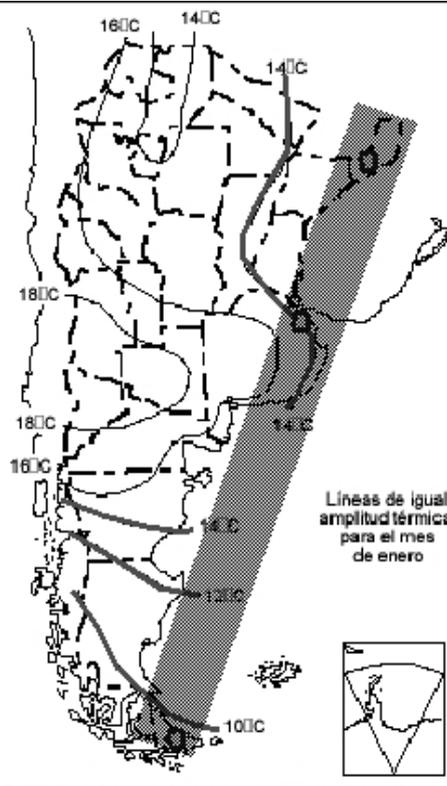


Figura 3-2: Imagen satelital del AMBA + GLP.



Isolíneas de igual amplitud térmica de invierno. (IRAM 11.603 /92).



Isolíneas de igual amplitud térmica de verano. (IRAM 11.603 /92).

Figura 3-3: Mapas de la Argentina indicando las isolíneas de igual amplitud térmica para invierno y verano. Considerando húmedas las zonas con amplitud mayor o igual a 14°C (IRAM 11603).

En la figura 3-3 podemos ver un mapa de la Argentina donde se representan las isolíneas de igual amplitud térmica⁽³⁾ que muestra una franja oriental del país donde hay una gran variación en las temperaturas por efecto de la latitud con alturas sobre el nivel del mar que no superan los 200m y con alta humedad.

⁽³⁾ *Amplitud térmica* (thermal swing) es la diferencia entre las temperaturas media máxima y media mínima para un período establecido (IRAM 11549/93).

Por otra parte es usual que los programas y planes de eficiencia energética propuestos por sucesivos gobiernos se centraron en el ahorro de energía eléctrica que representa el 30% de la demanda de energía secundaria para el sector residencial y el 26,3% del comercial y público (BEN, 2005). Pero dado que la demanda de energía eléctrica representa el 15.5% de la energía secundaria total (45.059 miles de TEP en 2005); el consumo de energía eléctrica del sector residencial será 4.65% y el sector comercial y público 4.08%.

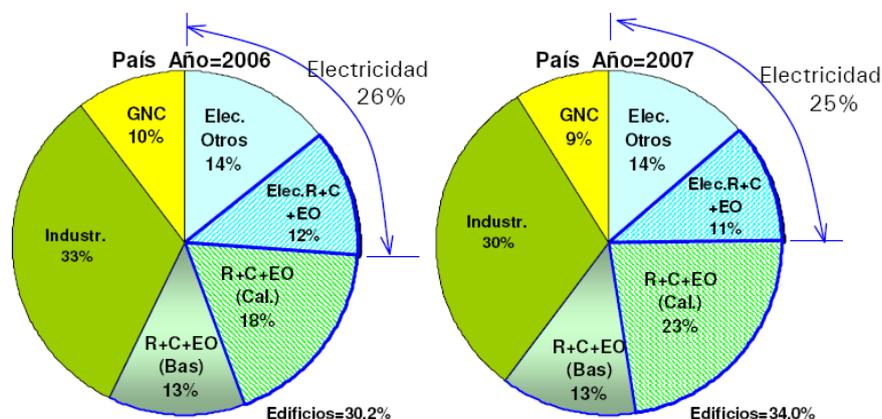


Figura 3-4: Consumo de gas natural según usos. Fuente: ENARGAS, 2008.

En la figura 3-4 puede observarse que en años recientes la cuarta parte del consumo de gas natural fue para la generación de energía eléctrica. Y el 11% del total fue para el consumo eléctrico en los subsectores residencial (R), comercial (C) y edificios de la administración pública. En promedio, de los años 2006/7, un tercio del consumo directo de gas natural con fines térmicos en los subsectores R+C+EO fue para calefacción, cocción y agua caliente sanitaria.

En la figura el ENARGAS estima que un 13% es para lo que denominan consumo base y un 18 a 23% para calefacción.

En la figura 3-5 se muestra una relación para todos los consumidores residenciales del país entre el "consumo específico de gas natural" y la temperatura media. Se ven dos curvas: la superior con gran dispersión corresponde a los hogares alcanzados por subsidios al gas natural por rigor climático. Estos casos se localizan al sur de la latitud -40° y se denominan patagónicos. Lo más notorio es que a medida que baja la temperatura media crece significativamente la pendiente de consumo hasta superar los $20 \text{ m}^3/\text{día}$. Si por ejemplo tomamos una temperatura media de 7°C encontraremos casos de consumo entre 11 y $19 \text{ m}^3/\text{día}$. La variación es significativa ya que para 24°C el consumo es $4 \text{ m}^3/\text{día}$ y para 4°C es de $19 \text{ m}^3/\text{día}$.

Si por el contrario analizamos la curva inferior correspondiente al "resto del país" sin subsidios no solamente la dispersión es baja sino que la pendiente de consumo es significativamente menor. La variación es de $1 \text{ m}^3/\text{día}$ para una temperatura media mensual de 25°C hasta $7 \text{ m}^3/\text{día}$ para una temperatura media mensual de 9°C . Lo más preocupante del análisis realizado por ENARGAS es la inequidad de los subsidios ya que el factor determinante no debiera ser solamente la latitud sino la altura sobre el nivel del mar u otra variable climática como la temperatura media. Con lo cual hay hogares que derrochan energía debido a los subsidios mientras otros tienden a no calefaccionar o mantenerse en un consumo base.

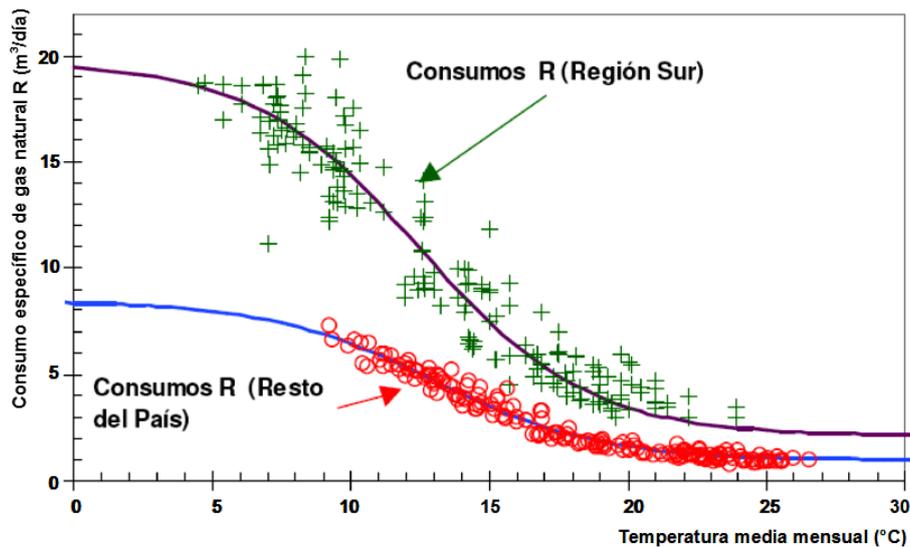


Figura 3-5: Relación entre el consumo específico de gas natural ($m^3/día$) en el sub-sector residencial y la temperatura media mensual. Fuente: ENARGAS, 2008.

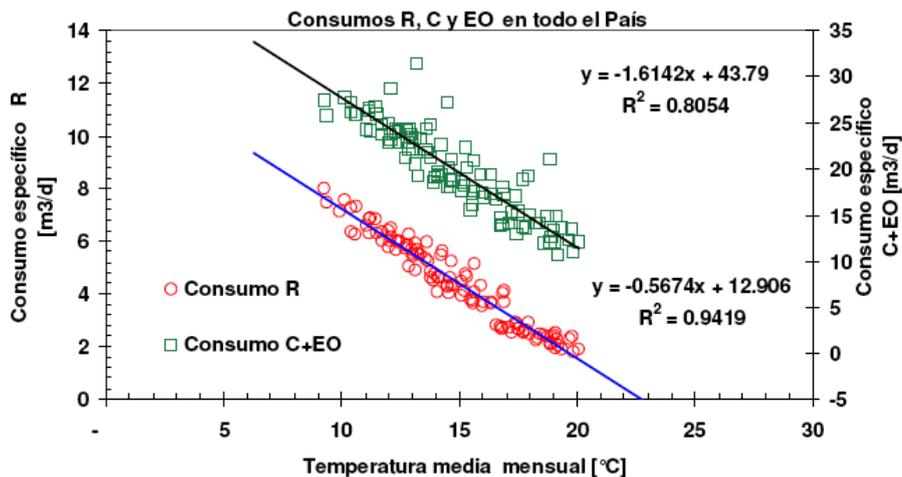


Figura 3-6: Relación entre el consumo específico de gas natural para los sectores residencial y comercial con administración para todo el país con la temp. media. Fuente: ENARGAS, 2008.

La figura 3-6 compara las pendientes de consumo para usuarios de todo el país donde puede verse que el consumo específico de gas natural en el sector residencial es inferior en casi $5 m^3/día$ respecto a un edificio comercial o administrativo. Por otra parte la dispersión en el sub-sector residencial es baja ($R^2 = 0,9419$) respecto al comercial + administrativo ($R^2 = 0,8054$).

Esto implica que los planes de URE debieran orientarse, principalmente, hacia la demanda de energía en climatización + cocción + agua caliente sanitaria que representan el 17.6 % de la demanda total de energía secundaria, para el sector residencial y el 3.3% para el comercial y público.

Un análisis por sub-sector muestra que para el residencial el 20.8% es energía eléctrica y el 79.1% combustibles gaseosos-líquidos y sólidos. En comercial y público el consumo de energía eléctrica representa el 55.2% y el 44.8% combustibles gaseosos-líquidos y sólidos. El 20% del total de gas natural consumido en los años 2006/7 fue para calefaccionar edificios residenciales, comerciales y administrativos.

Esto justifica un enfoque en la investigación centrado en la demanda y de esta demanda en particular en lo atinente a la climatización de edificios.

Dado que el estudio, aunque centrado en el AMBA, busca abarcar una amplia zona geográfica con una gran diferencia térmica pero con la particularidad del alto nivel de humedad ambiente. Más adelante veremos que esto tiene implicancias en el comportamiento térmico de los edificios, en particular con el riesgo condensación superficial e intersticial que lleva a la aparición de humedad en los cerramientos horizontales y verticales de los mismos. Sin descartar la progresiva reducción de la resistencia térmica de los materiales que componen el cada sistema constructivo por dicho humedecimiento.

Así en los sucesivos capítulos podremos ver que en función de la complejidad del problema el universo de análisis varía cuando se proponen modelos de ahorro de energía en calefacción y refrigeración de edificios. Pasando por la auditoría y evaluación energética de viviendas y otros edificios, junto al monitoreo del comportamiento higrotérmico en una vivienda.

2. CARACTERÍSTICAS DEMOGRÁFICAS

En la introducción se mencionaron algunos valores demográficos y habitacionales generales del país y el AMBA+GLP que en este apartado se busca desagregar.

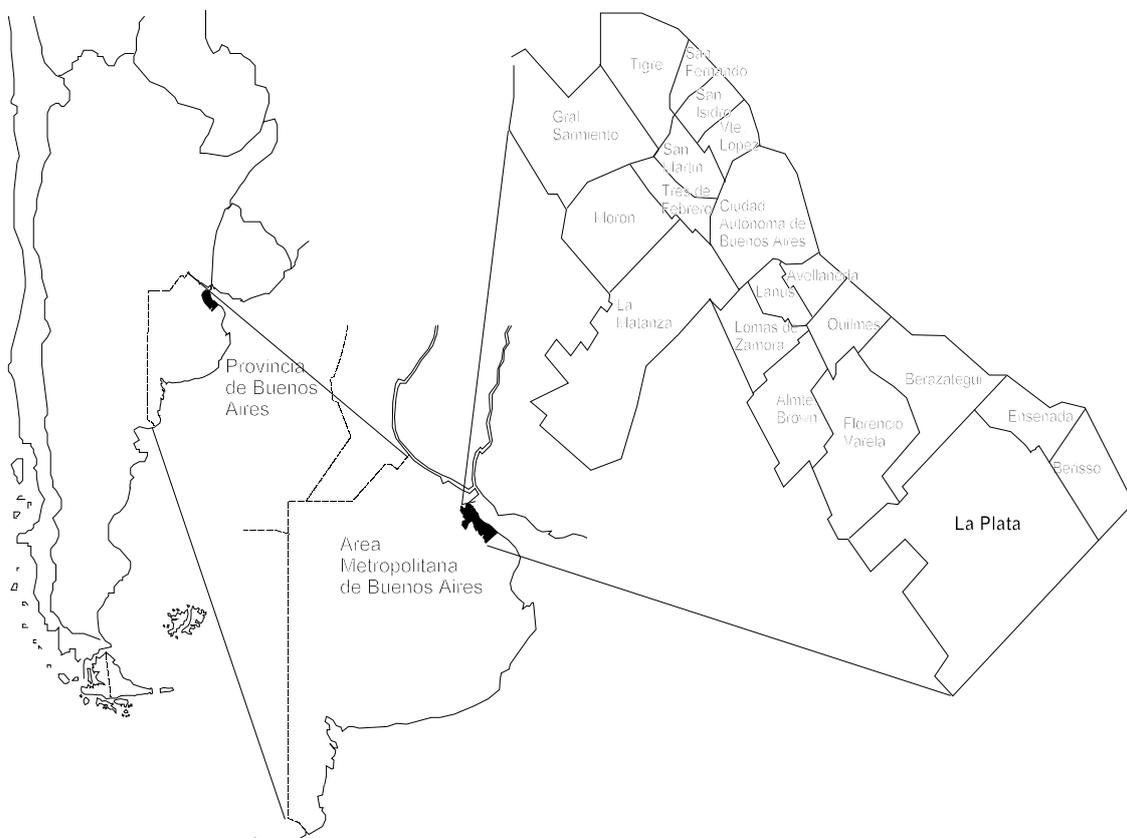


Figura 3-7: Zona geográfica en estudio donde se destaca el AMBA+GLP. Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-7 se muestra el territorio nacional, un detalle de la provincia de Buenos Aires y luego un detalle del AMBA+GLP. Sin entrar a discutir el inadecuado poblamiento del país se puede destacar que en un 3% de la superficie nacional se concentra el 33,6% de la población.

Una medida de la densificación poblacional lo vemos al comparar en que tipo de vivienda habita la población (Ver Tabla 3-1) en la ciudad de Buenos Aires, respecto a los distritos que conforman su conurbación. Así mientras en ciudad de Buenos Aires el 65,3% de la población habita en departamentos (edificios de) el 28,2% lo hace en casas y solo el 6,42% habita edificios considerados *precarios*. Por otra parte en la conurbación solo el 9,5% habita departamentos (edificios de), el 64,2% habita casas y el 26,34% habita edificios *precarios*.

Dado que el universo de análisis de esta investigación se centra en la población que habita edificios en zonas urbanas que cuentan con servicios públicos (energía eléctrica, gas natural, agua potable, pavimento) no precarios; en la Tabla 3-2 se muestran las 20 mayores aglomeraciones donde reside el 58,1% de la población nacional.

Es importante destacar que mientras en las cinco primeras aglomeraciones reside el 43,33% de la población nacional, en las quince siguientes solo lo hace el restante 7,14%.

Tabla 3-1: Población por provincia, total y discriminada en casas A, departamentos y categorías precarias (INDEC, 2005).

Población	TOTAL	Casa (A)		Departamento		Precario	
			%		%		%
<i>Total país</i>	<i>35.923.907</i>	<i>22.482.143</i>	<i>62,6</i>	<i>4.254.369</i>	<i>11,8</i>	<i>9.187.395</i>	<i>25,57</i>
Ciudad de Buenos Aires	2.725.094	769.603	28,2	1.780.613	65,3	174.878	6,42
Buenos Aires	13.708.190	9.313.864	67,9	1.216.789	8,9	3.177.537	23,18
Partidos del Gran Bs As	8.639.043	5.542.963	64,2	820.736	9,5	2.275.344	26,34
Resto Buenos Aires	5.069.147	3.770.901	74,4	396.053	7,8	902.193	17,80
Catamarca	331.573	213.522	64,4	5.487	1,7	112.564	33,95
Chaco	978.727	420.792	43,0	26.568	2,7	531.367	54,29
Chubut	405.559	296.083	73,0	39.223	9,7	70.253	17,32
Córdoba	3.028.702	2.309.451	76,3	242.486	8,0	476.765	15,74
Corrientes	925.784	519.669	56,1	26.922	2,9	379.193	40,96
Entre Ríos	1.149.284	831.843	72,4	62.003	5,4	255.438	22,23
Formosa	484.136	180.010	37,2	10.171	2,1	293.955	60,72
Jujuy	608.294	327.678	53,9	26.400	4,3	254.216	41,79
La Pampa	296.105	258.250	87,2	10.402	3,5	27.453	9,27
La Rioja	288.388	194.554	67,5	5.211	1,8	88.623	30,73
Mendoza	1.566.739	1.160.123	74,0	110.954	7,1	295.662	18,87
Misiones	959.762	412.330	43,0	38.085	4,0	509.347	53,07
Neuquén	467.803	350.825	75,0	43.968	9,4	73.010	15,61
Río Negro	545.604	365.955	67,1	62.825	11,5	116.824	21,41
Salta	1.070.285	545.438	51,0	53.201	5,0	471.646	44,07
San Juan	616.419	397.173	64,4	41.655	6,8	177.591	28,81
San Luis	365.223	270.694	74,1	23.385	6,4	71.144	19,48
Santa Cruz	192.841	150.221	77,9	20.285	10,5	22.335	11,58
Santa Fe	2.976.115	2.056.088	69,1	292.482	9,8	627.545	21,09
Santiago del Estero	800.512	323.204	40,4	17.645	2,2	459.663	57,42
T del Fuego, Ant. I. Atl. Sur	99.352	64.314	64,7	20.304	20,4	14.734	14,83
Tucumán	1.333.416	750.459	56,3	77.305	5,8	505.652	37,92

Nota: (A) Se refiere a todas las casas que cumplen con las siguientes condiciones: tienen piso de cerámica, baldosa, mosaico, mármol, madera o alfombrado; tienen provisión de agua por cañería dentro de la vivienda y disponen de inodoro con descarga de agua.

Tabla 3-2: Mayores zonas urbanas del país

	Ciudad	Provincia	Población	%
	Población total país		35.923.907	100,00
1	Gran Buenos Aires (2)	Ciudad de Buenos Aires y Buenos Aires	11.453.725	31,88
2	Gran Córdoba	Córdoba	1.368.109	3,81
3	Gran Rosario	Santa Fe	1.159.004	3,23
4	Gran Mendoza	Mendoza	846.904	2,36
5	San Miguel de Tucumán	Tucumán	736.018	2,05
6	Gran La Plata	Buenos Aires	681.832	1,90
7	Mar del Plata	Buenos Aires	541.857	1,51
8	Gran Salta	Salta	469.192	1,31
9	Santa Fe	Santa Fe	451.571	1,26
10	Gran San Juan	San Juan	421.172	1,17
11	Gran Resistencia	Chaco	359.142	1,00
12	Santiago del Estero-La Banda	Santiago del Estero	327.736	0,91
13	Gran Corrientes	Corrientes	314.247	0,87
14	Neuquén-Plottier-Cipolletti	Neuquén	291.157	0,81
15	Gran Posadas	Misiones	280.454	0,78
16	Gran San Salvador de Jujuy	Jujuy	277.985	0,77
17	Gran Bahía Blanca	Buenos Aires	272.176	0,76
18	Gran Paraná	Entre Ríos	247.587	0,69
19	Formosa	Formosa	198.146	0,55
20	Gran S. F. Valle de Catamarca	Catamarca	171.447	0,48
		Total	20.869.461	58,1

3. CARACTERÍSTICAS BIOCLIMÁTICAS

En la figura 3-5 se han volcado los datos mensuales medios provistos por el Servicio Meteorológico Nacional en un *climograma de confort* (Givoni, 1969) donde vemos que mientras las temperaturas medias mensuales van de -0.4°C en Río Grande (Tierra del Fuego) a 14°C en Oberá (Misiones) en invierno; en verano va de 11°C a 28°C.

Pero en los tres sitios graficados la humedad relativa media se encuentra prácticamente en el 70% en todos los meses del año.

Esta condición de alta humedad relativa exterior podría provocar problemas higrotérmicos en el interior de los edificios, manifestados por ennegrecimiento de la cara interior de muros y techos. Esto se magnifica con un uso inadecuado de sistemas de calefacción sin tiro al exterior.

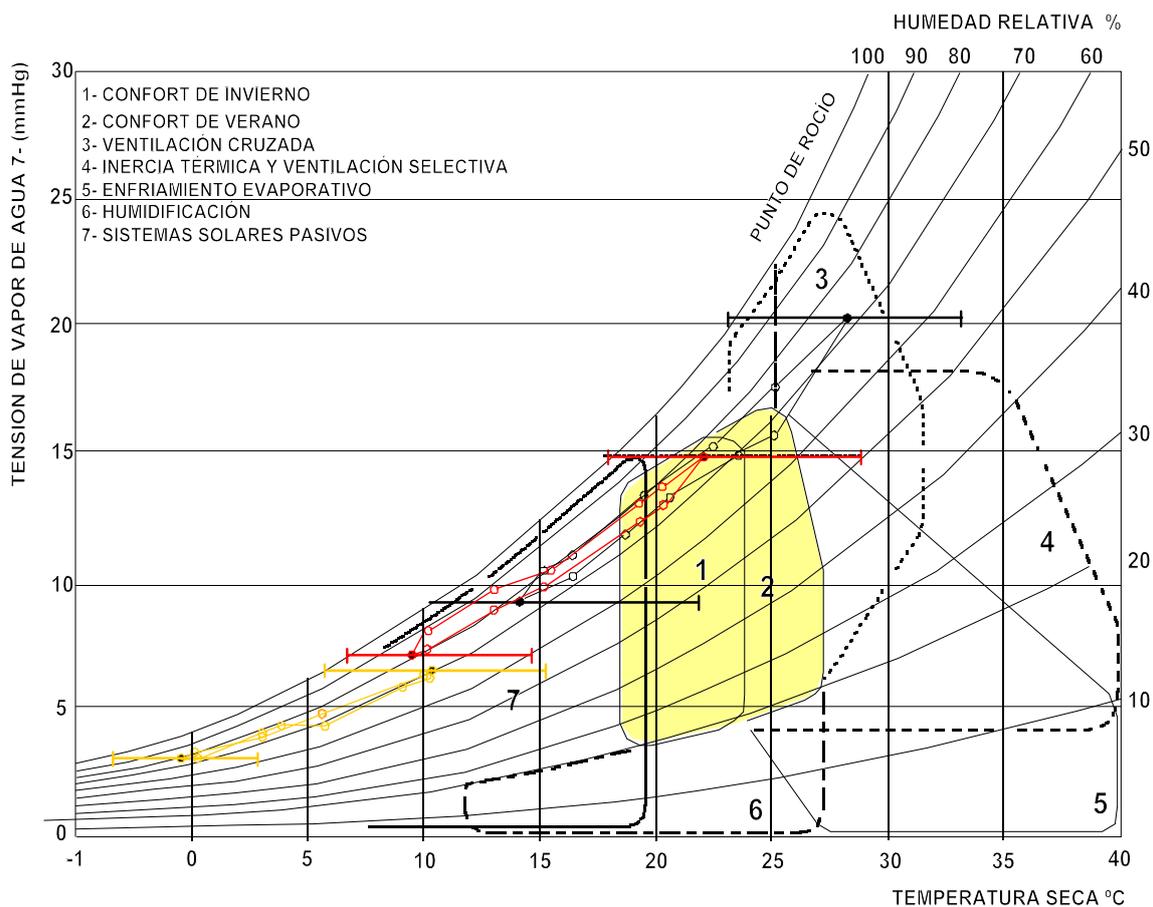


Figura 3-8: Evolución mensual de la temperatura y humedad relativa medias en las zonas estudiadas en la Argentina. La Plata, BsAs (rojo); Posadas, Mnes (negro); Rio Grande, Tierra del Fuego (amarillo). Sobre climograma de B. Givoni.

Así ya se mencionó que se hicieron auditorías en varios puntos del territorio nacional y que trataremos más adelante y se describirá con más detalle las características bioclimáticas del AMBA+GLP.

La región del AMBA+GLP se localiza en la latitud: $-35,5^\circ$ long: $57,5^\circ$, a orillas del Río de La Plata sobre la margen occidental. El clima está clasificado según Normas IRAM como templado cálido húmedo - subzona IIIb (Norma IRAM 11603).

Un detalle del comportamiento respecto del confort higrotérmico edificio puede verse en la figura 3-9 y los datos climáticos medios en la tabla 3-3. Del análisis de estos datos surge que posee veranos suaves ($t_{\max_{med}} = 28,5^\circ\text{C}$) e inviernos poco rigurosos ($t_{\min_{med}} = 6,7^\circ\text{C}$) con alta humedad ambiente ($HR = 71$ y 86%) y vientos predominantes desde el NE a SE.

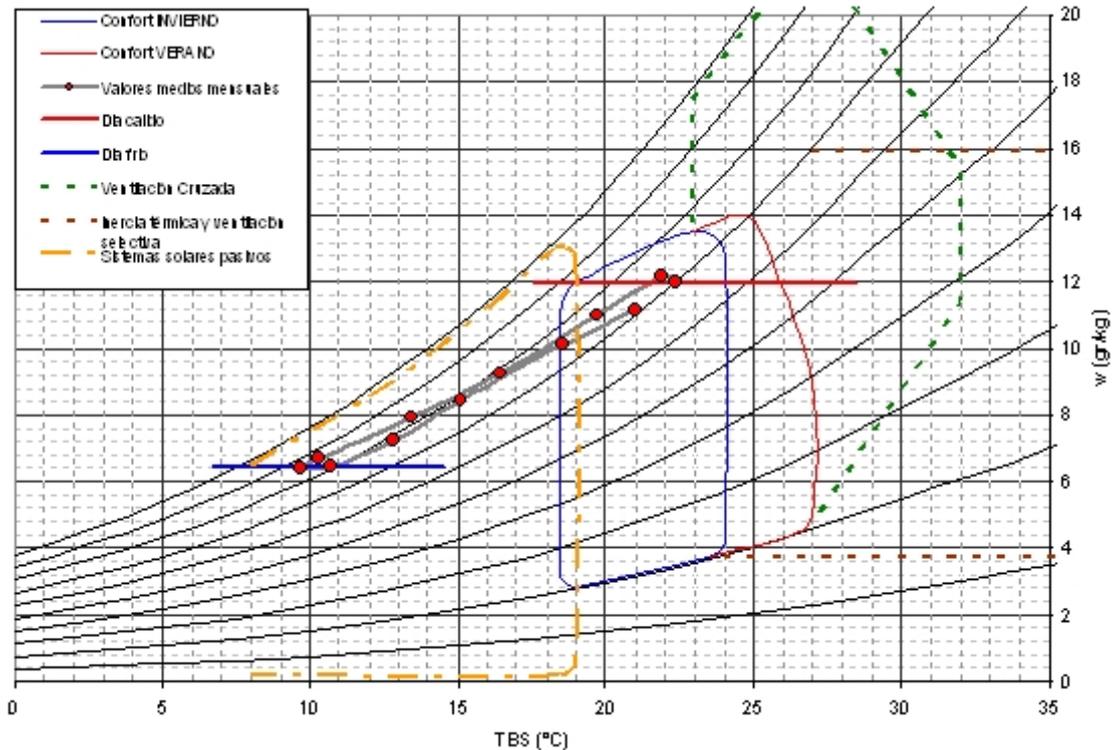


Figura 3-9: Características bioclimáticas de La Plata, Buenos Aires, Argentina a partir de datos medios de temperatura y humedad e indicando los días típicamente cálidos y fríos sobre modelo de B. Givoni. Construido con el programa Psiconf 1.0 (Czajkowski J, 2006).

Tabla 3-3: Síntesis de datos bioclimáticos medios en la ciudad de La Plata, Argentina

Estación	t_{med} °C	$t_{máx,med}$ °C	$t_{mín,med}$ °C	HR %	VV km/h	Heliofanía relativa %
Verano	22,4	28,5	17,6	71	12	68
Invierno	9,7	14,6	6,7	86	11	42
Anual	16,2	21,5	12,0	79	11	55

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del S.M.N. y la Red Solarimétrica.

3.1. Síntesis bioclimática del AMBA:

El invierno no es muy frío y presenta valores medios de temperatura entre 8°C y 12°C y valores mínimos medios que escasamente son inferiores a 0°C. En esta zona templada cálida los veranos son relativamente calurosos y presentan temperaturas medias que varían entre los 20°C y 26°C con máximas medias que superan los 30°C. Es una particularidad de la zona más analizada que las amplitudes térmicas sean menores a 14°C.

Este alto tenor de humedad atmosférica implica cielos poco diáfanos que reducen significativamente la radiación solar directa aumentando la participación de la difusa. Esto que parecería un dato menor implica que cuando más se necesite "calor solar", ver figura 3-6 en un día medio de invierno con temperaturas entre 6,5°C de mínima a 14°C de máxima, el cielo estará nublado.

El *Modelo Climático Energético* para la zona templada húmeda (IAS/FABA, 1979) propuso días tipo de diseño considerando heliofanía relativa, radiación solar global instantánea sobre plano horizontal, iluminación natural, temperatura ambiente, humedad absoluta, límites de la zona de bienestar, excesos y defectos de temperatura ambiente y entalpía del aire respecto a la zona de bienestar y su duración. Este Modelo fue el primero realizado en el país por un equipo interdisciplinario integrado por arquitectos, ingenieros y físicos de la región. Quienes llegaron a las siguientes conclusiones que comparto.

3.1. Situación invierno.

El aire exterior en el mes más frío tiene 8,3 KJ/Kg de defecto de entalpía promedio durante las 24 hs del día, siendo las 06:00 de la mañana el momento más frío.

Es recomendable que la mayor ventilación se produzca de ser posible entre las 14:00 y las 16:00 hs, que es cuando la temperatura ambiente alcanza sus mayores valores. De no poder realizarla las consecuencias no serán graves pero redundarán en el desperdicio de casi un 15% de las posibilidades de ahorro de calefacción.

El paramento vertical mejor orientado para el invierno es el norte, donde se recibe un promedio de 11800 KJ/m².

La pendiente óptima de colección es de 60° en un plano orientado al norte en el cual se recibe un promedio de 11300 KJ/m², es decir que un colector en esta posición tendrá una máxima eficiencia por unidad de área.

En el 30% de los días, los planos antedichos reciben una radiación máxima del orden de 24800 KJ/m² y 27000 KJ/m² respectivamente.

En función de las secuencias probables de días nublados, o sea con recurso energético solar insuficiente, los sistemas helioenergéticos acumuladores de calor deberán garantizar una entrega del mismo igual a la necesaria cada día durante un lapso de 4,5 días sin ser recargados. La recarga deberá hacerse durante los días despejados que son el 55% de los nublados.

El viento en el invierno no tiene mayormente orientaciones definidas, no obstante puede ser conveniente proteger los edificios de los vientos provenientes del semiplano sur que son generalmente fríos.

Se deberán utilizar medios de protección de los vientos fríos del invierno que se implementarán en función de la relación entre edificios (distancia entre los mismos, longitud y altura) similares para todas las orientaciones, debido a que no existen direcciones marcadamente predominantes para los vientos fuertes.

3.2. Situación verano.

En el mes más cálido del verano existe un pequeño exceso de temperatura y entalpía en el aire que se manifiesta en un promedio de 04:00 hs, con centro a las 16:00 hs y un defecto de los mismos parámetros más pronunciado, de una duración media de 11:00 hs con centro a las 4:00 de la mañana y del orden de 3,3 veces mayor que el exceso.

Es decir que con buena ventilación nocturna o diurna matinal y buena protección de la radiación solar incidente sobre determinados planos, se pueden mantener las condiciones de bienestar higrotérmico durante todo el día y todos los días. La acumulación de calor (frío) necesaria es mucho menor que la del invierno. Los planos que tienen mayor incidencia de radiación solar, son los siguientes: el horizontal con 26400 KJ/m² y los verticales Este y Oeste con 16400 KJ/m², en los cuales los máximos ocurren a las 08:00 y 16:00 hs respectivamente.

Serían estos tres planos los que fundamentalmente habría que proteger del Sol, en especial el horizontal y el Oeste.

En lo que respecta a temperaturas se deberá solo cuidar el ingreso de calor por ventanas (ganancia directa y conducción) en horas de la tarde, ya que las aislaciones térmicas utilizadas en el resto de la envolvente y diseñadas para la época de invierno exceden a las necesarias en la época estival.

No se debe confiar mucho en la utilización del viento para forzar la ventilación. En el verano la velocidad media es baja y no existe ninguna dirección marcadamente predominante. No obstante puede considerarse en las horas frías, cierta predominancia de vientos del Este o del Sudeste por la noche y Norte por la mañana, aunque no es correcto utilizar al viento en el diseño del prototipo de viviendas como factor forzante de la ventilación.

En lo referente a la ventilación, esta podrá forzarse por gradientes térmicos provocados por el mismo edificio, o bien por otros sistemas apropiados.

4. CARACTERÍSTICAS EDILICIAS

4.1. Vivienda:

El país contaba en 2001 con 35.923.907 habitantes que habitaban 10.073.625 de viviendas. Estas se discriminan en 6.268.228 (62,2%) de viviendas unifamiliares o casas, 1.599.348 (15,9%) de departamentos en edificios. Al 21,9% restante denominado *precario* que reúne a varias categorías propuestas por el INDEC. La categoría "precario" forma parte del déficit estructural de viviendas del país que se discrimina en: 227.293 (2,26%) ranchos, 281.411 (2,79%) casillas, 73.503 (0,73%) piezas en inquilinatos, 25.047 (0,25%) piezas en hotel o pensión, 21.326 (0,21%) locales no construidos para habitación y 4.007 (0,04%) viviendas móviles.

Como vimos en el apartado 2 hay dos segmentos claramente diferenciados y son: a. la Ciudad de Buenos Aires donde el 65,3% de la población habita en edificios de departamentos, solo 28,2% lo hace en casas y la precariedad es relativamente baja (6,42%) y b. la gran conurbación donde la mayoría habita en casas (64,2%), casi un tercio (26,34%) habita edificios precarios y solo el 9,5% habita edificios de departamentos.

Si analizamos comparativamente las Tablas 3-1, 3-2 y 3-4 podemos notar que salvo la ciudad de Buenos Aires el resto de las 20 mayores aglomeraciones urbanas del país posee un patrón de distribución similar al Gran Buenos Aires + Gran La Plata con una significativa predominancia de casas sobre departamentos.

Tabla 3-4: Viviendas por prov., total y discriminada en casas, departamentos y cat. precarias.
(Elaboración propia a partir datos INDEC)

Hogares	TOTAL	Casa (A)		Departamento		Precario	
			%		%		%
Total país	10.073.625	6.268.228	62,2	1.599.348	15,9	2.206.049	21,90
Ciudad de Buenos Aires	1.024.231	237.827	23,2	725.110	70,8	61.294	5,98
Buenos Aires	3.920.985	2.703.582	69,0	445.903	11,4	771.500	19,68
Partidos Gran Bs As	2.384.682	1.563.997	65,6	284.619	11,9	536.066	22,48
Partidos Gran La Plata	214.373	144.524	67,4	40.695	19,0	29.154	13,60
Resto Buenos Aires	1.536.303	1.139.585	74,2	161.284	10,5	235.434	15,32
Catamarca	77.755	50.523	65,0	1.761	2,3	25.471	32,76
Chaco	238.100	108.959	45,8	8.466	3,6	120.675	50,68
Chubut	114.694	81.249	70,8	13.043	11,4	20.402	17,79
Córdoba	877.065	659.666	75,2	94.235	10,7	123.164	14,04
Corrientes	225.878	128.886	57,1	9.490	4,2	87.502	38,74
Entre Ríos	316.651	232.927	73,6	19.418	6,1	64.306	20,31
Formosa	114.349	44.349	38,8	2.841	2,5	67.159	58,73
Jujuy	141.559	75.498	53,3	7.017	5,0	59.044	41,71
La Pampa	91.656	78.757	85,9	4.424	4,8	8.475	9,25
La Rioja	68.379	46.033	67,3	1.729	2,5	20.617	30,15
Mendoza	410.332	302.302	73,7	37.243	9,1	70.787	17,25
Misiones	234.899	106.325	45,3	11.846	5,0	116.728	49,69
Neuquén	128.313	91.823	71,6	15.354	12,0	21.136	16,47
Río Negro	154.405	101.884	66,0	19.657	12,7	32.864	21,28
Salta	241.279	123.320	51,1	15.209	6,3	102.750	42,59
San Juan	148.869	97.923	65,8	12.079	8,1	38.867	26,11
San Luis	101.623	75.757	74,5	7.190	7,1	18.676	18,38
Santa Cruz	53.825	40.910	76,0	5.947	11,0	6.968	12,95
Santa Fe	872.132	609.843	69,9	106.310	12,2	155.979	17,88
Santiago del Estero	178.160	76.592	43,0	5.221	2,9	96.347	54,08
T del Fuego, Ant. I.Atl.Sur	27.812	17.540	63,1	5.543	19,9	4.729	17,00
Tucumán	310.674	175.753	56,6	24.312	7,8	110.609	35,60

Nota: (A) Se refiere a todas las casas que cumplen con las siguientes condiciones: tienen piso de cerámica, baldosa, mosaico, mármol, madera o alfombrado; tienen provisión de agua por cañería dentro de la vivienda e inodoro con descarga de agua.

Otro indicador importante es que a *mayor* temperatura media anual o *menor* latitud crece significativamente la precariedad habitacional. Precariedad que llega al extremo en las provincias del norte Argentino donde más de la mitad de la población habita viviendas precarias. Son destacables los casos de Formosa (58,7%), Santiago del Estero (54,1%), Chaco (50,7%), Misiones (49,7%), Salta (42,6%), Jujuy (41,7%), Tucumán (35,6%), donde entre 1/3 y casi 2/3 de las viviendas son precarias. A mayor temperatura y humedad ambiente, mayor precariedad.

A los efectos de la investigación solamente serán de interés las viviendas unifamiliares o casas y los departamentos en edificios que representan el 62,2% y 15,89% del parque habitacional y entre ambos son el 78,1% del total. De estas, posteriormente cuando realicemos el análisis de la demanda energética, seleccionaremos las que posean servicio de electricidad y gas natural.

Así podemos segmentar el problema en dos grandes grupos:

- Un 78,1 % del parque habitacional, posee unas ciertas características físicas, tipológicas, constructivas que demandan una cierta cantidad de energía en función del clima y cultura del sitio donde se emplazan. Pero además requieren del desarrollo de *estrategias de rediseño y adecuación energética* y son pasibles de someterse a una auditoría energético-ambiental.
- El 21,9% restante no reúne condiciones de habitabilidad para una calidad de vida de sus habitantes y requiere de la *implementación de planes masivos de construcción de viviendas*. Desde ya no son pasibles de someterse a una auditoría energético-ambiental salvo que sea con un objetivo antropológico-social.

No se incluirán en el trabajo las categorías que el INDEC denomina ranchos, casillas, piezas de inquilinato - hoteles y pensiones y toda otra categoría que forma parte del déficit habitacional en nuestro país.

La pregunta es ¿porque no auditar lo precario...? pueden esgrimirse varias razones y se considera que entre las principales: a. no son viviendas aptas y deben formar parte de las previsiones del estado para asignarles una *vivienda digna*; b. volvemos a preguntarnos ¿que significa una vivienda digna...?. Todavía se considera que una vivienda digna es aquella construida con materiales nobles y duraderos (hormigón, ladrillos y bloques de concreto o tierra cocida, piso sobre contrapiso, cubiertas de chapa - tejas - H°A°, instalación sanitaria - eléctrica - gas, etc) desde ya con carpinterías y vidrios. Pero en esta ecuación todavía no se incluyó el ciclo de vida de los materiales y del edificio. Esto lleva a que se construyan viviendas de costo inicial lo más bajo posible sin considerar las consecuencias sobre mantenimiento y reposición en el mediano y largo plazo.

Esta tesis centrará su interés en mostrar como se comporta ambientalmente el paradigma de *vivienda digna* para luego proponer elementos tendientes a que se produzcan *viviendas ambientalmente dignas*, que es lo que vamos a necesitar en este siglo XXI con carencia de recursos y cambio climático.

El trabajo se centrará en las viviendas y edificios de viviendas que demandan energía de las redes de electricidad y gas natural y son pasibles de ser sometidas a un *reciclado energético* a fin de mejorar la calidad de vida de sus ocupantes, reducir la demanda de energía en climatización y las emisiones de gases de efecto invernadero GEI (CO₂, CO, NO_x, SO_x y metano).

En el Capítulo 8 se exponen dos modelos de ahorro de energía, uno para calefacción y otro para refrigeración, aplicables a este 93,72% del parque de viviendas y edificios de viviendas construidos en sectores urbanos.

4.1.1. Construcción de tipos edilicios para reducir la complejidad del hábitat.

Dada la complejidad del parque de viviendas se realizó una evaluación y clasificación tipológica conformando un catálogo de tipologías para el área metropolitana de Buenos Aires y gran La Plata (Czajkowski , 1991), que con error razonable, es extrapolable a casi la totalidad del parque habitacional nacional.

Tabla 3-5: Tipos de viviendas en el AMBA+GLP, sus características. Fuente: Elaboración propia

Segmento	Gestión	Tipo Código	Tipo designación	Pisos	Unidad Habitacional			Edificio	
					h m	S _{UH} m ²	V _{UH} m ³	S _E m ²	V _E m ³
C A S A S	Privada	1	Chorizo	1	3,40	103	350	--	--
		2	Cajón	1	2,72	75	204	--	--
		3	Dúplex mixto	2	2,80	131	367	--	--
		4	Racionalista	2	2,80	106	297	--	--
		5	Chalet californiano	1 a 2	3,54	142	503	--	--
	Pública	6	Chalet Estatal	1	2,85	85	242	--	--
		7	Casa Estatal	1	2,64	57	150	--	--
		8	Dúplex Estatal	2	2,61	72	188	--	--
D E P A R T A M E N T O S	Privada	9	Renta pasillo	1	2,63	64	168	320	840
		10	Renta altura	2 a 3	2,63	55	145	550 a 825	1450 a 2175
		11	Edificio P.H.	4 a 12	2,64	59	155	1180 a 3540	3100 a 9300
		12	Torre P.H.	8 a 32	2,63	51	132	1632 a 6528	4224 a 16896
	Pública	13	Bloque Estatal	3	2,70	61	165	732	1980
		14	Torre Estatal	4 a 14	2,61	75	196	1200 a 4200	3136 a 10976
		15	Placa Estatal	4 a 14	2,72	58	158	1856 a 6496	5056 a 17696

Nota: Los valores de altura de locales (h), superficie de la unidad habitacional (S_{UH}), volumen de la unidad habitacional (V_{UH}), superficie (S_E) y volumen (V_E) de edificios corresponde a valores medios muestrales. El indicador *pisos* indica los valores límites encontrados para cada tipo y afectan a los otros indicadores formales.

Esta clasificación fue realizada en primer lugar por un método cualitativo por contrastaciones múltiples y luego revisado con un método cuantitativo por reducción del espacio de atributos con el procedimiento "Cluster" del programa estadístico SPSS-PC.

En la Tabla 3-5 se muestra una síntesis de los 15 tipos de vivienda construidos a partir de una muestra reducida de 294 casos a los que se le realizaron auditorías globales.

La muestra total se compuso de más de 2000 casos y se realizó una selección de las encuestas que contaran con la información requerida para el trabajo.

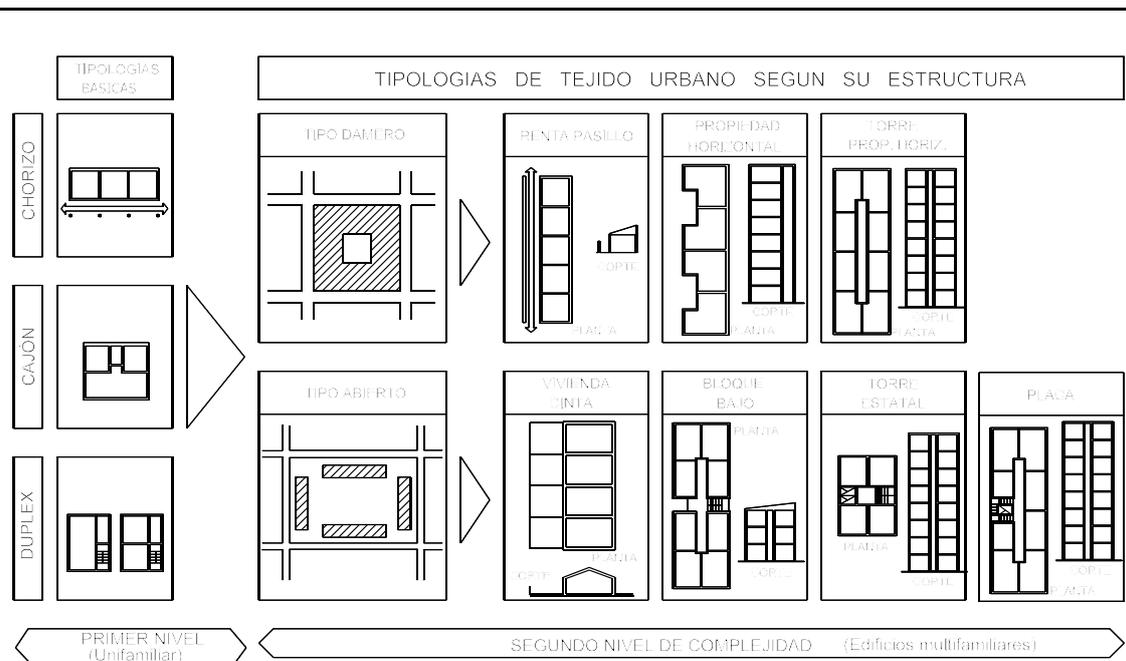


Figura 3-10: Generación de estructuras edilicias complejas, por asociación de tipos edilicios básicos, diferenciados por tipos de tejido urbano (Czajkowski, 1991).

En el Anexo 5 puede consultarse el catálogo tipológico donde se muestra de manera ampliada las características de cada tipo edilicio.

Uno de los mayores problemas es lo atinente a la representatividad de los tipos en el tejido urbano. En otras palabras ¿cual es el % de participación de cada tipo en el tejido urbano del AMBA+GLP?

Del INDEC solamente podemos obtener una división en casas y departamentos. Puede encontrarse que al segmento casas las podemos dividir en 5 tipos si son de gestión privada y 3 tipos si son de gestión pública.

Si deseamos continuar la desagregación a nivel de tipo edilicio solo contamos con la referencia de la representatividad que representó la muestra del *Proyecto Audibaires*. Antecedente con el cual se continuó investigando con becas del CONICET y se representa en las figuras 3-10 y 3-11.

Con esta discriminación puede extrapolarse los metros cuadrados construidos en el AMBA+GLP por tipo de vivienda, ver Tabla 3-6.

El rango analizado abarca un período de 100 años y algunos tipos van desapareciendo progresivamente o han sido reciclados y refuncionalizados como la "casa chorizo", otras poseen una vida de 70 años como la "casa cajón" y en los sectores de recursos medios bajos es el tipo por excelencia que se sigue repitiendo en el crecimiento del conurbano.

Dada la magnitud del universo analizado es muy difícil determinar la consistencia de esta extrapolación pero con sus limitaciones es con lo que se cuenta para modelizar. Este punto es crucial y se deja aclarado.

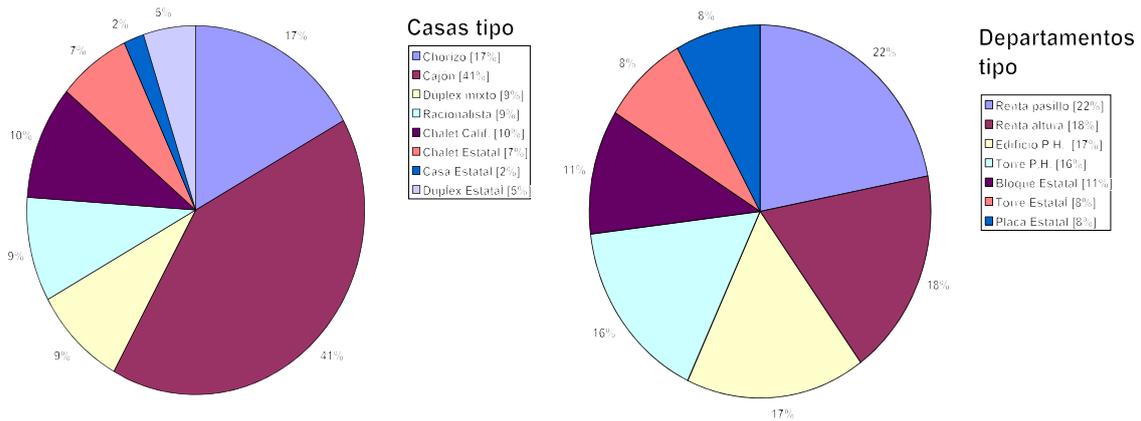


Figura 3-11: Representatividad relativa de cada tipo de casa y departamento en la muestra del Proyecto Audibaires.

Tabla 3-6: Estimación de cantidad y superficie cubierta por tipos de vivienda en el AMBA+GLP

Segmento	Gestión	Tipo Código	Tipo designación	Unidad Habitacional			Valores extrapolados	
				Repr %	S _{UH} m ²	V _{UH} m ³	Cantidad Unidades	S _{EST} m ²
CASAS	Privada	1	Chorizo	17	103	350	330.879	34.080.553
		2	Cajón	41	75	204	798.003	59.850.201
		3	Dúplex mixto	9	131	367	175.171	22.947.443
		4	Racionalista	9	106	297	175.171	18.568.160
		5	Chalet californiano	10	142	503	194.635	27.638.142
	Pública	6	Chalet Estatal	7	85	242	136.244	11.580.771
		7	Casa Estatal	2	57	150	38.927	2.218.837
		8	Dúplex Estatal	5	72	188	97.317	7.006.853
DEPARTAMENTOS	Privada	9	Renta pasillo	22	64	168	231.093	14.789.970
		10	Renta altura	16	55	145	189.076	10.399.198
		11	Edificio P.H.	18	59	155	178.572	10.535.753
		12	Torre P.H.	17	51	132	168.068	8.571.460
	Pública	13	Bloque Estatal	16	61	165	115.547	7.048.345
		14	Torre Estatal	11	75	196	84.034	6.302.544
		15	Placa Estatal	8	58	158	84.034	4.873.967
Totales							2.996.771	246.412.199

Nota: Los valores de representatividad, superficie cubierta de la unidad habitacional (S_{UH}), volumen de la unidad habitacional (V_{UH}) de edificios corresponde a valores medios muestrales.

En la Tabla 3-6 se muestran cantidades y superficie cubierta por tipos mediante la operación de partir de los datos censales de casas y departamentos para la región del AMBA+GLP de la Tabla 3-3 y cruzarlos con los valores medios de superficie y representatividad de la muestra del *Proyecto Audibaires*.

Con este procedimiento encontramos que en la región para 2.996.771 unidades habitacionales hay 246.412.199 metros cuadrados construidos para viviendas pasibles de acceder a un Programa de Mejoramiento Energético - Ambiental.

Hasta la fecha no se encontró un procedimiento de bajo costo que permita reconocer y cuantificar a escala masiva, por ejemplo con imágenes aerofotogramétricas o satelitales, grandes espacios urbanos.

Podemos preguntarnos ¿por que utilizar tipos edilicios?

Una respuesta posible es que en un tipo se sintetizan las características de una gran cantidad de individuos de un universo de análisis.

Si deseáramos proponer medidas de ahorro y uso racional de la energía en forma de programas específicos una guía tipológica facilitaría a los usuarios reconocer su vivienda y aplicar las medidas de mejoramiento energético ambiental que se sugirieran.

4.2. Salud:

El país al año 2003 contaba con 1319 establecimientos asistenciales con servicio de internación, de los cuales 29 se encontraban en la ciudad de Buenos Aires y 329 en la provincia de Buenos Aires. Esto representa el 27,14% de los establecimientos pero el 45,95% de las camas.

Esta región Figura 3-12, abarca el 53% de la infraestructura estatal dedicada a la salud para 7.961.684 habitantes (INDEC, 2005), que se concentran en solo el 1,2% de la superficie provincial.

La provincia de Buenos Aires se encuentra subdividida en once regiones sanitarias, siendo de nuestro interés las regiones V, VI, VII y XI.

En la Tabla 3-7 y la Figura 3-12 se muestran los partidos que abarcan estas regiones sanitarias. Los establecimientos atienden a una población total de 9.080.885 habitantes.

Tabla 3-7: Establecimientos asistenciales del sub-sector oficial con servicio de internación, según provincia.

Provincia	Total	Nacional	Provincial	Municipal	Cantidad de camas
Ciudad de Buenos Aires	29	-	-	29	8.430
Buenos Aires	329	4	63	262	26.900
Catamarca	39	-	39	-	916
Chaco	53	-	53	-	1.819
Chubut	29	-	29	-	925
Córdoba	140	2	36	102	6.302
Corrientes	57	-	28	29	2.251
Entre Ríos	69	-	68	1	4.320
Formosa	35	-	35	-	1.034
Jujuy	24	-	24	-	1.643
La Pampa	35	-	35	-	821
La Rioja	24	-	24	-	679
Mendoza	24	-	23	1	2.464
Misiones	41	-	41	-	1.455
Neuquén	30	-	30	-	1.057
Río Negro	30	-	30	-	1.196
Salta	56	-	56	-	2.640
San Juan	14	-	14	-	1.064
San Luis	22	-	22	-	735
Santa Cruz	14	-	14	-	615
Santa Fe	137	-	130	7	5.307
Santiago del Estero	53	-	53	-	1.775
Tierra del Fuego	2	-	2	-	187
Tucumán	33	-	33	-	2.350
Total del país	1.319	6	882	431	76.885

(*) Ministerio de Salud. Secretaría de Políticas de Regulación y Relaciones Sanitarias. Dirección de Estadísticas e Información de Salud. (2003)

Tabla 3-8: Partidos incluidos en el área de estudio, pertenecientes al Área Metropolitana de Buenos Aires (se adoptan los numerados).

Región Sanitaria	Partido/s	Población (*)
V	Tigre (1); San Fernando (2); San Isidro (3); Vicente López (4); Gral. San Martín (19); Gral. Sarmiento, Campana, Escobar, Exaltación de la Cruz (20).	1.316.815
VI	Avellaneda (6); Quilmes (7); Berazategui (8); Florencio Varela (12); Almirante Brown (13); Lomas de Zamora (14); Lanús, Esteban Echeverría, Pilar, Zárate (15)	3.622.342
VII	Ensenada (9); Berisso (10); La Plata, Brandsen, Cañuelas, Castelli, Chascomús, Dolores, Gral. Belgrano, Magdalena, Pila, Tordillo (11).	879.758
XI	La Matanza (16); Morón (17); Tres de Febrero, Gral. Las Heras, Gral. Rodríguez, Luján, Marcos Paz, Merlo, Moreno, Gral. Paz, Monte, San Vicente (18).	3.261.970

(*) INDEC 2005. (1) indica referencia en el mapa.

Las cuatro regiones bajo análisis abarcan 308 centros sanitarios de diferente complejidad con 10.731 camas, correspondientes a la jurisdicción Municipal y Provincial⁽⁴⁾.

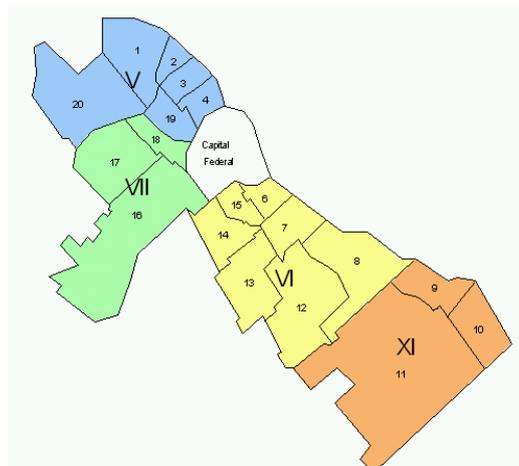


Figura 3-12: Partidos del área metropolitana que pertenecen a las regiones sanitarias en estudio.

Las unidades provinciales suman 74 centros con 8.142 camas y las municipales 234 centros con 2.589 camas. Los diagramas de la Figura 3-13 nos muestran la distribución de centros y camas por jurisdicción.

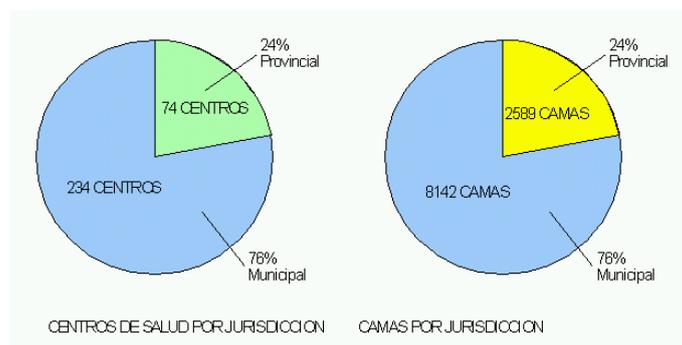


Figura 3-13: Distribución de Centros de Salud y número de camas por jurisdicción.

La Tabla 3-7 muestra los Centros de Salud con unidades de internación distribuidos por complejidad y especialidad. Puede verse que la región sanitaria V posee una capacidad de 1821 camas, la región sanitaria VI 4109 camas, la región sanitaria VII 1222 camas y la región sanitaria XI 4452 camas.

La Tabla 3-8 describe la red de centros de atención locales sin capacidad de internación por especialidades.

La Tabla 3-9 muestra otro tipo de establecimientos de la red como laboratorios, direcciones y centros administrativos, y un hogar de ancianos.

⁽⁴⁾ Ministerio de Salud Pública de la Provincia de Buenos Aires. Guía de establecimientos asistenciales de la Provincia de Buenos Aires. Dirección de Planeamiento y Desarrollo, Subdirección de Información Sistematizada.

Esta división en tres segmentos de la red sanitaria pública de la región se plantea con el fin de poder encarar el análisis tipológico. Esto se describe con más profundidad en el Capítulo V, donde se discute sobre los problemas tipológicos en la arquitectura sanitaria.

Tabla 3-9: Distribución de los Centros Sanitarios con internación por región sanitaria, nivel de complejidad y especialidad.

Designación	V	VI	VII	IX
Habitantes	2.055.528	3.129.518	2.110.769	665.829
Camas	1.821	4.109	1.222	4.452
Relación habitantes por cama	1.129	762	1.727	149
Hospital Interzonal General de Agudos	1	2		1
Interzonal de Agudos	3			1
Interzonal de Agudos y Crónicos				2
Zonal General de Agudos	3	2	2	4
Zonal de Agudos		2		
Subzonal General de Agudos				1
Zonal Especializado				1
Zonal Especializ. Odontología	1			1
Hospital		4	3	1
Hospital Local	1	1	1	
Hospital Local General de Agudos	4			
Hospital Materno Infantil	1			
Hospital Subzonal Materno Infantil		1		
Hospital Local Materno Infantil			1	
Centro de Medicina Infantil	1			
Hospital de Niños		1	1	1
Instituto de Maternidad	1			
Unidad Hospitalaria	1			
Instituto de Rehabilitación	1			
Centro de Emergencia	1			
Hospital Subzonal Espec. Rehabilitación		1		
Policlínico		1	1	
Hospital Base		1		
División Centro Médico		1		

Tabla 3-10: Distribución de Otros Centros Sanitarios según región sanitaria y especialidad.

Designación	V	VI	VII	IX
Departamento de Hemoterapia				1
Laboratorio Central de Salud Pública				1
Laboratorio Bromatológico-Bacteriológico		1		
Instituto de Salud Pública		1		
Departamento de Medicina Preventiva		1		
Departamento de Zoonosis Urbana		1		
Dirección de Sanidad Municipal				1
Centro Coordinador de Medicina Preventiva	1			
Dirección de Medicina Preventiva		1		
Dirección de Epidemiología y Profilaxis			1	
Hogar de Ancianos	1			

Tabla 3-11: Distribución de los Centros Sanitarios sin internación por región sanitaria y especialidad.

Características establecimiento	V	VI	VII	IX
Centro Epidemiológico			1	
Centro Materno			1	
Dispensario Materno Infantil		3		
Unidad Sanitaria Infantil		1		
Centro Materno Infantil	4		2	
Dispensario Antirrábico		5		
Centro Detección Precoz de Enfermedades	1			
Centro de Bienestar Social	1			
Centro Periférico	1	18		
Centro Diagnóstico y Tratamiento		1		
Unidad Sanitaria de Salud Mental		1		
Centro Reeducción Diferenciada		1		
Dispensario de Vías Respiratorias		1	1	
Unidad Sanitaria Oncológica		1		
Centro Medicina Física y Rehabilitación			1	
Centro Salud Mental			1	
Centro Vías Respiratorias y Alergia			1	
Centro Asistencial	1			
Unidad Sanitaria	19	69	20	32
Dispensario				1
Centro de Salud	20	23		
Consultorio Médico	1	1		
Sala de Primeros Auxilios	3	1		

El sub-sector salud es vasto y complejo pero posee la ventaja de depender de una administración centralizada. Esto implica que es factible, de existir voluntad política, implementar un programa de eficiencia energética en edificios para la salud. En esta investigación se realiza un diagnóstico energético de una muestra de hospitales de la región en estudio.

4.3. Educación:

El sector educación es vasto y complejo en la variabilidad tipológica a nivel nacional y puede verse en las Tablas 3-12 y 3-13. Según los datos censales más recientes el país cuenta con 41.117 establecimientos para atender a una población de 10.609.302 estudiantes.

Tabla 3-12: Distribución porcentual de establecimientos y alumnos por sector, según provincia. Total país. Año 2003.

Provincia	Establecimientos			Alumnos		
	Total	Sector %		Total	Sector %	
		Estatal	Privado		Estatal	Privado
Total del país	41.117	77,9	22,1	10.609.302	76,2	23,8
Ciudad de Buenos Aires	1.820	55,8	44,2	670.725	55,4	44,6
Buenos Aires	13.773	67,2	32,8	3.904.393	71,5	28,5
Partidos del Gran Buenos Aires	6.390	53,9	46,1	2.424.942	69,0	31,0
Resto Buenos Aires	7.383	78,8	21,2	1.479.451	75,7	24,3
Catamarca	620	95,3	4,7	115.489	87,9	12,1
Chaco	1.493	93,4	6,6	335.603	92,6	7,4
Chubut	488	83,4	16,6	134.784	88,5	11,5
Córdoba	4.309	80,6	19,4	850.329	70,2	29,8
Corrientes	1.282	90,1	9,9	307.594	87,1	12,9
Entre Ríos	2.112	85,3	14,7	336.054	76,8	23,2
Formosa	716	93,3	6,7	180.436	91,2	8,8
Jujuy	592	91,2	8,8	216.435	88,9	11,1
La Pampa	452	86,9	13,1	79.591	86,2	13,8
La Rioja	617	94,7	5,3	100.571	91,7	8,3
Mendoza	1.521	80,0	20,0	455.633	83,6	16,4
Misiones	1.167	86,5	13,5	330.791	82,1	17,9
Neuquén	646	88,2	11,8	171.562	90,5	9,5
Río Negro	749	81,6	18,4	190.374	83,9	16,1
Salta	1.134	87,6	12,4	381.599	86,3	13,7
San Juan	647	82,4	17,6	173.943	81,8	18,2
San Luis	438	89,0	11,0	113.389	88,3	11,7
Santa Cruz	248	86,3	13,7	68.312	86,5	13,5
Santa Fe	3.186	76,2	23,8	824.770	73,4	26,6
Santiago del Estero	1.697	93,0	7,0	256.072	86,8	13,2
Tierra del Fuego	116	72,4	27,6	39.029	84,1	15,9
Tucumán	1.294	85,7	14,3	371.824	76,7	23,3

Notas: no incluye el nivel universitario. Los datos de la provincia de Corrientes corresponden al "Relevamiento Anual 2001". Fuente: Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Secretaría de Educación. Subsecretaría de Equidad y Calidad. Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa. Relevamiento Anual 2003.

Estos 41.117 edificios dedicados a la educación básica y media de los cuales el 77,9% es de gestión pública y el 22,1% de gestión privada. En el AMBA+GLP existen 9510 edificios que representan el 23,1% del total nacional.

Para construir un indicador que luego podamos utilizar con fines energéticos se propone una relación simple entre edificios y población educativa. Así tendremos al analizar la Tabla 3-12 que en el país hay una media de 258 alumnos/edificio de los cuales 252,37 alumnos/edificio corresponden a la gestión pública y 277,96 alumnos/edificio a la gestión privada. En la Tabla 3-13 podemos ver que el AMBA+GLP posee una mayor población estudiantil por establecimiento. Esto puede implicar establecimientos de mayor dimensión relativa, mayor hacinamiento o ambas.

Tabla 3-13: Cantidad media de alumnos por establecimiento en el país y la región

	Total	Sector	
		Estatal	Privado
Total del país	258,03	252,37	277,96
Ciudad de Buenos Aires	368,53	365,93	371,82
Partidos del Gran Buenos Aires	379,49	485,74	255,20
Partidos del Gran La Plata	271,40	333,22	188,66
AMBA+GLP	339,81	394,96	271,89

Para seguir un procedimiento similar a *Edificios de Viviendas* es necesario contar con datos estadísticos que nos digan la superficie construida en edificación escolar en nuestra área de estudio. Lamentablemente en las fuentes de información consultadas (INDEC, 2005) (DiNIECE, 2007) no se encuentra este dato por lo que se seguirá un camino indirecto mediante un indicador que nos indique la superficie cubierta en m²/alumno.

Para este indicador se encontraron tres fuentes que se contrastan y debaten sobre el cual será la más adecuada. En primer lugar el Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología de la Nación (MECyT, 2003), propone en cumplimiento de la Ley 24195 una serie de valores que se sintetizan en la Tabla 3-14.

El problema con estos valores radica en que son superficies mínimas recomendadas por alumno en cumplimiento de una Ley y sería aplicable si se dispusiera de una matriz de datos segmentada o de estadísticas sobre que cantidad o porcentaje de escuelas se concretaron en cumplimiento de estas recomendaciones.

Además de poder contrastarlos con valores que surjan de relevamientos o censos de construcciones.

Lamentablemente el único indicador de superficie por alumno que se encuentra (SiNIE, 2003) se refiere al tamaño de las aulas y nada más.

Es comprensible la forma en que han censado el indicador, ya que la mayor preocupación aparentemente, paso por el nivel de hacinamiento escolar y la necesidad de construir nuevas aulas ante el crecimiento demográfico y de la matrícula en el territorio nacional.

Un criterio más cercano a las necesidades de la investigación provienen de investigadores del IDEHAB-FAU-UNLP (San Juan, 1996) que tomaron como universo de análisis la red de escuelas de la provincia de Buenos Aires y las clasificaron en 6 tipos. En la Tabla 3-15 se reproducen algunos datos de interés.

Tabla 3-14: Superficies mínimas por alumno para escuelas de la Ley Federal de Educación

Nivel educativo	Cantidad alumnos	1 planta	2 plantas
		m ² /alumno	
Nivel Inicial, Jardín de infantes	< 50	7,60	---
	51 a 100	9,00	---
	> 100	8,50	---
EGB1 y EGB2	< 216	8,40	5,90
	> 216	8,20	5,70
EGB3	< 108	8,50	6,00
	109 a 216	8,30	5,80
	> 216	8,10	5,60
Educación Polimodal	< 120	8,60	6,10
	221 a 240	8,30	5,80
	> 240	8,00	5,70
Promedio = 6,97		8,12	5,82

Fuente: Criterios y Normativa Básica de Arquitectura Escolar. BsAs, 2003.

Tabla 3-15: Características generales de los tipos escolares en Buenos Aires.

Tipo	Designación	Año	Aulas	Sup m ²	m ² / alumno	m ³ / alumno	m ³ / alumno *
1	"L" en esquina	1948	7	531	2,53	9,41	4,98
2	"L" entre medianeras	1952	8	1260	5,25	19,95	8,98
3	Bloque	1973	16	2514	5,24	16,16	7,30
4	Lineal con SUM	1981	7	603	2,87	10,06	5,54
5	Central	1983	8	864	3,60	10,80	5,76
6	Combinada	1997	18	1499	2,78	10,30	6,36
Valores promedio			10,67	1212	4,04	13,28	6,99

* Los autores diferencian volumen total por alumno de volumen real calefaccionado por alumno.

Posteriormente proponen reducir a cinco tipos representativos de 50 años de construcción escolar en la provincia de Buenos Aires con leves modificaciones en los indicadores (San Juan et al., 2000).

El último antecedente proviene de La Pampa donde la situación es diferente ya que no son valores teóricos sugeridos por una institución gubernamental sino que fueron obtenidos en trabajo de campo, pero además se construyeron numerosas escuelas energética y ambientalmente mejoradas a bajo costo en algunos casos y a costo cero en otros (Filippin, 1999). En ese trabajo se auditan tres escuelas y se obtienen valores de densidad en m²/alumno que varían entre 1,46 a 3,7 con una media aritmética de 2,89 m²/alumno.

Entonces nos encontramos con que el MECyT recomienda una densidad media de 6,97 m²/alumno pero del trabajo de campo surgen valores sensiblemente diferentes con 2,89 m²/alumno para La Pampa y 4,04 m²/alumno para Buenos Aires. Ante este escenario se decide adoptar el promedio de los valores relevados con una densidad de 3,47 m²/alumno.

Tabla 3-16: Estimación de superficie cubierta para edificios educacionales del AMBA+GLP

Sector	Cantidad establecimientos	Valor medio alumno/establ.	Valor medio m ² / alumno	Superficie cubierta estimada m ²
Estatad	5.216	394,96		7.148.586
Privado	4.294	271,89	3,47	4.051.210
Total	9.510	339,81		11.213.628

De lo expuesto y cruzando este indicador de densidad con los datos censales de la Tabla 3-13, y los establecimientos por sector de la Tabla 3-12, **tendremos que para el AMBA+GLP una superficie cubierta estimada de 11.213.628 metros cuadrados.** Ver Tabla 3-16.

5. DEMANDA DE ENERGÍA

La matriz energética de nuestro país depende en un 90% de fuentes fósiles no renovables como podemos ver en la Figura 3-11 (BEN, 2005).

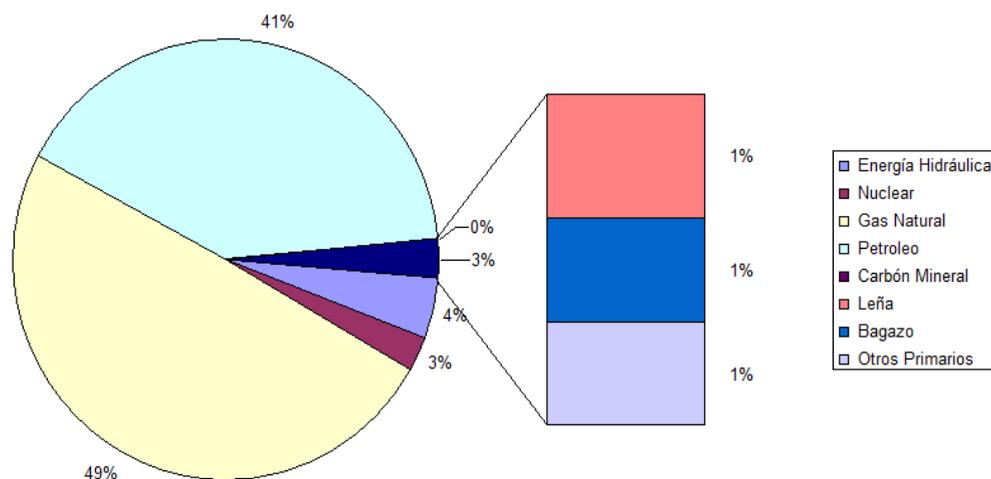


Figura 3-14: Matriz energética de la Argentina. Fuente: BEN-MECON, 2005.

La figura 3-14 muestra como se distribuyen los 83 millones de toneladas equivalentes de petróleo (TEP) en nuestro país. Un análisis nos muestra que el 58% (residencial, comercio y público y transporte) se encuentra dentro del campo de incumbencias de los profesionales con incumbencias en la construcción del hábitat y del cual el 27% son edificios.

Así podemos estimar que los edificios para habitación humana en nuestro país están emitiendo 24.200 millones de toneladas de CO₂ a la atmósfera.

Pero a partir de aquí no hay antecedentes de cómo estas emisiones se distribuyen a nivel edilicio ni que medidas de mitigación son posibles y factibles y mucho menos una estimación de las inversiones que serían necesarias en el mediano y largo plazo para reducir las emisiones del país.

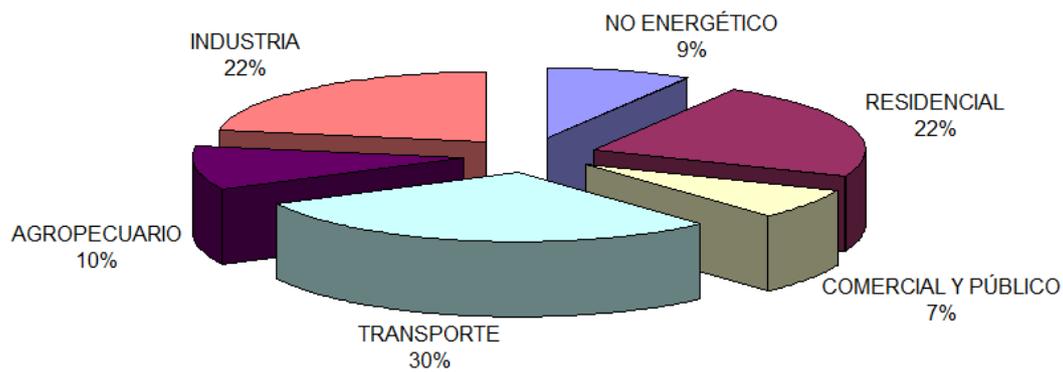


Figura 3-15: Discriminación por sectores del consumo final de energía. Fuente: BEN-MECON, 2005.

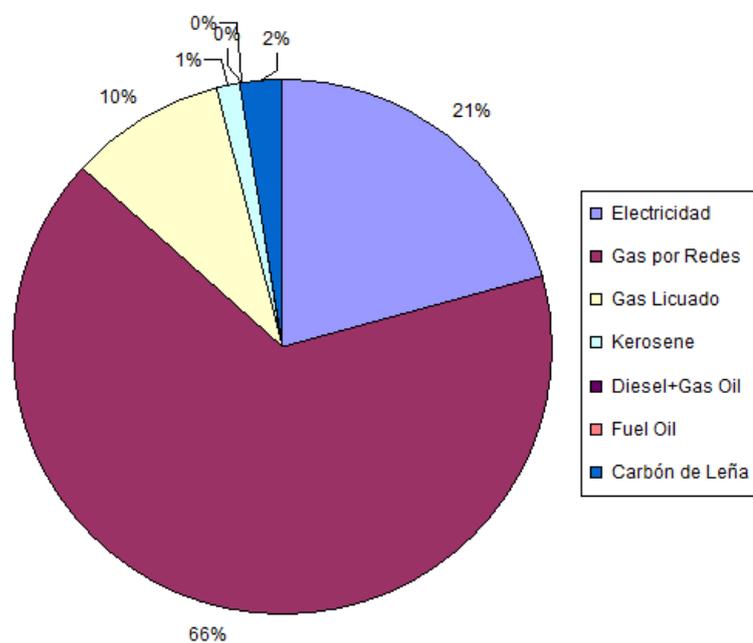


Figura 3-16: Discriminación por fuentes secundarias de energía para el sector Residencial. Fuente: BEN-MECON, 2005.

La auditoría y diagnóstico energético-ambiental edilicio: métodos, instrumentos y técnicas.

1. La auditoría energética - ambiental (AEA) edilicia

Una auditoría energética permite identificar y cuantificar los procesos de transformación de la energía ingresada al sistema, para evaluar las cantidades de energía de los vectores de interés que son transferidas al usuario.

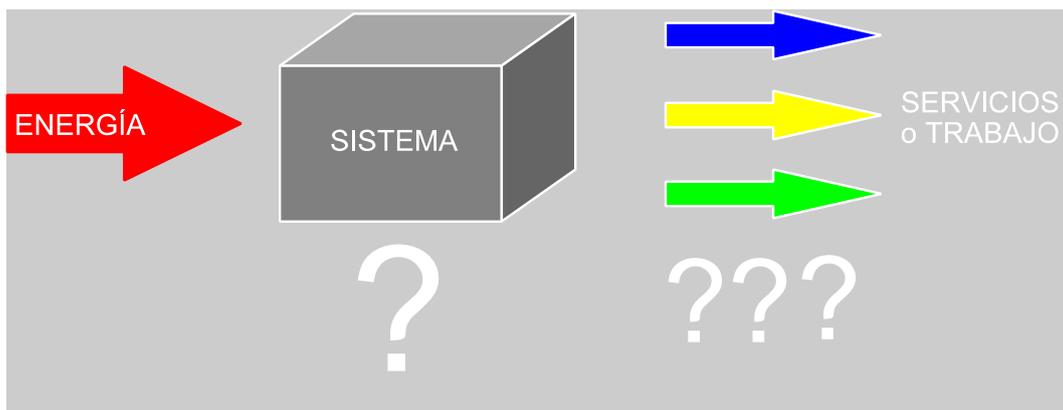


Figura 4-1: Esquema de sistema energético y su auditoría.

- Cuantificar los ingresos de energía
- Discriminar la energía por vectores y usos
- Conocer el comportamiento térmico de los usuarios
- Conocer las condiciones de confort ambiental (temperatura, humedad, iluminación, ruidos, calidad del aire interior, contaminantes, etc)
- Determinar las acciones a seguir para mejorar el comportamiento del sistema.
- Identificar y cuantificar emisiones.
- Conocer el costo e impacto ambiental del edificio en su vida útil (Análisis del ciclo de vida).

Así la auditoría energética - ambiental (AEA) edilicia es un conjunto de procedimientos que nos permiten conocer como se comporta un edificio respecto a:

- a. los consumos de energía discriminados sean de entrada y salida del edificio como sistema
- b. los consumos de energía dentro de edificio discriminados por usos

- c. el clima exterior e interior del edificio
- d. el nivel de confort higrotérmico
- e. las características constructivas, formales y dimensionales del edificio
- f. el modo de uso de las energías por los usuarios
- g. otros...

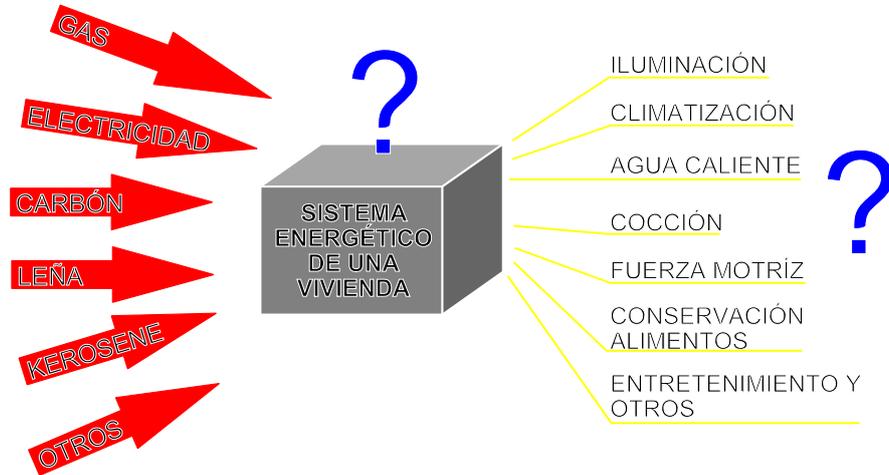


Figura 4-2: Esquema indicando ingresos y egresos al sistema energético de una vivienda o edificio.

También las AEA las podemos clasificar según su importancia en cuanto a nivel de información que queramos conocer, que implicará un costo relativo creciente. Así tendremos:

- auditoría de recorrido; AEA-R
- auditoría global; AEA-G
- auditoría detallada; AEA-D

El análisis de un sistema energético tiene dos aspectos fundamentales:

- Calidad del esquema conceptual, y
- una vez definido este, la cuantificación de los flujos energéticos del sistema, mediante la modelización.

En los sucesivos Proyectos de Investigación en que se participó desde fines de 1985 se pudo actuar con creciente nivel de responsabilidad en estos tres niveles de auditoría (Audibaires, 1985-89) (Río Turbio, 1988-90) (Mejoramiento BsAs, 1990-93) (PIGUR, 1993-95) (UREAM, 1994-96) (UREAM2, 1999-01) (Gestión Inteligente, 1998-01/2001-05) (MAE, 2001-05) y (EHaHuCH, 2006-09).

1.1. Auditoría de recorrido AEA-R:

Mientras la AEA-R es de muy bajo costo relativo implica la visita de un auditor experto al edificio bajo análisis y solamente munido de un cuaderno de notas, una cámara fotográfica y la recorrida al edificio y entrevista con el personal responsable del mantenimiento técnico, puede construir un informe que contenga un panorama de su estado y comportamiento energético estimado. Una AEA-R servirá para determinar si es necesario realizar una AEA-G o AEA-D en función de que se quiera saber sobre el edificio.

1.2. Auditoría global *AEA-G*:

Una AEA-G requiere del relevamiento del edificio y la verificación que no se hayan introducido ampliaciones o modificaciones en su estructura e instalaciones y para esto es necesario contar con su documentación gráfica. Sobre esta documentación se realizarán anotaciones sobre el tipo de sistema constructivo que compone la envolvente del edificio (techos, muros, carpinterías, lucernarios, pisos, etc). Se realizarán mediciones y verificación según obra terminada. Se registrará la cantidad y tipo de luminarias; sistemas electromecánicos (bombas, motores, ascensores, aire acondicionado, etc). De no consignarse en el plano se indicará la orientación que posee el edificio. Aquí se requiere de un auditor junior y un asistente bajo la supervisión general de un auditor experto, el auditor junior deberá ser un profesional de la construcción (Ingeniero Civil o Arquitecto) con suficiente formación teórico práctica en AEA-G y el asistente un estudiante avanzado.

En la AEA-G es conveniente contar con una encuesta socio-energética para facilitar la recolección de la información y paso previo a una AEA-D. Esta encuesta permitirá registrar la opinión de usuarios sobre el comportamiento ambiental, cantidad de ocupantes, agenda de uso del edificio y su equipamiento, cantidad y tipo de equipamiento energético, consumos mensuales o bimestrales de energía y combustibles, entre otros. Ver Anexo 6.

Con esta información en gabinete se planificará y discutirá que casos son factibles de realizar una AEA-D por el alto costo que tienen. Por otra parte tanto la AEA-G como la AEA-D podrá variar según la función y nivel de complejidad del edificio a auditar. No es lo mismo una vivienda unifamiliar construida por el estado para sectores de bajos recursos que un hospital de alta complejidad.

1.2.1. Instrumental:

Esto requiere del siguiente instrumental: brújula, cinta métrica de 5m y de 30 m, cámara fotográfica analógica o digital, documentación gráfica, planos mudos para realizar anotaciones, encuesta, etc. Es recomendable contar con un termómetro digital con registro de instantáneas y medias o un dispositivo de tres o cuatro parámetros de mano que registre velocidad del viento, temperatura, humedad y nivel de iluminación. Este instrumental permitirá registrar y o verificar con razonable precisión las características del edificio y algunos valores del comportamiento ambiental.

1.3. Auditoría detallada *AEA-D*:

Una AEA-D requiere del relevamiento del edificio y la verificación que no se hayan introducido ampliaciones o modificaciones en su estructura e instalaciones y para esto es necesario contar con su documentación gráfica. Sobre esta documentación se realizarán anotaciones sobre el tipo de sistema constructivo que compone la envolvente del edificio (techos, muros, carpinterías, lucernarios, pisos, etc). Se realizarán mediciones y verificación según obra terminada. Se registrará la cantidad y tipo de luminarias; sistemas electromecánicos (bombas, motores, ascensores, aire acondicionado, etc). De no consignarse en el plano se indicará la orientación que posee el edificio. Aquí se requiere de un auditor senior y un equipo de auditores junior y asistentes según complejidad del edificio.

En la AEA-D es imprescindible contar con una encuesta socio-energética para facilitar la recolección de la información. Dado el alto costo de una AEA-D es necesario analizar y

planificar el caso a analizar para evitar pérdida de información. Esta pérdida es más usual de lo que puede esperarse y se debe a factores humanos y del instrumental.

Tanto la AEA-G, ya tratada, como la AEA-D podrá variar según la función y nivel de complejidad del edificio a auditar. No es lo mismo una vivienda unifamiliar construida por el estado para sectores de bajos recursos que un hospital de alta complejidad o un gran edificio administrativo.

En el Anexo 1 se muestran algunos casos auditados y es de destacar el caso de un supermercado barrial donde el nivel de complejidad de este es alto por la gran cantidad de equipamiento y microclimas ambientales interiores que se generan casi metro a metro de recorrido.

1.3.1. Instrumental:

La realización de una auditoría energética requiere de: brújula, cinta métrica de 5m y de 30 m, cámara fotográfica analógica o digital, documentación gráfica, planos mudos para realizar anotaciones, encuesta, etc.

Dependiendo de que se desee conocer se requerirá instrumental de medición:

- Micro adquirentes de datos "HOBO H8-002 y H8-004" (temperatura, humedad e iluminación).
- Estación meteorológica marca "Davis Weather Link II" (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, lluvia y presión atmosférica)
- Adquirentes de datos portátiles "Davis Perception II" (temperatura, humedad y presión atmosférica)
- Tester ambiental 4 en 1 (anemómetro, higrómetro, termómetro y luxómetro) marca "Lutrón LM-8000".
- Termómetro infrarrojo con puntero laser "Lutron TM-949"
- Anemómetro / termómetro de hilo caliente "Lutron"
- Anemómetro axial de mano
- Termo-higrógrafo mecánico marca SIAP
- Termómetros de máxima y mínima
- Higrómetro de precisión marca SIAP
- Luxómetro digitales "TES 1330"
- Decibelímetros "Lutron 4011".

Para el procesamiento de la información se sugiere utilizar el programa "PCLink3" para los datos meteorológicos, el programa "BoxCarPro 3.01" para los datos generados por los micro adquirentes de datos, el "Psicro 1.1" para los diagramas de confort, el "EnergCAD" (Czajkowski, 1992) para los balances estacionarios, el "AuditCAD" (Czajkowski, 1999) para los análisis energéticos, el "Discrgas" para discriminar el consumo debido a agua caliente y cocción (Czajkowski et al, 2003) .

2. Sobre el confort ambiental edilicio:

En los últimos años el concepto de confort ha evolucionado entendiéndose la calidad del producto edilicio como la conjunción de las propiedades y características del mismo que deben satisfacer las exigencias de sus ocupantes, pero donde la mayor importancia la posee la calidad ambiental que comprende el confort higrotérmico, acústico, olfativo y visual de los ocupantes del edificio (Filippi, 1996).

Por otra parte se han analizado comparativamente con un sentido bastante crítico los modelos de confort en cuanto al desarrollo del concepto bioclimático en el diseño edilicio (Sayigh y Hamid, 1998). En cuanto al comportamiento edilicio en periodos cálidos se han incorporado nuevos conocimientos que muestran la influencia de la masa en la envolvente respecto del enfriamiento pasivo (Givoni, 1988). En un sentido abarcativo y con la incorporación de conceptos como edificios inteligentes, edificios enfermos, calidad del aire interior, gestión energética y/o ambiental edilicia, entre otras se evolucionó metodológica e instrumentalmente en el campo del auditoría-diagnóstico.

En nuestro país se realizaron auditorías-diagnósticos en climas templados y fríos urbanos (Rosenfeld, 1986-93) (Discoli, 1990) (Czajkowski, 1989/90/92/04/05/06/07), climas fríos de montaña rurales (Yarke, 1988), climas fríos urbanos (Evans, 1997), en climas muy fríos patagónicos urbanos (Díaz y Czajkowski, 2003/05), en climas muy cálido húmedo (Czajkowski y Brazzola, 2005/ 07); entre otros; habiéndose desarrollado un equipo para la medición directa del confort higrotérmico.

En la bibliografía hay bastante discusión sobre el tiempo de medición y en los proyectos en los que se participó, se fueron probando tiempos e intervalos de registro de datos.

La experiencia muestra que si se desea un análisis energético global es necesario medir durante 5 a 7 días con una frecuencia diaria, bi-horaria u horaria en función del tipo de instrumental con que se cuente. Si se adopta una frecuencia horaria se requerirá contar con adquirentes de datos automáticos tipo HOBO y la información obtenida servirá a los fines de evaluar el confort higrotérmico, realizar análisis comparativos con simulaciones numéricas, entre otros. Si el objetivo es evaluar el comportamiento energético de los habitantes, se sugiere frecuencias menores o iguales a 15 minutos (temperatura, humedad e iluminación). Si se desea analizar el uso de agua caliente y cocción es necesario usar frecuencias menores a 2,5 minutos. Si no se cuenta con recursos económicos, con limitaciones, puede utilizarse instrumental manual tipo termómetros de máxima y mínima sean tipo bulbo o digitales. Pero requerirá la cooperación de un habitante del edificio y desde ya su entrenamiento y la consecuente incertidumbre del error en la toma de datos.

Respecto al inicio y fin del monitoreo se encontró adecuado iniciar y finalizar a mitad de semana con el fin de registrar el comportamiento los fines de semana.

En casi la totalidad de los casos los edificios monitoreados como parte de una auditoría poseían una inercia térmica media a baja. Esto implica que en el caso de edificios de alta inercia térmica probablemente se requieran lapsos mayores con intervalo mínimo horario a fin de evaluar el comportamiento higrotérmico del edificio.

2.1. Caso edificios de vivienda o similar nivel de complejidad:

El procedimiento de invierno puede ser o no similar al de verano en función de que se

desea medir.

2.1.1. Situación de invierno: Durante el periodo frío se sigue el siguiente procedimiento de medición.

- a. Se utilizaron dos microloggers para registrar las condiciones higrotérmicas en un dormitorio y un ambiente de uso diurno;
- b. Un micrologger se ubicó sobre la cocina para registrar la duración y frecuencia de encendido de hornallas con el fin de poder discriminar el consumo debido a cocción, con la información residual se determinó el estado ambiental de la cocina;
- c. un micrologger se instaló en el conducto de salida de gases del calentador de agua (termotanque o calefón) con el que se registró la duración y frecuencia de uso de agua caliente, con esta información más la intensidad (temperatura y humedad) se construyó un modelo para estimar el consumo de energía debido al uso de agua caliente;
- d. si la vivienda poseía más de tres ambientes se instalaron además termómetros de máxima y mínima o termo-higrógrafo con el fin de obtener información complementaria sobre el estado de confort en toda la vivienda;
- e. Se verificaron los datos consignados en la encuesta;
- f. Se registraron los valores iniciales y finales de electricidad y gas natural;
- g. Se registran las condiciones de iluminación natural en los locales de mayor uso (interior y exterior); y
- h. Según la zona (urbana o suburbana) se instaló un micrologger en el exterior en un resguardo meteorológico.
- i. En el mejor de los casos es recomendable una estación meteorológica multiparamétrica (temperatura, humedad, viento, presión atmosférica, radiación solar, radiación UV, lluvia, etc y relacionados). Desde ya por su costo no siempre es posible este instrumental pero permite luego contextualizar climáticamente las auditorías que se están realizando.

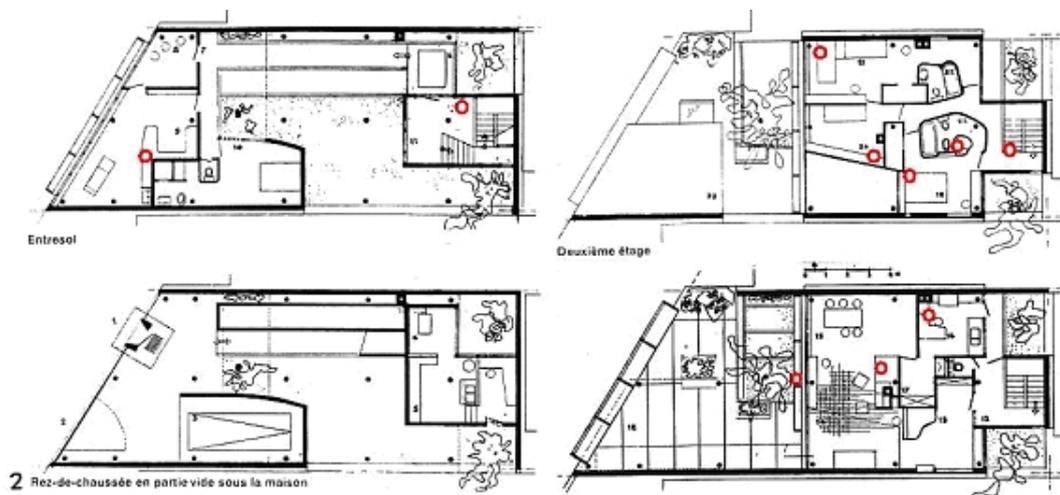


Figura 4-3: Plantas de la Casa Curutchet indicando los sitios donde se localizaron los microadquisidores de datos Hobo. De abajo hacia arriba y de izquierda a derecha: planta baja, primer piso (consultorio y hall vivienda), segundo piso (terraza, estar, comedor, cocina y toilette), tercer piso (dormitorios y baños).

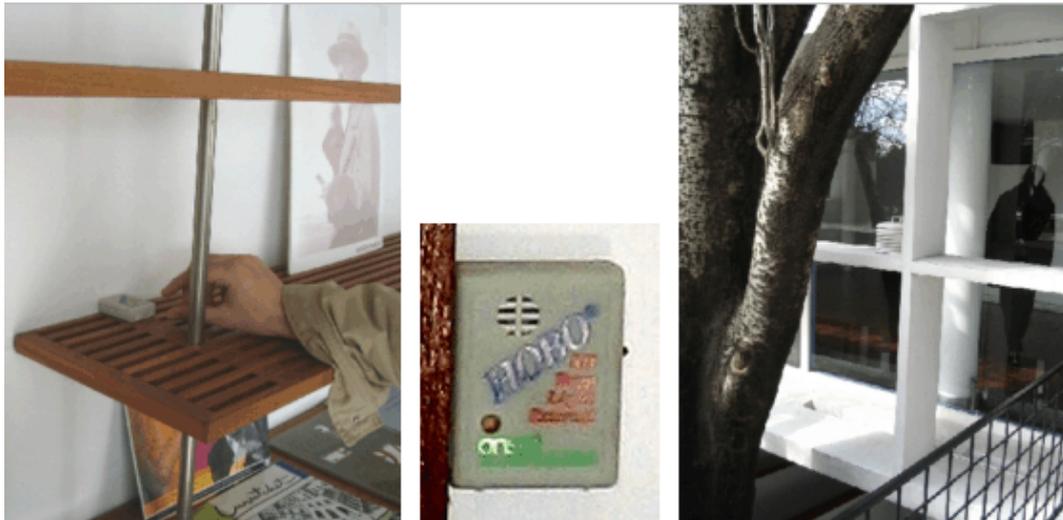


Figura 4-4: Detalle del microadquisidor de datos HOBO y ejemplo de localización en el consultorio. A la derecha localización del resguardo meteorológico Hobo sobre el “brise soleil”.

El período de medición fue de 7 días. El intervalo de tiempo de toma de datos se fijó en 2.5 minutos en los microloggers. Respecto del confort higrotérmico se seleccionaron los días críticos en cada época del año, registrándose los datos horarios en un diagrama psicrométrico, comparándose este ciclo con las zonas de confort de B. Givoni (ver figura 4-5).

Puede observarse que durante el 70 % del día en invierno la vivienda se encuentra fuera de la zona de confort, aunque dentro del área donde se alcanza el confort con radiación solar.

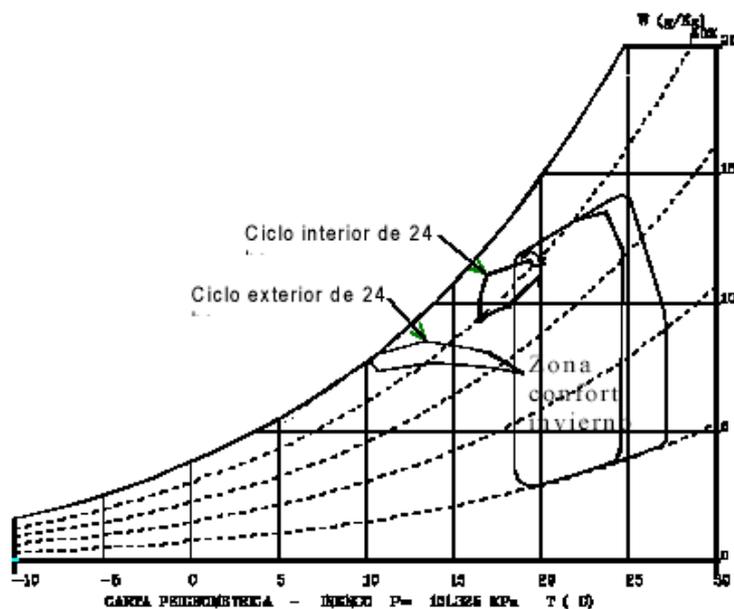


Figura 4-5: Situación de confort higrotérmico en invierno de una vivienda con registros bi-horarios mediante termohigrógrafo (La Plata).

Se presentan resultados de medición de dos viviendas (invierno y verano), a efectos de mostrar el comportamiento del registro y su diagnóstico.

2.1.2. Situación de verano:

Durante el período estival se sigue un procedimiento similar al invierno pero incorporando el registro puntual de temperaturas superficiales interiores en los muros, pisos y techos con el fin de contrastar la diferencia con la del local.

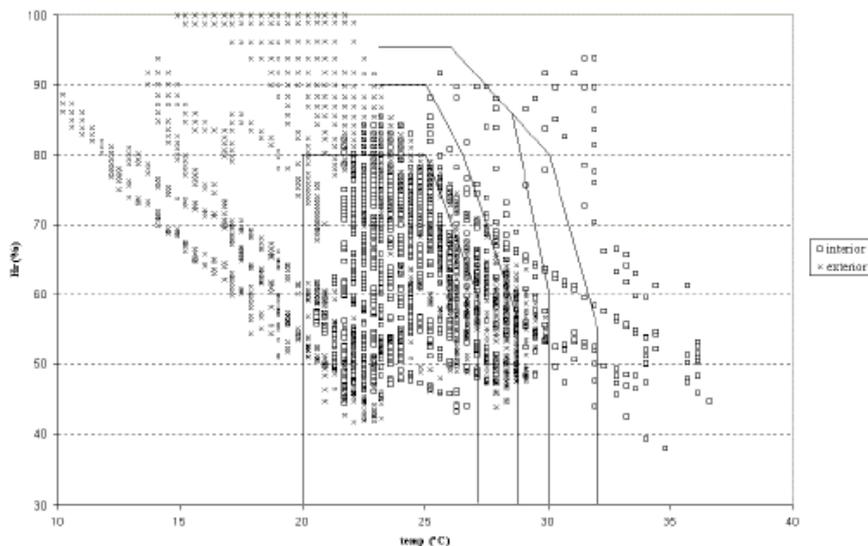


Figura 4-6: Situación de confort estival en una vivienda donde se comparan las condiciones exteriores e interiores durante 7 días.

Se toma la precaución de realizar estas mediciones cerca del mediodía en los días más calurosos de la semana de medición. De poseer equipo específico es recomendable registrar la temperatura radiante media.

Durante este período la vivienda se encuentra abierta a efectos de ventilarla con lo cual se decidió medir el confort acústico. Se ubicó un decibelímetro en el interior de la vivienda y otro en el exterior midiéndose de forma continua durante una semana, registrándose los datos en un Hobo mediante una interface construida al efecto.

Otro análisis de confort continuo se realizó para la situación de verano. Registrándose los datos de la semana de medición con un intervalo de 30 minutos sobre un diagrama de confort, con el fin de determinar la frecuencia y respuesta de la estructura edilicia en el amortiguamiento de los picos de temperatura exterior, ver fig 4-4.

Puede observarse que mientras las condiciones higrotérmicas exteriores se mantenían en la zona de confort (cuadrados blancos y negros), la evolución higrotérmica del interior de la vivienda (rombos negros) queda fuera de las posibilidades de refrescamiento pasivo mediante los recursos de ventilación cruzada y mecánica + inercia térmica.

La irrupción de micrologger significó que los datos se multiplicaran por cien o por mil en función del intervalos de medición utilizado.

Así mientras un termómetro de máxima y mínima registra dos datos/día, un termo-higrómetro digital cuatro datos/día un micrologger tipo Hobo H2-004 o U10 que registra datos cada 0,5 segundos puede llegar a los 345600 datos/día si solo estamos midiendo

temperatura y humedad relativa.

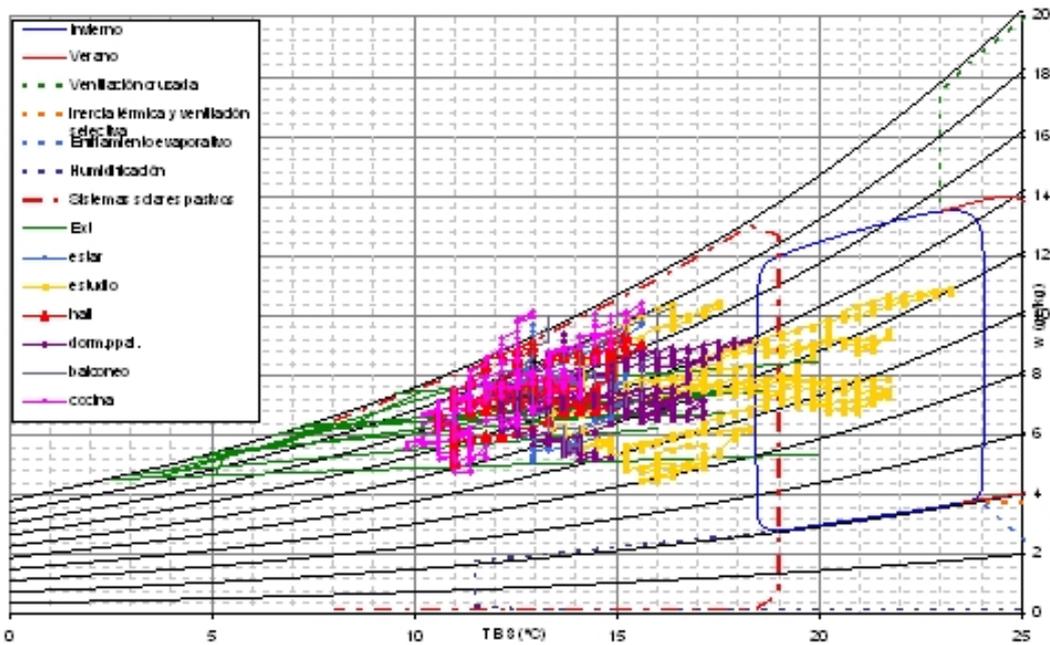


Figura 4-7: Medición del comportamiento invernal de la Casa Curutchet (La Plata; 8a18/8/2005).

Debido a esto se construyó un programa que permitiera aceptar datos de cualquier fuente y automatizar su graficado en climogramas como los de B. Givoni. Este programa se lo denominó *Psiconf 1.4* y en la figura 4-5 se muestra una salida para un monitoreo que se realizó a la Casa Curutchet de Le Corbusier.

2.1.3. El confort acústico:

La situación de confort acústico en una vivienda urbana, en este caso un departamento sobre la calle no es mejor ya que el nivel de ruidos diurno oscila entre los 40 y los 75 dB durante los días de semana. Figura 4-6.

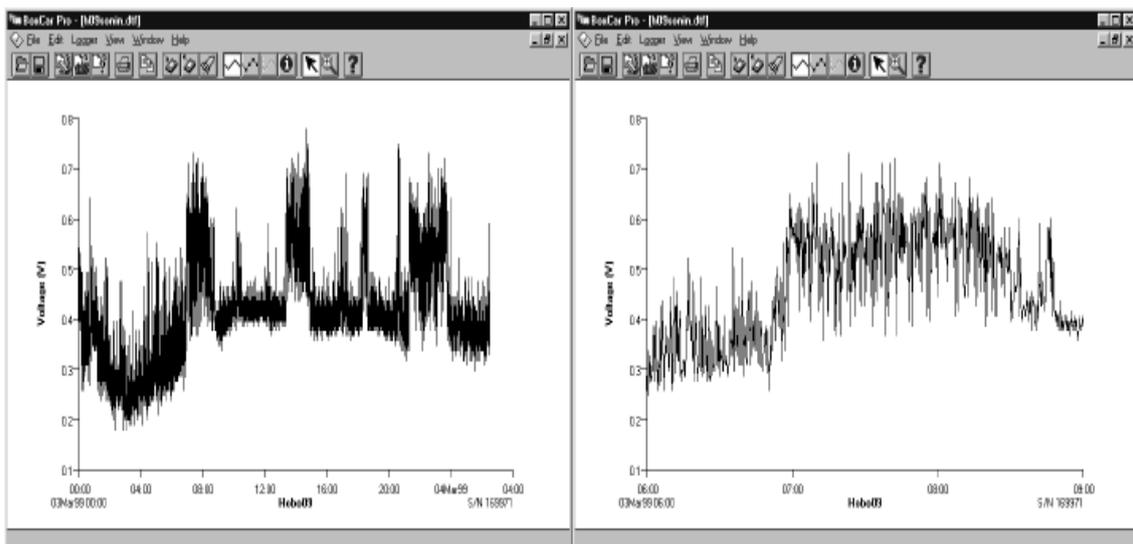


Figura 4-8: Registro continuo del nivel de ruido en el interior de una vivienda urbana. (La Plata 4 y 44)

Durante el fin de semana el nivel de ruido urbano es aceptable dentro de la vivienda. En el detalle puede verse que a partir de las siete de la mañana el nivel de ruido alcanza picos de hasta 78 dB pero donde el ruido permanente varía entre 48 y 65 dB.

2.1.4. El confort lumínico:

La calidad lumínica registrada en el interior de los locales de uso diurno intensivo alcanzó un alto grado de dispersión entre casos. Se poseen numerosos registros pero no se profundizó en una técnica de representación que relacione niveles de iluminación natural con niveles de iluminación artificial y su relación con el consumo de energía eléctrica.

3. La auditoría energética según función del edificio

En las auditorías energéticas se utiliza usualmente la misma metodología en la adquisición de datos en la generalidad de los casos ya que en esencia se busca conocer las entradas y salidas de energía junto a las condiciones ambientales del entorno respecto al interior del edificio.

Como esta investigación se refiere a edificios para habitación humana, el modo de toma de datos y los parámetros a medir tendrán directa relación con el confort humano y sus proporciones antropomórficas.

Se toma para cualquier local en general que la altura desde el nivel del piso en la que se mide o ubica el sensor deberá tener relación con el tórax de un ser humano medio y así resulta una medida de 1,50 m.

En el Capítulo 6 se tratará mediante estudio de casos, las variaciones que se presentan en la metodología al auditar edificios para viviendas, comercio, oficinas, salud y educación. En buena parte de los casos se discutirá trabajo propio y en otros trabajos en los que se tuvo diverso grado de responsabilidad. Se presenta una selección de los más de 400 auditorías globales y detalladas realizadas durante la investigación, junto a intervenciones concretadas.

Sistema informatizado para el estudio y predicción del comportamiento energético-ambiental edilicio

1. Introducción

Un sistema de auditoría-diagnóstico de edificios basado en un *modelo de integración tipológico-energético*⁽¹⁾, permite la gestión integral de los edificios o conjuntos de ellos, basados en sus aspectos estructurales y comportamentales.

Definiendo los aspectos estructurales como los referidos a las partes físicas de los edificios (medio, envolvente, forma, equipamiento, sistemas, etc.), que en función de su utilización se traduce en los aspectos comportamentales o *performance* del edificio. Esta *performance* relaciona: *aspectos de diseño* junto a *aspectos operativos*.

Estos pueden ser tratados en forma independiente o en combinación de algunos de ellos pero acarreado la dificultad de comparación de casos, e impidiendo el control de la gestión.

Un modelo como el propuesto, parte de la integración de bases de datos de casos relevados de la realidad, con otras de resultados, permitiendo determinar índices estándares y óptimos.

Un modelo de estas características basa su experiencia en los trabajos realizados por el grupo de investigación que integro. En especial por lo realizado previamente en: a. Análisis tipológico con fines energéticos y de habitabilidad (Rosenfeld, 1987)(Rosenfeld, 1988)(Czajkowski, 1989); b. Auditoría-diagnóstico y diagnóstico temprano sobre construcción de indicadores de eficiencia (Discoli, 1990); y c. integración bases de datos - *CAD*⁽²⁾ del sub-sector residencial (Czajkowski, 1992).

Se trabajó en el desarrollo de un sistema integral para el diagnóstico de la gestión del sub-sector salud y de la gestión urbana y rural (Rosenfeld, 1991) y que derivó en un sistema informatizado para el control de la gestión energética en el sub-sector salud (Discoli, 1993).

⁽¹⁾ Adaptado y ampliado del modelo de consumo desarrollado por Rosenfeld E. y Guerrero J. en el proyecto "Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda". La Plata 1987. Posteriormente es efectivizado y mejorado en el Sistema Informatizado para el Diseño de Alternativas Edilicias "EnergoCAD" (Beca CONICET: "Base de datos tipológica y proceso CAD para la simulación de alternativas edilicias y control de la red tipológica. Aplicación a la racionalización energética del hábitat bonaerense". La Plata, 1992).

⁽²⁾ *CAD* - Computer Aided Design o Diseño Asistido por Computadora.

2. Objetivo del modelo de integración tipológico-energético.

Mientras un modelo centrado en un edificio relevado de la realidad es una representación del comportamiento energético de sí mismo, aunque se posean muchos casos, un modelo basado en tipos es representativo de una gran población. Así en el Capítulo 3 vimos que estadísticamente el INDEC considera solo tres tipos de viviendas (casa, departamento y precario) y como se propuso una tipificación ampliada centrada en 17 tipos.

Entonces el objetivo principal del modelo propuesto se centra en tipos edilicios y sus modelos con pesos (representatividad en el universo construido) y atributos con el fin de modelizar la realidad y evaluar el grado de diferencia que surja al proponer escenarios.

Un sistema informatizado basado en este modelo debiera permitir modelizar gráficamente casos y tipos para evaluar variables independientes y dependientes y sus indicadores e índices.

3. Características del modelo

El modelo de integración tipológico energético propone concentrar en el mismo un conjunto de herramientas que de otra forma se usarían desarticuladamente. Permite además introducir nuevos módulos para obtener una visión lo más amplia posible del problema, mediante el análisis, clasificación, comparación y comportamiento ante el medio de los edificios del hábitat construido.

La concepción del modelo desarrollado en un sistema informatizado, poseerá flexibilidad para adaptarse a los diversos niveles de complejidad edilicia y de servicios, a las jurisdicciones a que pertenecen y a las características de las diversas regiones del país.

Basa su acción en la posibilidad de operar un gran número de variables, permitiendo profundizar el conocimiento, lo que posibilita el mejoramiento del diseño y la producción edilicia, su control temprano⁽³⁾ y planificación. Permite asimismo analizar en corto tiempo y con el menor tiempo-hombre una multitud de variables, enriqueciendo el proceso de diseño, control y planificación del hábitat.

El modelo se sustenta en sub-modelos que relacionan variables urbano-edilicias, que contribuyen a la generación de alternativas racionales que permitan tratar varias soluciones de un problema o diagnosticar hechos existentes. Apoyado en información contenida en bases de datos permite la realización de análisis comparativos entre casos.

Las bases de datos concentran información relevada de la realidad sobre las características físicas, térmicas, formales, de consumos energéticos, equipamiento y servicios de los edificios de la red, que pueden ser clasificadas, cualificadas y cuantificadas.

La Figura 5-1 muestra un esquema de funcionamiento del modelo de integración tipológico-energético. Cada bloque posee las siguientes características:

⁽³⁾ El control temprano o "prediagnóstico" apunta a generar un campo previo a la planificación y atiende al manejo de los flujos en el corto plazo y a su control como requisito de la planificación en el mediano y largo plazo.

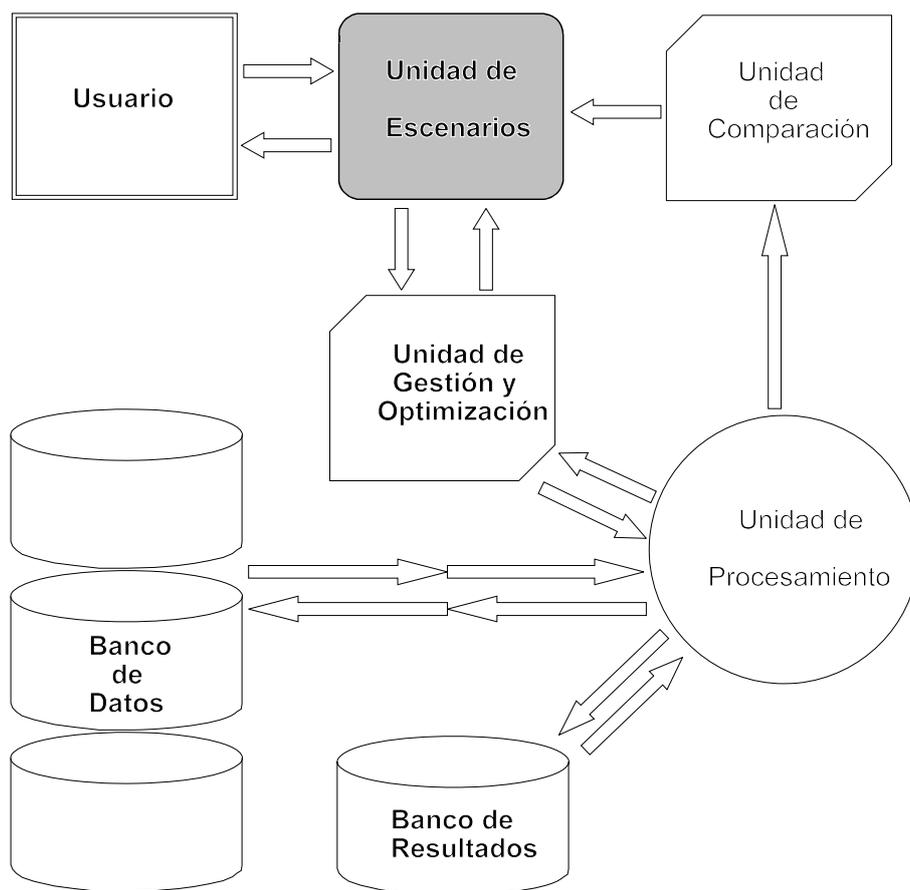


Figura 5-1: Estructura operacional del modelo de integración tipológico-energético.

a. Usuario

Se define al usuario como el profesional de la arquitectura o ingeniería responsable del proyecto, diagnóstico, gestión y/o mantenimiento de edificios de la salud perteneciente a cualquier jurisdicción y/o institución.

b. Unidad de escenarios

Esta es la unidad de comunicación del usuario con la estructura operacional del modelo, materializada en ambiente *CAD*. Para esto emplea el glosario almacenado en el banco de datos que fija los condicionantes del escenario en los cuales se realizara la gestión del edificio.

El escenario se compone de diferentes parámetros entre los cuales se pueden citar: Limitación geográfica de zonas, medidas diversas adaptadas, grado de compatibilidad, normativas impuestas, sustituciones energéticas, oferta de energía y sus costos, crecimientos, desarrollos, sostenibilidad y otros.

c. Unidad de comparación

Su función es la de completar el ciclo de comunicación entre el usuario y la estructura operativa del modelo, volcando los valores del banco de resultados y las comparaciones con el banco de datos.

d. Unidad de gestión y optimización

Su funcionamiento posibilita realizar la gestión de los datos. Governa el bloque de procesamiento en todos los cálculos necesarios a la gestión, optimizando los resultados según los requerimientos de la unidad de escenarios.

e. Unidad de procesamiento

Esta unidad se compone de rutinas que representan al modelo de análisis y clasificación de tipologías, modelo climático energético, modelo de eficiencia edilicia, el modelo de interfase gráfica, las interrelaciones clima-edificio, la efectividad del equipamiento, los factores de conversión energética, los consumos reales y sus correlaciones, etc.

Funciona con la información del banco de datos dentro del marco impuesto por la unidad de simulación y optimización.

f. Banco de datos

El banco de datos, se plantea como la organización de la información relevada compuesta de varios archivos.

- Archivo estructural: Abarca tipologías (edificios, servicios y equipamiento), climas y tipos de energías.
- Archivo numérico: Conserva los datos cuantitativos relevados.
- Archivo documental: Posee normativas nacionales y/o extranjeras, datos históricos, estadísticas, costos y otros.
- Archivo glosario: Comprende un glosario de conservación entre el usuario y la unidad de ejecución del modelo.

g. Banco de resultados

Este recoge los resultados de la evaluación optimizada, ordenados en esquemas compatibles con el banco de datos, en aquellos parámetros semejantes.

Dadas las características y estructuración del banco de resultados, este puede ser utilizado como banco de datos para nuevas evaluaciones bajo otros encuadres de escenarios.

3.1. Uso del Modelo para comparación de proyectos

Se plantearon dos alternativas, ya que el banco de datos no solo permite incorporar nuevos edificios al catálogo tipológico, sino que se puede componer en la unidad CAD un edificio o conjunto de ellos apoyado en la base de datos tipológica.

En ambos casos primero se realiza la alimentación del banco de datos, luego se identifica el modelo a utilizar inscribiéndolo en la unidad de procesamiento.

Se trabajó sobre como encuadrar el proceso de evaluación, si basado en el Modelo Climático Energético de la zona templada húmeda (Rosenfeld, 1981) o en uno propio surgido a partir de la elaboración de datos bioclimáticos para 166 estaciones meteorológicas del país que fueron transferidos a IRAM y aún se encuentran vigentes en la Norma 11603 (Czajkowski, 1992). Finalmente se creó una base de datos bioclimática ad-hoc para el sistema síntesis de los antecedentes con que se contaba.

Así la evaluación podrá mostrar el comportamiento de las unidades procesadas por separado. Los estándares obtenidos pasarán al banco de resultados siendo comparados en la unidad correspondiente. El valor estándar del edificio resulta de las interrelaciones clima-edificio que en realidad surge de un subprograma de la unidad de procesamiento.

4. Sistema de auditoría-diagnostico de edificios en CAD

Un sistema en CAD construido a partir del modelo de integración tipológico-energético presenta variantes en cuanto a su estructura operativa, pero no en lo conceptual del modelo. Para el caso de edificios de baja complejidad se centra en el tipo edilicio, pero cuando la complejidad aumenta se optó por trabajar con unidades de actividad tipo. Así el sistema se compone de seis grandes módulos o subsistemas que se interrelacionan entre sí y son:

- Módulo de escenarios y gestor gráfico de elementos tipológicos.
 - . Tipos de edificios.
 - . Tipos de unidades de actividad.
 - . Tipos de locales.
 - . Tipos de componentes tecnológico-constructivos.
 - . Tipos de equipamiento.
- Módulo de evaluación y/o simulación.
- Módulo gestor de datos climáticos.
- Módulo gestor de índices estándares y óptimos.
- Módulo de evaluación económica.
- Módulo gestor de datos tipológicos (construcción, análisis y clasificación de tipologías).

Estos se condensan en el menú principal, que permite el tratamiento externo de los módulos mencionados.

El módulo de escenarios se materializa en ambiente CAD, denominado "EnergCAD V2", que es una versión ampliada y mejorada del desarrollado en 1990 para el sub-sector residencial. Este módulo es una personalización de *AutoCAD*. La Figura 5-2 muestra el flujograma del sistema.

El sistema permite la posibilidad de acceder a los otros módulos sin abandonar el módulo de escenarios. De esta forma se pueden consultar los otros módulos y sus bases de datos sin salir del ambiente de diseño.

Así se definen dos niveles de gestión: El "Nivel 1" permite el acceso a los seis módulos secundarios y el "Nivel 2" interactúa con las bases de datos.

El sistema se planteó modular, no solo por integrar programas de diverso origen, sino previendo que en caso de faltar alguno de ellos el sistema siga funcionando.

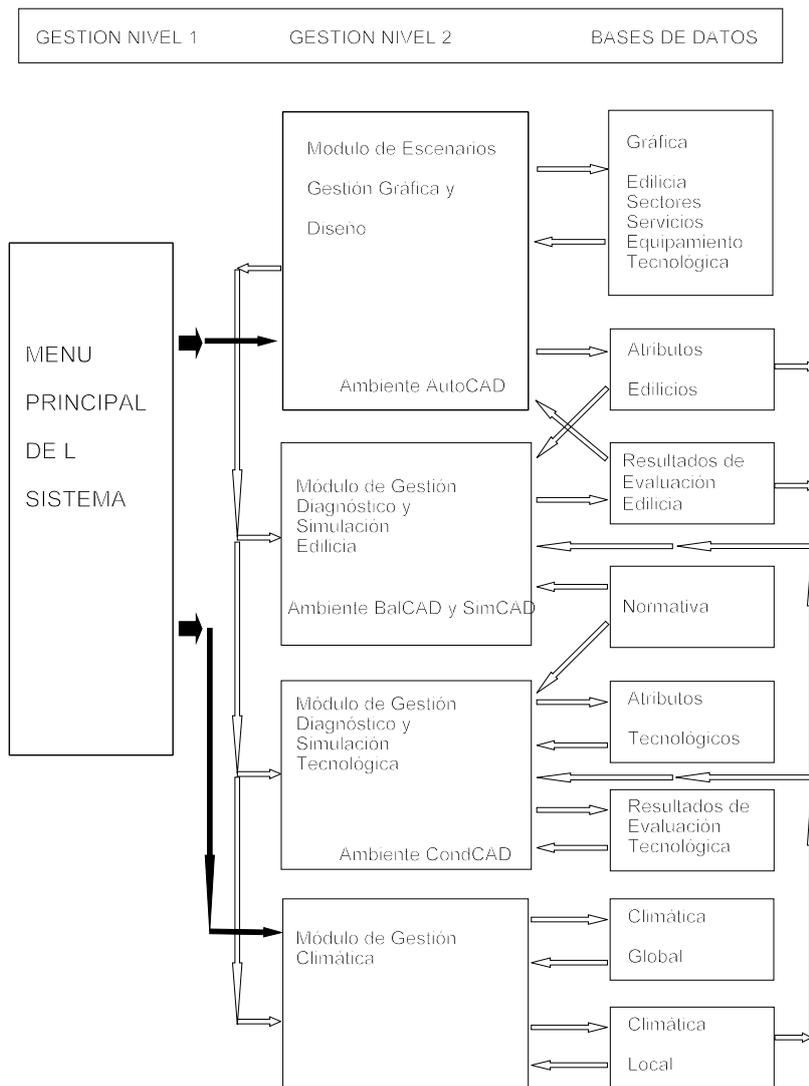


Figura 5-2: Modelo del sistema informatizado.

Además otorga flexibilidad permitiendo crecimientos y modificaciones en los módulos que lo integran o la aparición de nuevos módulos sin afectar la estabilidad del sistema.

Los módulos desarrollados en diverso grado son los siguientes:
 (F) Funcionamiento, (D) Desarrollo, (E) Estudio.

- Módulo de gestión climática y bioclimática. (F)
- Módulo de escenarios para la gestión gráfica y de diseño edilicio. (F)
- Módulo de gestión, diagnóstico y simulación tecnológica. (F)
- Módulo de gestión, diagnóstico y simulación edilicia. (D)
- Módulo de gestión tipológica, estadística y comparación(D)
- Módulo de gestión de costos referido a cómputo y presupuesto de materiales y rentabilidad de inversiones. (E)
- Módulo de regeneración tipológica. (E)

5. Arquitectura de base de datos

El sistema de gestión de datos tipológico-energéticos se sustenta en una gran base de datos compuesta por bases menores que interactúan entre sí y con los módulos del sistema.

Estas bases corresponden a datos edilicios, tecnológico-constructivos, de equipamiento sanitario, climáticos y normativos.

A su vez estos conforman bases de datos gráficas y numéricas. Estas dependen de programas como el *AutoCAD*, para el manejo de los datos gráficos y alfanuméricos de intercambio, para los datos fijos y variables de edificios.

Entonces, el sistema opera las siguientes bases de datos principales y secundarias:

Base de datos principal

secundaria

- | | |
|--|---|
| a. Edificios, sectores y servicios típicos | - Gráficos
- Atributos
- Resultados de diagnósticos energéticos |
| b. Tecnología constructiva | - Gráficos
- Atributos
- Resultados de diagnósticos higrotérmicos |
| c. Equipamiento | - Gráficos
- Atributos |
| d. Normativa | |
| e. Climática | |

5.1. Bases de Datos de Edificios:

Esta base de datos se compone de dos bases secundarias, la primera contiene los datos de los edificios del AMBA+GLP y la segunda los datos variables de cada edificio.

El sistema informatizado desarrollado determinará algunas de las variables descriptivas de los casos. Como ejemplo si tratamos *edificios hospitalarios*, las variables corresponden a características como pueden ser:

- Número de servicios de internación.
 - de consultorios externos.
 - de servicios de diagnóstico por tipos.
 - de camas disponibles.
 - de camas de dotación.
 - de pisos del edificio.
- Superficie de internación.
 - de consultorios externos.
 - de diagnóstico y terapias.

-
- de administración.
otros.
- Altura media de locales.

El sistema "EnergCAD", calcula otros indicadores edificios como:

- Carga térmica anual o mensual para calefacción.
- Coeficiente global de pérdidas térmicas "G".
- Factor de compactidad.
- Factor de forma.
- Factor de exposición.
- Pérdidas térmicas discriminadas por conducción e infiltración.
- Balance térmico estacionario (pérdidas y ganancias).
- Demanda de energía según vectores energéticos.

En función de la arquitectura del sistema se dispondrán de otros datos, como por ejemplo: superficies de partes de envolvente discriminadas por tecnología constructiva, que serán utilizados por el módulo de Cómputos de materiales.

5.2. Base de Datos Edilicia:

Esta base de datos permitirá administrar datos gráficos y no-gráficos de edificios, unidades de actividad, locales tipos y equipamiento.

Los casos típicos que integran estas bases de datos son denominados dentro del ambiente CAD como bloques ⁽⁴⁾ con atributos ⁽⁵⁾. Estos permiten ser anidados.

Por ejemplo: si estamos trabajando con un hospital, un consultorio tipológico contendrá otros bloques correspondientes al equipamiento característico de este. Tanto el consultorio como el equipamiento contienen una descripción identificatoria, dimensional, energética, etc. según corresponda, que luego conformará una base de datos específica de intercambio.

Se implementaron tres procedimientos posibles. El primero consiste en el diseño directo con entidades simples (líneas, arcos, polilíneas, etc.) sobre el AutoCAD generándose un archivo de dibujo en formato "DWG". Este archivo gráfico es evaluado con un programa en AutoLISP que se encarga de extraer las características dimensionales del edificio más sus atributos y luego construye un archivo de intercambio. En principio este es el procedimiento óptimo ya que se trabaja directamente sobre bases de datos gráfica del edificio sin generar bases adicionales.

El segundo procedimiento consiste en diseñar el edificio de manera similar al anterior pero realizando una conversión del archivo gráfico a formato DXF. Este formato de intercambio gráfico se desarrolla en código ASCII que puede ser evaluado por un programa específico en lenguajes de alto nivel ⁽⁶⁾. Se encontró que este procedimiento es poco eficiente porque

⁽⁴⁾ Diferentes entidades de dibujo (por ejemplo: líneas, arcos, etc.) agrupadas en una sola.

⁽⁵⁾ Información textual variable y asociada al bloque.

⁽⁶⁾ Son aquellos en los que las instrucciones o sentencias son escritas con palabras similares a los lenguajes humanos lo que facilita la escritura y la fácil comprensión por el programador.

implica la generación de un archivo gráfico temporario para que el programa pueda extraer la información.

El tercer procedimiento consiste en tratar ambientes tipificados de edificios residenciales (cocinas, dormitorios, baños, estar) como objetos gráficos o módulos que luego serían insertados en el dibujo principal solo validando sus proporciones y posición (rotación o espejado).

A continuación se expone el procedimiento adoptado para tratar elementos tecnológico-constructivos, que al momento opera sin dificultad.

5.3. Base de Datos Tecnológico constructiva:

Se desarrolló una base de datos tecnológico constructiva sobre tecnologías de partes edilicias. Esta base de datos interactuará con los subprogramas de la unidad de escenarios, tanto en el diseño como en la simulación y cálculo.

Esta base de datos se compone de dos secundarias, una que contiene la información gráfica y atributos y otra de intercambio entre módulos de evaluación.

5.3.1. Base de datos tecnológica gráfica:

Esta base de datos está integrada por 45 archivos de bloques (muros, ventanas, puertas y techos) en formato DWG de *AutoCAD*, los cuales son tratados dentro del ambiente CAD como bloques con atributos.

Estos bloques conforman una base de datos que a solicitud de la unidad de escenarios genera gráficamente, por ejemplo: un muro con su longitud, espesor y rotación; y además introduce automáticamente una descripción del mismo, su característica térmica, grado de protección y altura media.

Estos datos pueden visualizarse y modificarse, en cualquier momento del proceso de diseño, solo marcándolos con el puntero del mouse sobre el dibujo del edificio.

5.3.2. Base de datos tecnológica de intercambio:

Esta base de datos compuesta al presente por 45 registros en formato ASCII posee una descripción capa por capa de los distintos tipos de muros, techos, puertas y ventanas.

Estos archivos forman parte del módulo de cálculo de la resistencia térmica y coeficiente K del elemento, denominado "K_CAD". Luego de la verificación del elemento se construye un bloque de AutoCAD que es incorporado a la base de datos gráfica.

Este módulo realiza la verificación para cualquier localización geográfica y condición climática según el método de la Norma IRAM 11605.

5.3.3. Base de Datos Normativa:

Esta base de datos contiene las características higrotérmicas y físicas de 62 materiales de construcción basadas en la Norma IRAM 11601, esta incluye: densidad, conductividad térmica, permeabilidad, permeancia y calor específico. Esta base de datos interactúa con el programa "K_CAD".

5.3.4. Base de Datos Bioclimática:

Esta base de datos contiene información climática normalizada de 166 localidades de la República Argentina, la misma elaborada con información de base obtenida de la estadística climatológica del SMN (período 1961-1990).

Para la determinación de los indicadores bioclimáticos se utilizó una planilla electrónica, con algoritmos apropiados.

La base de datos se compone de dos secundarias, la primera contiene los datos medios mensuales de las 166 localidades y la segunda se reduce a datos de invierno y verano para las mismas localidades.

Indicadores de la base principal:

LAT : Latitud
LONG : Longitud
KT : Altura sobre el nivel del mar (metros)
RAD : Radiación global sobre el plano horizontal (MJ/m²)
TMED : Temperatura media anual
TMAX : Temperatura máxima media anual
TMIN : Temperatura mínima media anual
TMXA : Temperatura máxima absoluta
TMIA : Temperatura mínima absoluta
GD18 : Grados día de calefacción con bases 16, 18, 20 y 22°C
VV : Velocidad media del viento (Km/h)
TV : Tensión del vapor (milibares)
HR : Humedad relativa (%)

Indicadores de la base secundaria:

Invierno

LAT : Latitud
LONG : Longitud
ASNM : Altura sobre el nivel del mar
TMAX, TMED y TMIN : Temperaturas máxima, media y mínima medias promedio de los meses de invierno.
TDMD y TDMN : Temperaturas de diseño media y mínima.
TROC : Temperatura de rocío.
TVAP : Tensión parcial de vapor de agua (hectopascales)
HR : Humedad relativa (%)
PREC : Precipitación media de los meses de invierno (mm)
HELRE : Heliofanía relativa.
GDnn : Grados día de calefacción con bases 16, 18, 20 y 22 °C.

Verano

LAT, LONG, ASNM, TMAX, TMED, TMIN, TROC, TVAP, HR, PREC Y HELRE.

TDMD y TDMX: Temperaturas de diseño media y máxima promedio de los meses de verano.

TEC-MD y TEC-MX : Temperaturas efectivas media y máxima de los días típicamente cálidos.

Esta base de datos nos da la posibilidad de evaluar modelos edilicios en toda la extensión del país.

6. Los programas EnergoCAD y AuditCAD

Cuando se desea ampliar el nivel de conocimientos sobre la relación Hábitat – Energía en el sector edilicio: residencial, educativo, hospitalario, comercial, etc.; debemos pensar en proyectos de investigación que incluyan un plan de auditorías ambientales, utilizando las técnicas de auditoría para determinar el comportamiento edilicio respecto del confort y el uso de la energía.

Si se desea obtener algún grado de representatividad estadística se deberá pensar en auditar varios centenares de casos. Esto implica una gran movilización de recursos económicos, instrumentales y humanos.

Posteriormente se deberá procesar y analizar una cantidad de datos realmente grande que demandará muchas horas/hombre.

El proceso es relativamente largo y tedioso ya que se debe procesar la información dimensional y tecnológica del edificio, realizar un balance térmico con el fin de conocer la demanda de energía y compararlo con la energía consumida obtenida de la auditoría. Luego verificar el ajuste entre calculado y medido.

De querer plantearse un mejoramiento en la envolvente para lograr ahorros de energía o mejoras en el confort se debe reiniciar el proceso variando parámetros. Todo este proceso puede mejorarse integrando, automatizando y simplificando etapas en un entorno de diseño asistido por computadora.

Es así que se desarrolló un programa cuyo objetivo consiste en reducir la mayor cantidad de etapas reservando tiempo al diseño.

6.1. Características del programa

La arquitectura del sistema se encuentra dividida en tres partes:

- a. Unidad de Pre-procesamiento gráfico;
- b. Unidad de Exportación y clasificación y
- c. Unidad de Procesamiento y análisis.

Unidad de Pre-procesamiento gráfico: Esta unidad es una personalización del Autocad que integra en un entorno de diseño las características dimensionales del edificio analizado con bases de datos de sistemas constructivos y cuadros de diálogo para el ingreso de datos provenientes de la auditoría.

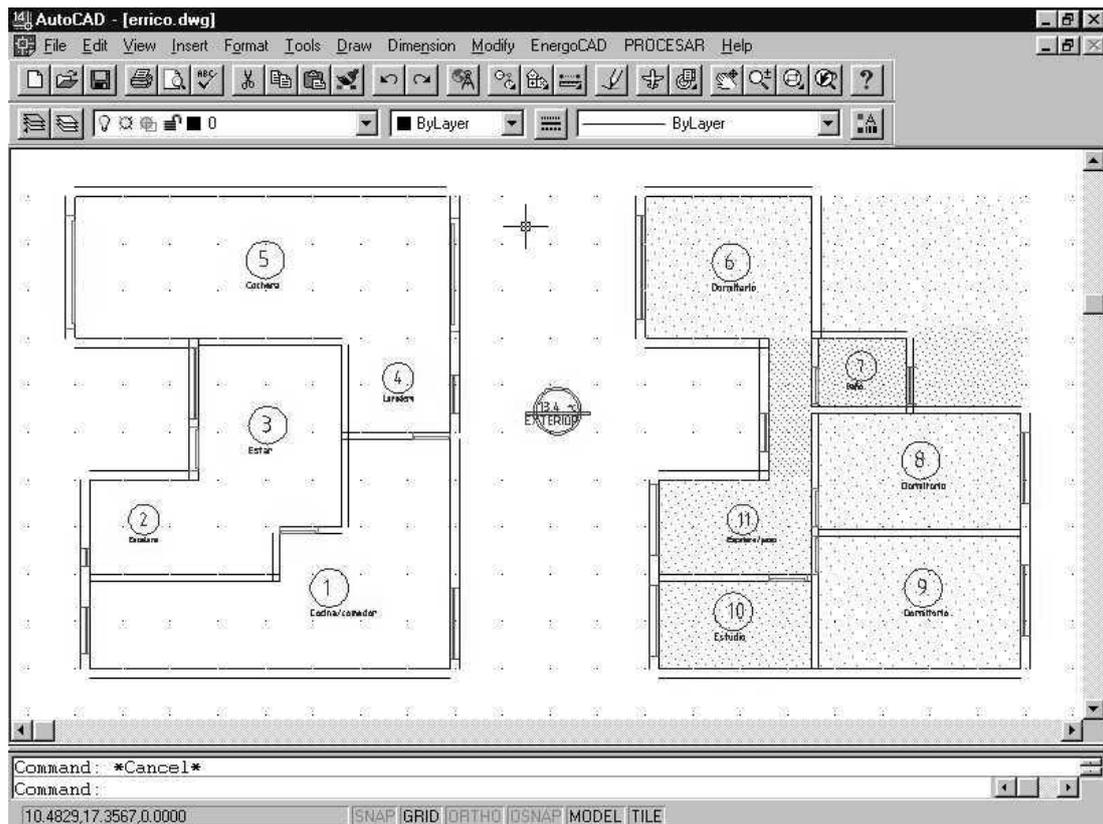


Figura 5-3: Ventana principal del AuditCAD donde se observa una vivienda tipo duplex.

Este entorno se desarrolló como un menú específico, fácilmente intercambiable que no afecta al funcionamiento del Autocad, sino que lo amplía y complementa.

El entorno *del AuditCAD* permite el manejo de múltiples variables: dimensionales, orientación, sistemas constructivos, temperaturas en cada local y exterior, grado de ocupación de locales, grados de exposición, grados de protección en aberturas (diurno y nocturno), horas medición consumo energía, consumos de energía, etc.

Prácticamente toda la gestión de información propia del edificio se realiza dentro del entorno.

Si se desea analizar alternativas arquitectónicas o variaciones en la orientación solo debemos realizar una copia del edificio a un lado y continuar con el análisis.

La selección de un objeto constructivo, por ejemplo un muro, es simple y solo deberemos seleccionarlo de un menú gráfico (ver figura 5-4).



Figura 5-4: Formulario mostrando diferentes tipos de muros.

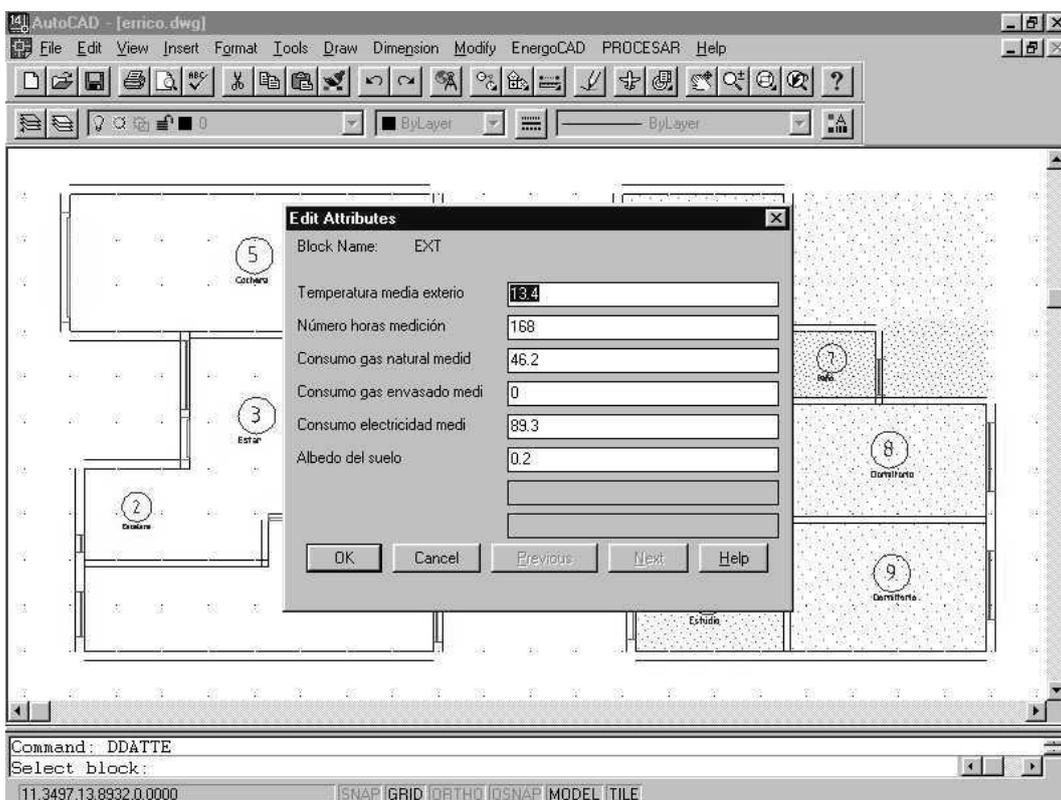


Figura 5-5: Edición de atributos del icono EXT donde se introducen datos provenientes de la auditoría energética.

La edición del objeto que guarda la información de las condiciones ambientales exteriores al edificio (temperatura, horas de medición, consumo de energía y albedo del entorno) es simple y solo bastará con seleccionarlo (ver figura 5-5)

Unidad de Exportación y clasificación: Esta unidad permite luego de seleccionados los locales a evaluar, exportar y ordenar los datos en un formato compatible con el programa AutoCAD. Este asigna un código a la base de datos exportada (ver figuras 5-6 y 5-7).

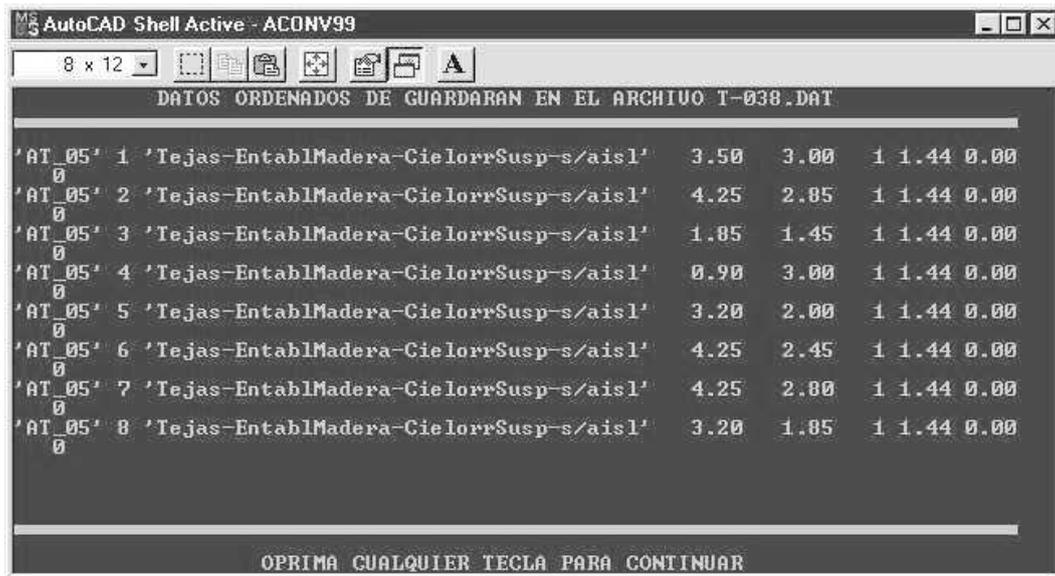


Figura 5-6: Formulario para verificar la extracción de datos previo al análisis energético.

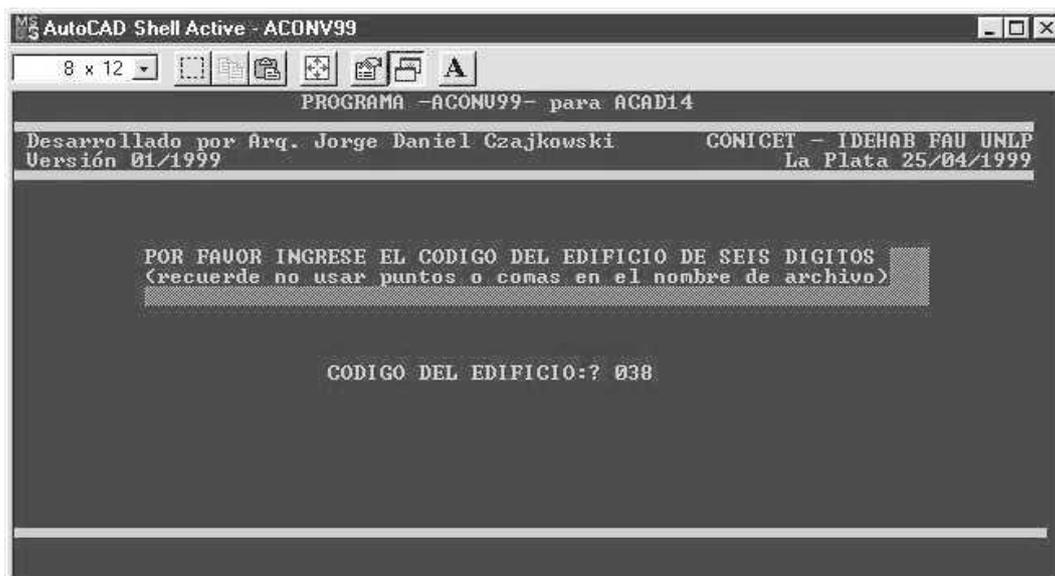


Figura 5-7: Formulario para asignar código al caso en estudio.

6.1.1. Unidad de Procesamiento y análisis:

Esta unidad permite seleccionar el escenario bioclimático, a partir del cual determinará las necesidades de energía para mantener las condiciones medidas de confort, los aportes de energía inferidos de las mediciones totales y discriminados por vectores energéticos (combustibles, ocupación e insolación), el grado de ajuste de la auditoría, etc.



Figura 5-8: Presentación del módulo AUDCAD del sistema AuditCAD.



Figura 5-9: Formulario para ingreso de datos generales y parámetros del análisis a realizarse.



Figura 5-10: Formulario que muestra las ciudades disponibles en la base de datos bioclimática.

Las figuras muestran una secuencia de trabajo con el *AuditCAD* donde se puede observar que los únicos datos adicionales que deberemos ingresar son: el código del edificio, la localidad donde deseamos evaluarlo, la cantidad de renovaciones de aire estimadas para el período frío del año, la temperatura base de calefacción y la de enfriamiento.

Estos últimos datos se consideran deberán ser adoptados por el profesional que realice la evaluación energética. En Anexo 4 se lista el programa.

En cuanto a la elección de las temperaturas de confort no existen tantos problemas y en las normas que se utilicen como referencia se las puede encontrar. Pero con las renovaciones de aire es diferente ya que si deseamos calcularlas nos encontraríamos con que son pocas las normas que nos proveen de un procedimiento.

En el caso de las normas argentinas (IRAM 11604/99) se decidió eliminar el procedimiento de cálculo utilizado por más de 15 años ya por una parte era inexacto y por otra sumamente engorrosa en su determinación.

La principal razón es que debe contarse con carpinterías que se encuentren homologadas y se conozca su permeabilidad al aire para varias velocidades de viento. Por ahora esto es casi un imposible en nuestro país.

En función de esto se decidió adoptar un valor para las renovaciones de aire= 2 en zonas templadas (zonas bioambientales III y IV) y N=1 en zonas frías y muy frías (zonas bioambientales V y VI).

El programa *AuditCAD* 1.2/03 cuenta con bases de datos de más de 80 localidades del país conteniendo datos medios mensuales de temperaturas (máximas, medias y mínimas), humedad (relativa y tensión de vapor), velocidad del viento, índice de claridad atmosférica KT y radiación solar sobre el plano horizontal.

MS AutoCAD Shell Active - AUDCAD99

8 x 12

DATOS INGRESADOS EN EL ARCHIVO LaPlataA.DAT

LOCALIDAD: LA PL AE PROVINCIA: B
 LATITUD : -34.90 LONGITUD: 57.54 ASNM: 23

MES	KT	RAD	TMED	TMAX	TMIN	TMXA	TMNA	GDC18	GDE25	UU	TU	HR
ENE	0.52	22.2	22.4	28.4	16.7	0.0	0.0	0	105	19	18.5	69
FEB	0.54	20.9	21.6	27.7	16.3	0.0	0.0	0	76	18	18.8	72
MAR	0.51	16.6	19.6	25.3	14.5	0.0	0.0	0	9	16	17.3	76
ABR	0.52	13.0	16.0	21.9	10.8	0.0	0.0	60	0	15	14.9	79
MAY	0.48	9.2	12.7	18.2	8.1	0.0	0.0	164	0	15	12.7	81
JUN	0.44	7.1	9.8	14.8	5.6	0.0	0.0	246	0	16	10.6	83
JUL	0.44	7.6	9.4	14.4	5.6	0.0	0.0	267	0	17	10.3	84
AGO	0.48	10.7	10.2	15.6	5.7	0.0	0.0	242	0	17	10.4	79
SET	0.48	14.1	12.6	17.9	7.5	0.0	0.0	162	0	20	11.6	78
OCT	0.49	17.8	15.0	20.5	10.1	0.0	0.0	93	0	20	13.5	78
NOV	0.51	21.2	18.1	23.5	12.3	0.0	0.0	0	0	20	16.1	76
DIC	0.49	21.4	21.1	26.9	15.3	0.0	0.0	0	59	20	17.1	69
	0.49	15.1	15.7	21.3	10.7			1234	249	18	14.3	77

Desea continuar [S/N]

Figura 5-11: Formulario para verificación de los datos bioclimáticos.

El módulo en función de esta información calcula las temperaturas de diseño, los grados día de calefacción y enfriamiento (ver figura 5-11). El modelo bioclimático sobre el cual trabaja el programa es un análisis energético en estado estacionario.

Para la determinación de las ganancias solares por ventanas se realiza un análisis horario a lo largo de un año basado en el modelo de Liu y Jordan con arreglos de Orgill y Holland en la radiación difusa.

6.2. Un ejemplo de aplicación:

El ejemplo que se presenta es una vivienda unifamiliar auditada en invierno y verano de la ciudad de La Plata. Posee una superficie de 115 m² y residen 6 personas. Se la auditó durante 168 hs, durante las cuales se consumieron 46.2 m³ de GN y 89.3 kWh de EE.

El área y volumen calefaccionados fueron 62.6 m² y 342.3 m³ respectivamente. En la figura 5-12 puede verse que las necesidades de energía calculadas por balance fueron de 2046 MJ, mientras que de las mediciones surge que se han aportado 2211 MJ.

Esto representa una diferencia de 7.46% entre calculado y medido.

Los aportes discriminados son: 55% en GN, 14.5% en EE, 7.4% por ocupación y 23.1% debidos ganancias solares.

En las siguientes figuras pueden verse las otras salidas del programa:

- Asignación porcentual de pérdidas térmicas por partes de la envolvente junto a indicadores dimensionales, energéticos y de calidad térmica del edificio;
- Demanda de energía mensual en calefacción para tres tipos de combustible con y sin aporte solar y
- Carga térmica mensual en refrigeración basado en el discutido modelo de grado días de enfriamiento.

ASIGNACION PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGUN BALANCE		
CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS.....	W/°C...	177 28.30 %
TECHOS.....	W/°C...	90 14.32 %
VENTANAS.....	W/°C...	139 22.22 %
PUERTAS.....	W/°C...	12 2.00 %
PISOS.....	W/°C...	38 6.13 %
RENOV. DE AIRE.....	W/°C...	170 27.07 %
RESUMEN CARACTERISTICAS DIMENSIONALES Y TERMICAS DEL EDIFICIO		
COMPACTIDAD.....		0.27
FACTOR DE FORMA.....		0.94
FACTOR DE EXPOSICION.....		0.45
CARGA TERMICA DEL EDIFICIO.....	KW.h.....	18557
COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO.....	W/°C.....	627
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA.....	W/m²°C.....	10.01
COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN.....	W/m³°C.....	2.59
Ver Resultados [1 / 2 / 3 / 4 / N1]		

Figura 5-12: Formulario 1 de resultados.

COMPARACION BALANCES ENTRE APORTES MEDIDOS Y CALCULADOS		
Horas medición consumo energía:	168 hs	Dias medición: 7.00 dias
Consumo gas natural :	46.20 m3	
Consumo Gas Envasado :	0.00 Kg	
Consumo Energía Eléctrica :	89.30 kWh	
Temperatura del exterior media:	13.40 °C	
Temperatura del interior media:	18.80 °C	
Número de renovaciones de aire:	2.00 ra	
Número de habitantes :	6 Hab	
Area habitable estudiada :	62.63 m²	
Volumen climatizado estudiado :	242.30 m3	
NECESIDADES DE ENERGIA CALCULADAS POR BALANCE	: 2046.91 MJ	
Aportes de energía debidos al Gas Natural	: 1216.63 MJ	55.0 %
Aportes de energía debidos al Gas Envasado	: 0.00 MJ	0.0 %
Aportes de energía debidos a la Energía Eléctrica	: 321.48 MJ	14.5 %
Aportes de energía debidos a la ocupación	: 163.30 MJ	7.4 %
Aportes de energía debidos a la insolación	: 510.45 MJ	23.1 %
APORTES DE ENERGIA INFERIDO A PARTIR DE MEDICIONES	: 2211.86 MJ	
DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE CONSUMO CALCULADO Y MEDIDO:		-7.46 %
Ver Resultados [1 / 2 / 3 / 4 / N1]		

Figura 5-13: Formulario 2 de resultados.

En la figura 5-12 puede observarse que las pérdidas debidas a las renovaciones de aire significan un 27.1%, esto hace que ese valor adoptado al comienzo de $RA=2$ posea un gran peso relativo en el balance térmico. Mínimas variaciones en las renovaciones del aire causan importantes variaciones en las demandas de energía.

Así este caso puede mejorarse disminuyendo la permeabilidad al aire en puertas y ventanas mediante burletes, mejorando el nivel de aislamiento en muros y techos y tendiendo progresivamente a reemplazar el vidriado simple por doble vidriado hermético (DVH). Con estas medidas se puede reducir entre un 40 a 60% la demanda de energía.

La calidad térmica del edificio es regular con un $G = 2.6 \text{ W/m}^3\text{°C}$ y un $UA = 627 \text{ W/°C}$. El aporte potencial de energía por ganancia directa en los meses fríos es del 33 al 41 %.

Esto en condiciones ideales, ya que el modelo supone que todos los días del mes son claros. Mientras que se ha medido que el 75% de los días invernales en La Plata se encuentran con el cielo parcial o totalmente cubierto. En función de esto se trabaja en un arreglo que considere días tipo (si se poseen datos) que permita un menor error en el diagnóstico mensual y anual.

AutoCAD Shell Active - AUDCAD99

8 x 12

BALANCE TERMICO Y DEMANDA DE ENERGIA MENSUAL - GRADOS DIA CALEFACCION

Energia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
GD (18°C)	0	0	0	60	164	246	267	242	162	93	0	0	1234
Perdidas	0	0	0	9	25	37	40	36	24	14	0	0	186
Ganancias	15	17	16	16	15	13	13	15	15	16	16	15	182
Balance %	0	0	0	183	60	36	33	41	63	112	0	0	98

Sin sol	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m ³ /mes/10	0	0	0	8	23	34	37	33	22	13	0	0	171
Kg/mes/10	0	0	0	6	18	26	28	26	17	10	0	0	132

Con sol	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
m ³ /mes/10	0	0	0	0	9	22	25	20	8	0	0	0	84
Kg/mes/10	0	0	0	0	7	17	19	15	6	0	0	0	65

Ver Resultados [1 /2 /3 /4 /N]

Figura 5-14: Formulario 3 de resultados.

AutoCAD Shell Active - AUDCAD99

8 x 12

CARGA TERMICA MENSUAL EN REFRIGERACION - GRADOS DIA ENFRIAMIENTO

La determinación del comportamiento térmico edilicio en verano basado en el modelo de Grados Día de Enfriamiento se encuentra en discusión. Los resultados obtenidos no son confiables y por lo tanto no deben ser tomados en consideración. Se recomienda realizar un balance dinámico.

Energia	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	AÑO
Env.opaca	16	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	9	37
Env.vidrio	15	17	16	0	0	0	0	0	0	0	0	15	63
Total	31	28	18	0	0	0	0	0	0	0	0	23	101

Ver Resultados [1 /2 /3 /4 /N]

Figura 5-15: Formulario 4 de resultados.

El desarrollo de esta herramienta significó una importante ayuda para el tratamiento del centenar de casos auditados por los proyectos *UREAM*, *UREAM2*, y *MAE* que se desarrollaron entre los años 1999 a 2006.

Las mayores inestabilidades e inconsistencias del modelo bioclimático desarrollado para el programa *AuditCAD* son de difícil control.

Como ser la obtención de datos experimentales de: infiltraciones de aire por carpinterías y conductos, variaciones en la resistencia térmica superficial interior de los locales, una mejor discriminación de los aportes de energía (calor sensible y calor latente), características de las superficies transparentes, efectos del entorno (sombras cercanas y lejanas), rendimientos de los artefactos, calidad de los combustibles, efectos de puentes térmicos constructivos y geométricos, etc.

A pesar de lo mencionado no debemos olvidar que la diferencia entre calculado y medido se encuentra en un valor cercano al 10%.

Estudio de casos

1. INTRODUCCIÓN:

A lo largo de sucesivos proyectos de investigación se participó con diverso grado de responsabilidad, aunque siempre en contacto con la unidad de análisis, en la realización de auditorías, encuestas socio-energéticas, monitoreo o ensayos. Posteriormente en gabinete se procedió a la sistematización de la información, su análisis finalizando con elaboración de un diagnóstico en la mayoría de los casos. Junto a esto y en muy pocos casos se pudo intervenir edificios o proyectos de edificios introduciendo modificaciones para mejorar la eficiencia energética de estos.

Estos escasos casos son valiosos ya que permitieron comparar lo previsto con la metodología desarrollada y luego de un año de funcionamiento ser auditados para verificar el error del método. En otros casos se aplicó el método para introducir mejoras contrastando con monitoreo y simulaciones en estado estacionario. En algún caso se implementaron auditorías globales con el fin de conocer demandas de energía a nivel anual y emisiones de gases de efecto invernadero.

De los más de 400 casos en los que se trabajó solamente se presentan algunos casos que se los considera en particular. Dos casos del sub-sector residencial, una comparación de cuatro casos del sub-sector salud, uno del sub-sector comercial y una comparación de ocho casos del sub-sector administración. El resto forma parte de las bases de datos con la cual se realizan otro tipo de análisis estadísticos y se modeliza.

2. Sub-sector residencial

2.1. Caso 1: vivienda de interés social

- Reseña: Prototipo de vivienda Plan Federal 2 comparado con caso auditado en Rojas (BsAs)
- Metodología: Auditoría de 7 días con micro-adquisidores de datos Hobo y comparación con simulación numérica en *EnergyPlus 3.1*.
- Objetivo: Encontrar pautas de diseño de bajo costo para alcanzar un confort económico sin energía externa o normalizado con mínima demanda de energía.
- Conclusión: El método desarrollado permitió alcanzar el objetivo.

Durante la investigación se trabajó en el seguimiento y monitoreo mediante auditorías energéticas globales y detalladas en el AMBA, la provincia de Buenos Aires, la provincia

Mucho se ha trabajado sobre la vivienda de interés social, mayoritariamente desde comportamientos térmicos y consumo energético en estado estacionario, monitoreo de la habitabilidad higrotérmica, propuesta de modelos simplificados de ahorro de energía en calefacción, evaluación de la transmitancia térmica adecuada, evaluación del riesgo de condensación, entre otros.

En este se pretende: a. establecer contacto con los hacedores de viviendas de interés social del Instituto de Vivienda de la Provincia de Buenos Aires con el fin de mejorar un prototipo de vivienda de interés social vigente. Se acuerda trabajar sobre un ejemplo del Plan Federal 2 que prevé construir viviendas de uno o dos dormitorios, que deben crecer en dúplex con un costo entre 47.000 y 57.000 pesos (2007). esto implica 887 pesos/m² o 286 u\$/m². Ver Figura 6-1.

Con el fin de comparar resultados de simulación y medidos se realizó una campaña de auditoria energética en viviendas habitadas en Rojas (Bs.As). Luego se modeló en EnergyPlus⁽¹⁾ las viviendas para ajustar el modelo y a partir de esto proponer mejoras. Se muestran resultados surgidos de simulaciones numéricas realizadas con el programa EnergyPlus del Departamento de Energía de los Estados Unidos de Norte América, que es de libre disponibilidad. La única base de datos meteorológica (bdm) disponible es Aeroparque (Bs As) y es con la que se trabajó.

El objetivo consiste en tomar el modelo de vivienda enviado por Nación y proponer escenarios tecnológicos en cuanto a características de muros y techos, niveles de aislamiento térmico, tasa de ventilación, protección solar; a fin de conocer su comportamiento térmico anual. Pero centrandolo en el período de verano e invierno y discutirlos.

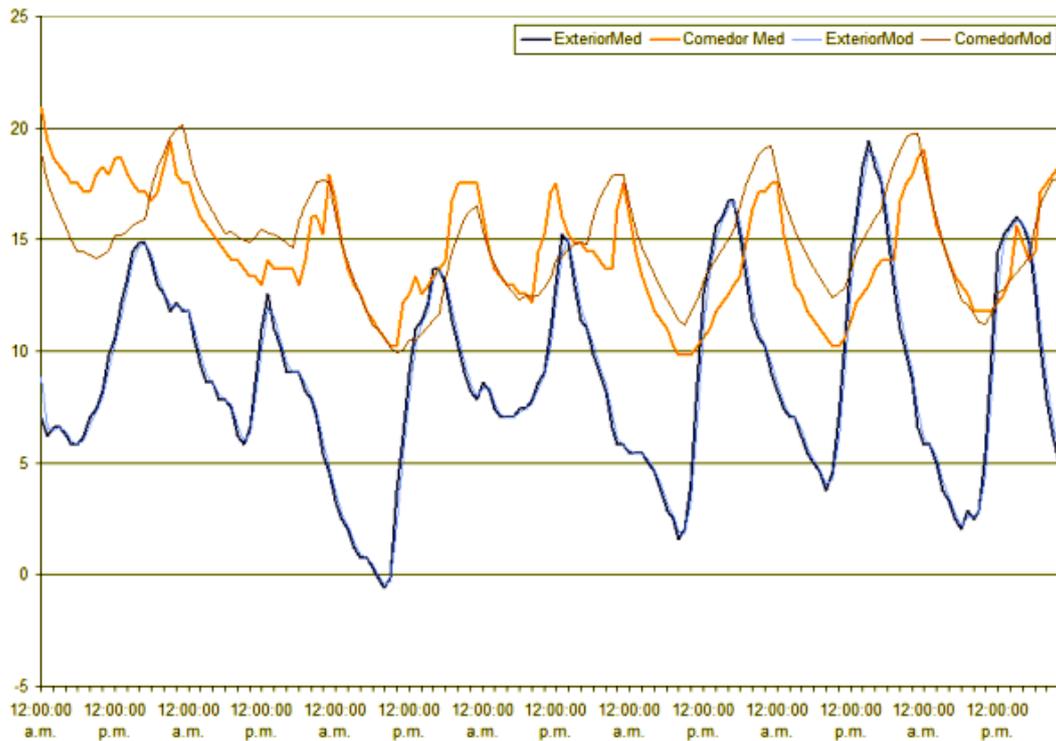


Figura 6-2: Validación del modelo vivienda auditado y simulado con EnergyPlus.

⁽¹⁾ EnergyPlus 3.1 (2009). Energy Efficiency and Renewable Energy. US Department of Energy. [<http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>]

2.1.1. Metodología:

Se modelizó la vivienda auditada en EnergyPlus, se estableció una agenda de uso y ocupación (personas, iluminación, cocción y agua caliente), basado en los casos auditados para cada mes del año. Esto con el fin de generar cargas internas por ocupación hora-hora. A fin de contrastar resultados entre auditado y simulado se insertó en la base de datos climáticos del programa los datos climáticos medidos para el período de medición.

En Figura 6-2 se muestra que no hay diferencia en el exterior entre auditado y simulado y en el interior de la vivienda las diferencias no son significativas.

En cada escenario tecnológico se fueron incorporando cambios en la envolvente a fin de evaluar el comportamiento térmico del conjunto. Se utilizaron tres soluciones base para muros y una para techos.

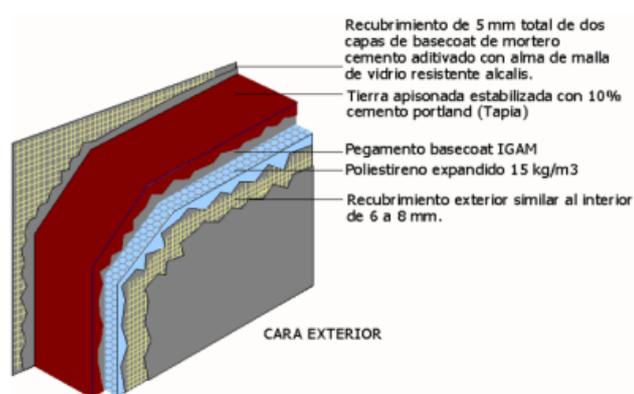


Figura 6-3: Tradicional «tapia» mejorada (Fuente: elaboración propia).

En muros: ladrillos cerámicos huecos de 18x18x33; bloques de concreto 19x19x39 y «tapia» de suelo estabilizado. En la solución base (Prot1) se utilizaron carpinterías de aluminio con vidrio simple. En la solución intermedia (Prot2) carpinterías de madera de cultivo tratadas con CCA y vidrio simple pero con postigones exteriores de madera. En la solución recomendada (Prot3) las mismas carpinterías pero con doble vidrioado hermético ($K= 2,8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$). Previamente se analizó cuales son las soluciones constructivas usuales en la construcción de estos barrios definiendo sus características físicas y térmicas.

Se establecieron las mejoras en función del Nivel B propuesto en la Norma IRAM 11605 y una versión mejorada que se denominó «recomendable». Una de las opciones que se adoptó fue recuperar la «Tapia» como solución constructiva ancestral de muy bajo contenido energético (IDAE, 1999); constituida por suelo apisonado con un 10% (promedio) de aglomerante sea cemento Portland o cal hidráulica (Figura 6-3).

Se utilizaron antecedentes locales y regionales donde se obtuvieron valores de su comportamiento mecánico, físico y térmico. (Cortes, 1996). Se aumentó la masa térmica de los bloques de concreto rellenando sus huecos con tierra levemente apisonada (Prot 1 ; 2 y 3). Se pierde levemente aislamiento térmico, pero se aumenta la masa.

En el caso de muros la opción es adherir el aislamiento térmico en la cara exterior, mediante un procedimiento denominado «EIFS» External Insulation Finish System⁽²⁾. Este sistema permite incorporar aislamiento térmico exterior al menor costo posible (Filippin, 2007), evitando recubrimientos como dobles muros y otros. Se probó este sistema con buenos resultados en dos viviendas privadas en La Plata, con materiales locales.

Tabla 6-1: Síntesis de las características físicas y térmicas de los muros usados en la simulación

Prototipo	Espesor m	Aislam. m	K W/m ² .K	Masa Kg/m ²
P1-LH: Sin aisl., vidrio simple y carpintería aluminio sin protección solar.	0,20	---	1,75	140
P2-LH: Nivel B, vidrio simple, carpint. madera y postigones exteriores	0,24	0,04	0,58	142
P3-LH: Nivel Rec, vidrio doble, carpint. madera y postigones exteriores	0,28	0,08	0,37	143
P1-BC: Sin aisl., vidrio simple, carpint. aluminio s/ protección solar.	0,20	---	2,70	188
P1'-BC: Sin aisl. c/tierra, vidrio simple, carpint. aluminio s/ prot. solar.	0,20	---	3,22	322
P2-BC: Nivel B c/tierra, vidrio simple, carpint. madera, postigones ext.	0,24	0,04	0,68	324
P3-BC: Nivel Rec c/tierra, vidrio doble y carpint. madera y postigones ext.	0,28	0,08	0,42	326
P1-Tap: Sin aisl. c/tierra, vidrio simple, carpint. aluminio sin prot. solar.	0,20	---	1,91	384
P2-Tap: Nivel B, vidrio simple y carpintería madera y postigones ext.	0,24	0,04	0,60	386
P3-Tap: Nivel Rec, vidrio doble y carpintería madera y postigones ext.	0,28	0,08	0,38	388

Tabla 6-2: Síntesis de las características físicas y térmicas de los techos usados en la simulación

Prototipo	Espesor m	Aislam. m	K W/m ² .K	Masa Kg/m ²
P1-LCH: Losa de viguetas y ladrillos huecos c/term. usuales. Sin aisl.	0,15	---	3,48	320
P2-LCH: IDEM Anterior. Nivel B.	0,26	0,07	0,40	330
P3-LCH: IDEM Anterior. Nivel Recomendable.	0,34	0,15	0,19	334

Dado que es parte del Plan Federal 2 que la vivienda crezca como dúplex y la cubierta es de manera excluyente una losa, se optó por implementar un «techo invertido». Esto permite además proteger la barrera hidráulica y hacerla actuar como barrera de vapor. El aislamiento (EPS 30 kg/m³) se apoya sobre la membrana y se cubre con una capa de ripiolita.

Cuando se desee construir la planta alta se quita y acopia el aislamiento para ser utilizado nuevamente en la nueva cubierta. Finalmente se implementó un nivel de aislamiento mínimo basado en el concepto de «espesor económico de aislamiento térmico» (Raspall y Evans, 2003) a fin de verificar comportamientos.

2.1.2. Resultados:

Se seleccionaron 10 días de verano e invierno donde el clima exterior se mostrara más riguroso. En el caso de verano cinco días con temperatura creciente que llegan a un máximo de 35,6°C y luego el cambio de temperatura producto de una tormenta.

En el caso de invierno 10 días con temperaturas mínimas que llegan a - 2,4°C y solo dos días antes sobrepasa la máxima levemente los 17°C. En las figuras 6-4 a 6-6 se muestra

⁽²⁾ [www.eifscouncil.org]

la respuesta térmica de verano de la vivienda sin mejoras y con las mejoras progresivas. En las figuras 6-7 a 6-9 en condición de invierno.

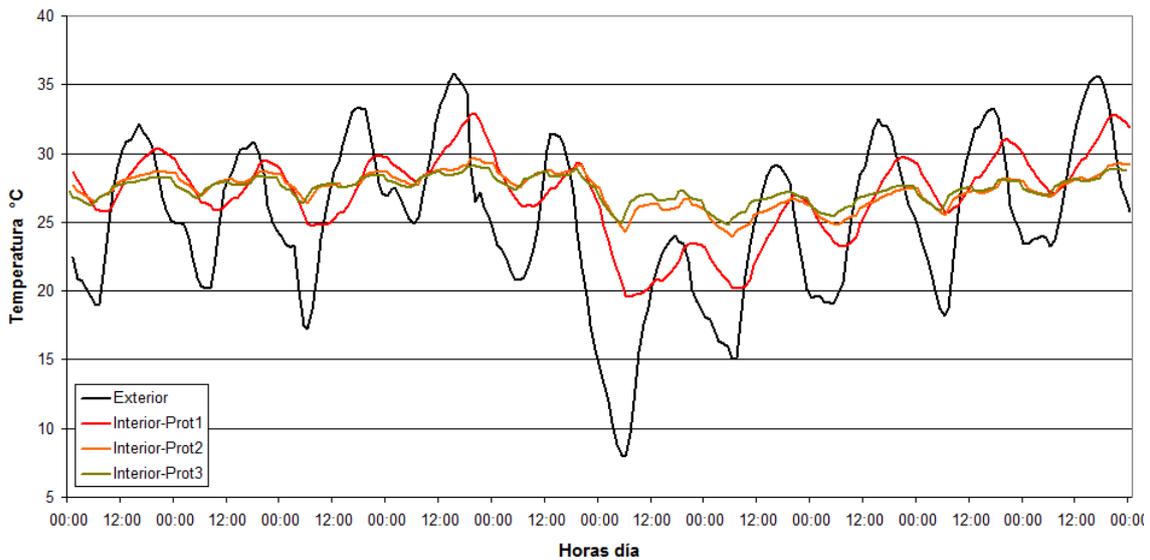


Figura 6-4: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de ladrillo hueco y niveles de mejora. 1 al 10 enero datos EnergyPlus BsAs.

2.1.2.1. Verano:

Las soluciones constructivas convencionales muestran grandes variaciones térmicas que van siguiendo el ritmo exterior con una amplitud térmica menor pero con extremos en el día más cálido de 31°C y mínima de 27°C (figura 6-5: día 4 en rojo). Aclarando que no hay protección solar en las carpinterías y si baja tasa de ventilación. En ese mismo día la tapia responde con una amplitud de 4,5°C y una máxima de 33°C. De cualquier forma fuera del confort térmico (figura 6-7: día 4 en rojo).

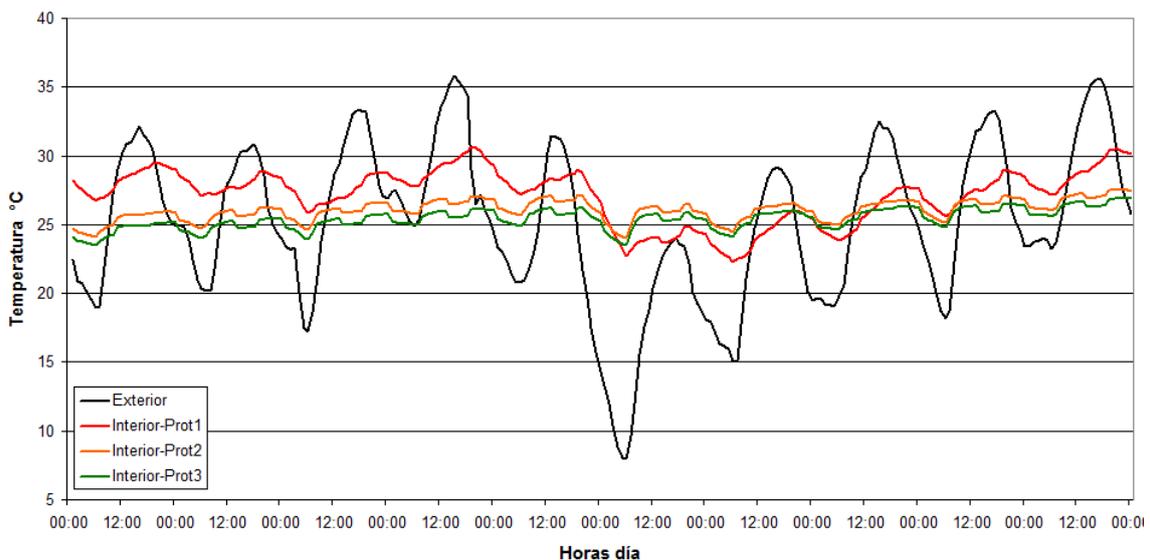


Figura 6-5: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de bloques de concreto y niveles de mejora. 1 al 10 enero datos EnergyPlus BsAs.

La solución Prot2 y Prot3 en las tres soluciones constructivas casi no muestran diferencias. O sea duplicar el aislamiento térmico en verano no implica una mejora o diferencia significativa. Si el cambio en el material de la carpintería, la protección solar en ventanas durante el día y la ventilación selectiva (ventilación cruzada nocturna y mínima diurna).

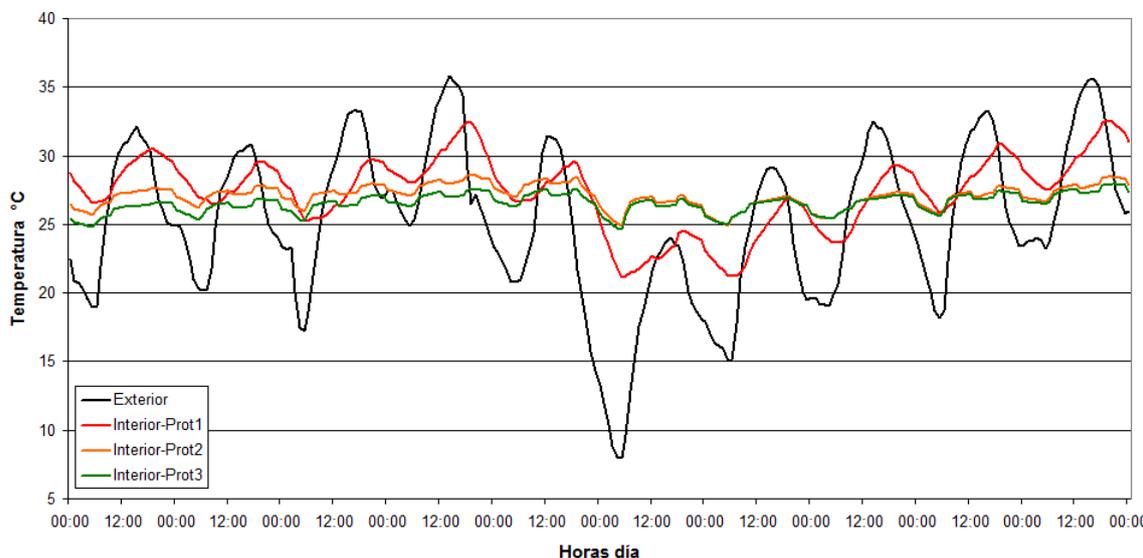


Figura 6-6: Comportamiento térmico verano de la vivienda resuelta con muros de suelo estabilizado «tapia» y niveles de mejora. 1 al 10 enero datos EnergyPlus BsAs.

Con ladrillo hueco Prot2-3, se llega a máximas de 28 a 29°C y amplitud térmica de 2°C. Con el bloque de concreto relleno de tierra y el EIFS una máxima de 26°C y 1°C de amplitud térmica. El muro de tierra estabilizada con un comportamiento muy similar, 27°C y Δt 1°C, pero a un costo menor.

Mientras el exterior varió entre 7 a 36°C en los 10 días el interior lo hizo entre 23 a 27°C en el caso de los bloques de concreto rellenos con suelo y aislamiento exterior. Mientras la tapia respondió con 25 a 28°C. En otras palabras en el período más riguroso para la ciudad de Buenos Aires con ventilación mecánica y con estrategias de diseño pasivo más aislamiento térmico y masa la vivienda se mantuvo en un razonable confort.

2.1.2.2. Invierno:

Durante este período la ventilación se restringió al mínimo sanitario (1 RA) y los postigones estuvieron abiertos desde las 6 de la mañana a las 20 hs en los tres casos. En la condición sin mejoras en los tres casos, la temperatura interior varió entre 3,5 y 17°C en el período, mientras el exterior entre -2,5°C a 17,5°C. Pero lejos del confort sin calefacción.

Mientras en el verano el aislamiento térmico no muestra significativa sensibilidad a los cambios en la temperatura, en invierno si. Implementando el Nivel B de la IRAM 11605 se consigue en las tres soluciones constructivas una media interior del período cercana a los 13°C.

Con la incorporación de 800 W de potencia de calefacción y sumado al calor por ocupación de 150 a 175 W diarios entre las 12 y las 22hs se llega al confort de 18°C ya que hay que elevar 5°C la temperatura interior.

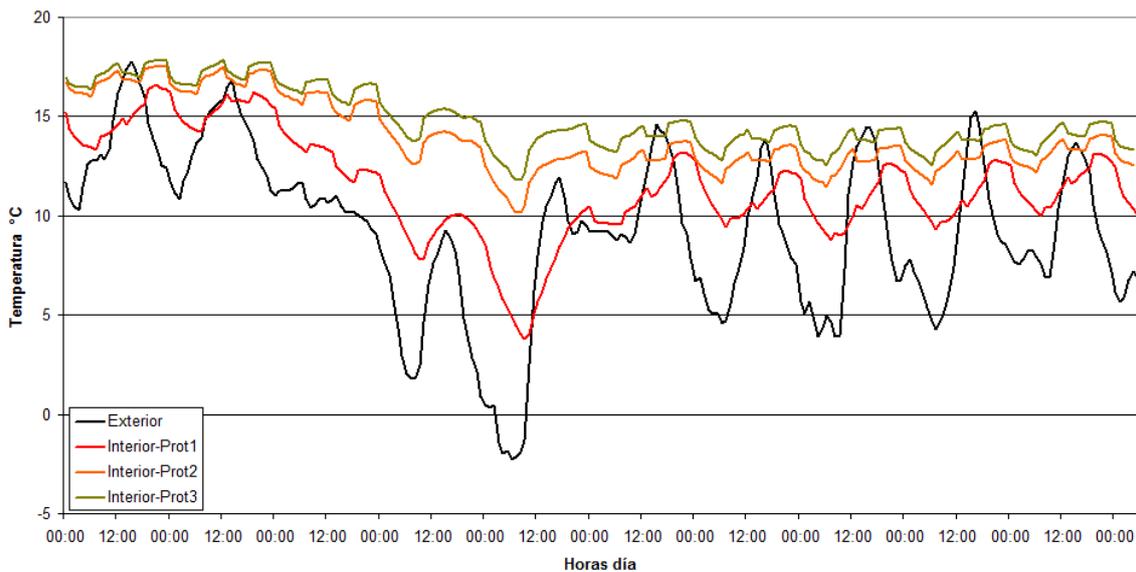


Figura 6-7: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de ladrillo hueco y niveles de mejora. 15 al 25 julio datos EnergyPlus BsAs.

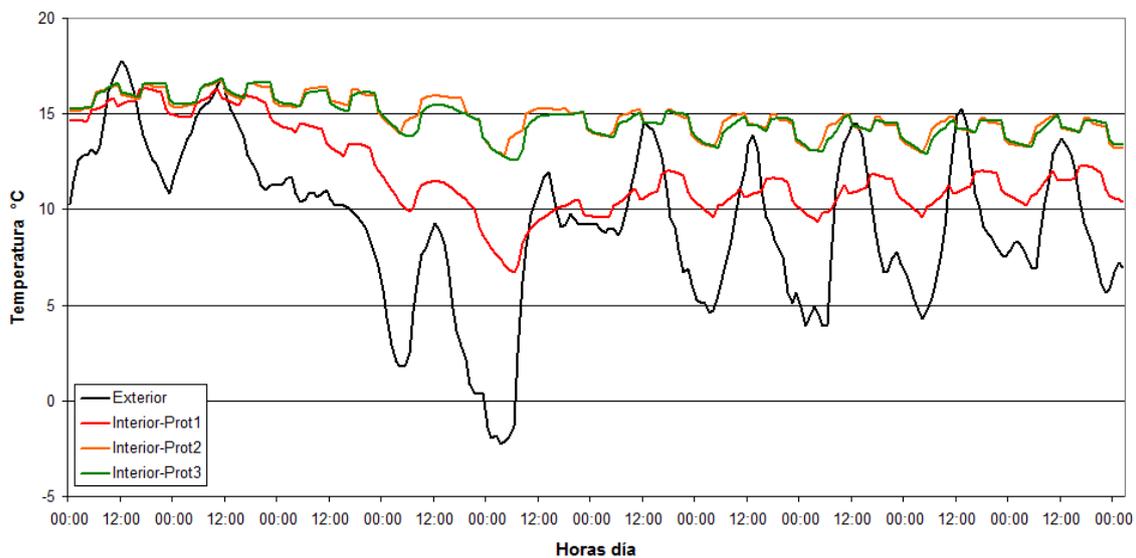


Figura 6-8: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de bloques de concreto y niveles de mejora. 15 al 25 julio datos EnergyPlus BsAs.

A pesar del relativo incremento en el costo inicial del nivel de aislamiento térmico recomendable, en los casos de bloques rellenos y tapia la temperatura media del periodo llega a cerca de los 14°C.

Si en verano la masa térmica es importante, en invierno podemos ver que también es útil mostrándose las mayores variaciones de temperatura interior en la solución con ladrillos huecos. En el caso de los bloques de concreto y tierra o el muro de suelo estabilizado las variaciones diarias en la temperatura son cercanas a los 2°C.

En estas condiciones un mayor aprovechamiento del sol mediante algún sistema de captación pasiva probablemente podría cubrir un incremento de 4 o 5°C para alcanzar el confort a 18°C.

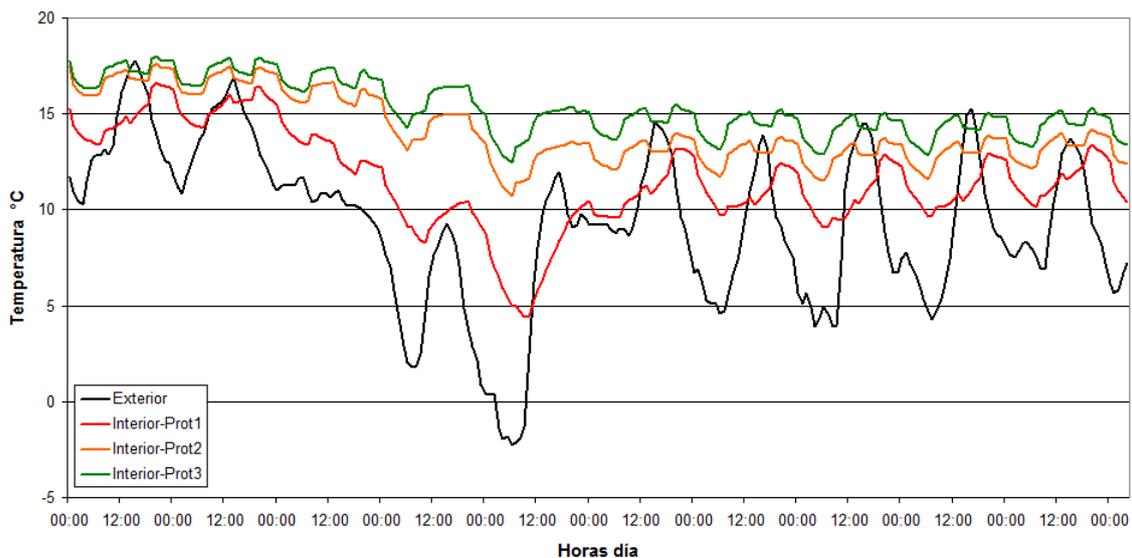


Figura 6-9: Comportamiento térmico invierno de la vivienda resuelta con muros de suelo estabilizado «tapia» y niveles de mejora. 15 al 25 julio datos EnergyPlus BsAs.

Opción aislamiento mínimo:

Analizadas las soluciones sin mejoras y con dos niveles de mejoras, se decidió simular una alternativa de bajo costo con niveles de aislamiento térmico inferiores a los establecidos en el Nivel B de la IRAM 11603 pero superiores al Nivel C.

Se simularon las soluciones tecnológicas de mayor uso por parte de los pequeños municipios que cuentan con “bloqueras” de concreto; mejorando con 2,5 cm de EPS 20 kg/m³ en muros y 4 cm en techos. Siempre manteniendo las otras estrategias de diseño pasivo y gestión ambiental consciente por parte del usuario. Ver figuras 6-10 a 6-11.

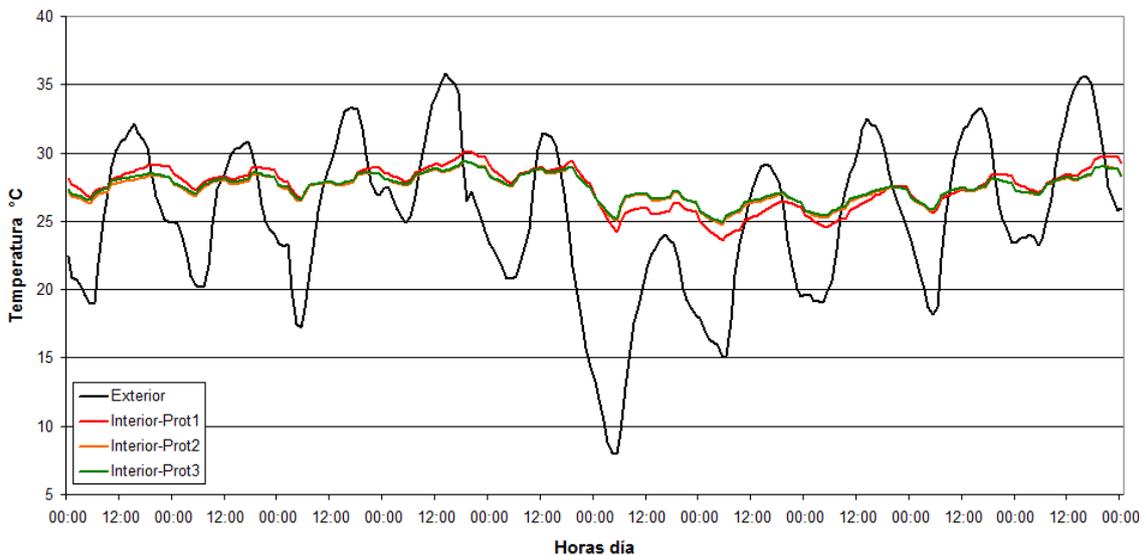


Figura 6-10: Comportamiento térmico de verano de la vivienda, resuelta con muros en bloques de concreto rellenos con tierra apisonada. Opción con aislamiento mínimo 2,5 cm EPS en muros y 4 cm en techo; para ladrillos huecos, bloques suelo y tapia. 15 al 25 julio datos EnergyPlus BsAs.

La figura 6-10 muestra en los tres casos el comportamiento térmico de la vivienda en verano. La combinación de bloque de concreto con aumento en la masa y el aislamiento exterior, sumado a la ventilación selectiva y protección solar en ventanas muestra pocos cambios en el comportamiento de verano. Mientras la temperatura exterior es de 35,5°C

en el día más cálido la temperatura interior alcanza los 30°C con mínimas de 27,7 posible de alcanzar el confort con ventilación mecánica. Mientras la temperatura en la semana varió entre 7°C a 35,5°C en el exterior, la interior respondió con 25°C a 29°C y medias de 21,3°C y 27°C respectivamente.

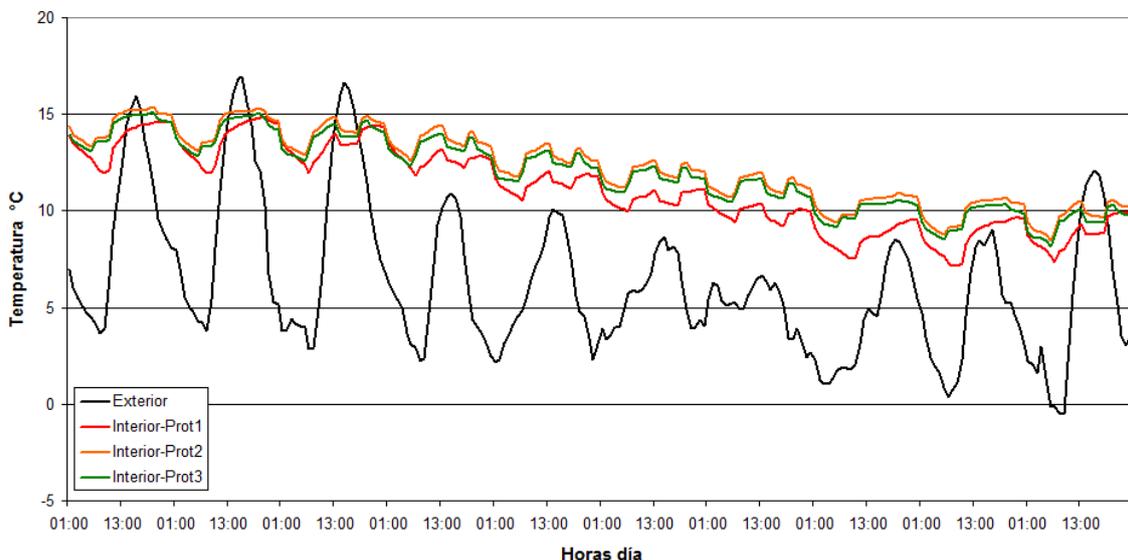


Figura 6-11: Comportamiento térmico de invierno de la vivienda, resuelta con muros en bloques de concreto rellenos con tierra apisonada. Opción con aislamiento mínimo (marrón) 2 cm EPS en muros y 5 cm EPS en techo. 15 al 25 julio datos EnergyPlus BsAs.

Durante el invierno la situación cambia y la falta de aislamiento térmico se hace evidente con temperaturas interiores entre 7,5°C y 15°C respecto al exterior -1°C a 17°C. Con una media interior de 11,2°C y exterior de 9°C. La condición térmica interior con una temperatura media cercana a 10°C fue constatada en auditorías realizadas en la localidad de Rojas (BsAs) en viviendas con techos livianos de madera y chapa junto a muros de ladrillos huecos.

2.1.3. Discusión:

Podremos debatir cuanto aislamiento térmico debe utilizarse en una vivienda de interés social y si usar el nivel C que solo evita el riesgo de condensación superficial o colocar 4 cm en paredes y casi el doble en techos a pesar del sobre-costo que significa. Lo que si no puede dejar de remarcarse es la importancia de la masa térmica como ya lo mostraran en la vivienda construida en el Partido de Moreno (Raspall y Evans, 2003). Esto muestra que para lograr condiciones mínimas de confort higrotérmico en viviendas es tan importante la masa como el aislamiento térmico. Pero aún sin modificar el proyecto original el cambio en el tipo de ventanas y el modo de uso de las viviendas por los usuarios es significativo para incorporar diseño pasivo.

El Nivel B previsto en la IRAM 11605 es razonable, pero podría ser ajustado y el Nivel C debiera ser eliminado ya que perjudica a los futuros habitantes de las viviendas. El Nivel C genera derroche de energía y al no ser climatizadas los niveles de habitabilidad higrotérmica son muy bajos. Además es pertinente revisar la citada Norma y volver a incorporar la masa térmica como una variable decisoria en la definición del K admisible.

Los sistemas constructivos cuya envolvente tenga una masa térmica inferior a 150 Kg/m² no deberían utilizarse en viviendas de interés social y mucho menos sin aislamiento térmico adicional, en climas templados. Son calurosas en verano y no retienen el calor que puedan ganar durante el día en invierno. La opción de mínimo aislamiento térmico no

afecta significativamente al comportamiento durante el verano pero implica que durante el invierno va a ser necesario un significativo aporte adicional de calor para alcanzar el confort. En un período tan frío como el que ofrece la base de datos del EnergyPlus, pero constatado en la auditoria realizada en Rojas, debiéramos debatir si una temperatura sin calefacción en una vivienda ocupada con casi 14°C +/- 1°C no resulta aceptable.

2.2. Caso 2: Vivienda privada energéticamente eficiente.

- **Reseña:** Vivienda privada de nivel económico medio alto situada en el casco urbano de La Plata.
- **Metodología:** Diseño energéticamente eficiente contrastado con resultados de auditoría energética a los 12 meses de ocupada.
- **Objetivo:** Conseguir una vivienda de baja energía con sistemas solares para generar energía eléctrica *off grid* y sistema solar térmico (agua caliente sanitaria y calefacción).
- **Conclusión:** Con una diferencia menor al 5% se alcanzó el objetivo entre calculado y medido en uso.

La vivienda se localiza en el casco urbano de La Plata (lat: -35,55° long: 57,56°) a orillas del Río de La Plata sobre la margen occidental.

El clima está clasificado según normas argentinas como templado cálido húmedo - subzona IIIb. El comportamiento respecto del confort higrotérmico puede verse en la figura 6-12.

Del análisis de los datos climáticos, surge que posee veranos suaves ($t_{\text{máxmed}} = 28,5^{\circ}\text{C}$) e inviernos poco rigurosos ($t_{\text{mínmed}} = 6,7^{\circ}\text{C}$) con alta humedad ambiente (HR= 71 y 86%) y vientos predominantes desde el NE a SE. La temperatura de diseño máxima para el verano es $34,5^{\circ}\text{C}$ y la mínima de invierno $2,4^{\circ}\text{C}$.

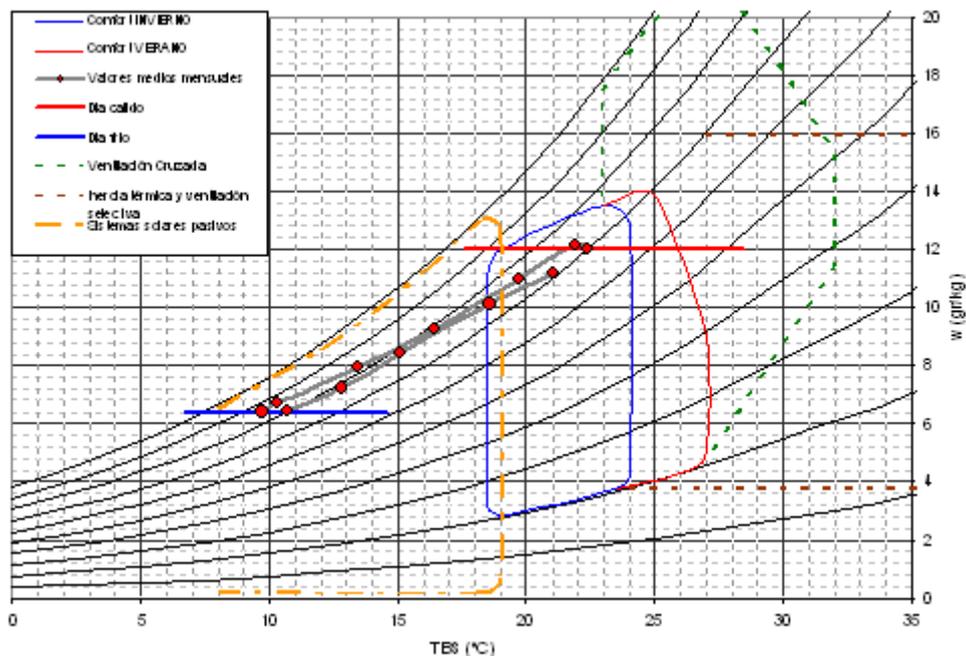


Figura 6-12: Características bioclimáticas de La Plata, Buenos Aires, Argentina a partir de datos medios de temperatura y humedad e indicando los días típicamente cálidos y fríos sobre modelo de B. Givoni. Construido con el programa Psiconf 1.0 (Czajkowski J, 2006).

El 71% de los días de un año estadístico las temperaturas medias del sitio se encuentran por debajo del nivel de confort. Esto implica garantizar el acceso al sol en los ambientes principales y prever un adecuado nivel de aislamiento térmico.

Solamente durante el 16% de los días del año las temperaturas máximas del sitio superan el confort aunque con temperaturas medias dentro del confort.

Según el climograma de Givoni deberá preverse sombreado adecuado, posibilidad de ventilación nocturna y mínima ventilación diurna, inercia térmica y aislamiento térmico, principalmente en techos.

Es una vivienda para un matrimonio que solicita a sus arquitectos que sea energéticamente eficiente. Inicialmente se realizaron recomendaciones de diseño referidas a cuestiones relacionadas con sistemas constructivos, ventanas, iluminación eficiente, sistema fotovoltaico y agua caliente solar.

Un año después de ocupada se realiza una auditoria detallada. En este contexto se expone una evaluación de la eficiencia energética de la vivienda, en el contexto del parque habitacional de la región, mejoras en sistemas constructivos.



Figura 6-13: Vista exterior de la casa terminada. (noroeste)

2.2.1. instrumentos y métodos

Se recibió de los arquitectos la documentación de proyecto sobre la que se realizó un análisis energético a fin de determinar niveles de aislamiento térmico en los diversos tipos de muros y techos que posee la vivienda. Mediante el *EnergoCAD*, se simuló el comportamiento energético anual para varios escenarios que se exponen. Uno a partir del proyecto original y otro sugerido, que fue aceptado sin mayores discusiones.

La vivienda fue habitada en enero de 2006, y pasados doce meses se realizó una auditoría energética y ambiental habiéndose monitoreado una semana el comportamiento estival. El protocolo de mediciones permite obtener la mayor información posible de los diversos subsistemas energéticos ambientales del caso, con el fin de facilitar su desagregación cuantitativa evitando, en lo posible, estimaciones.

Se utilizaron tres microadquisidores de datos HOBO H8-004 (exterior, interior planta baja y planta alta), junto a cuatro termohigrómetros digitales (exterior y 3 interiores). Se registran temperaturas, humedad e iluminación. Los Hobo se programaron con un intervalo de cinco minutos.

La propietaria registró las temperaturas y humedades máximas y mínimas entre las 18 y las 23 hs en una planilla. Se compara el consumo de energía real con los calculados mediante los programas EnergoCAD y AuditCAD.

2.2.2. Características de la vivienda

La vivienda unifamiliar de 186 m² cubiertos, se encuentra sobre un terreno de 12 m x 60 m con una centenaria arboleda existente donde se buscó adecuar la arquitectura al terreno. El partido es tipo U con patio central seco hacia el cual dan todos los locales principales. La planta alta con forma de L se orienta hacia el norte. (Figura 6-15)

La vivienda cuenta con dos soluciones constructivas de techo. Una compuesta por estructura metálica, chapa de acero galvanizada sobre la que se proyectó apróx 25 mm PUR 30 kg/m³, una cámara de aire, lana de vidrio 50mm 11 kg/m³ con foil aluminio y terminación placa yeso de roca 12 mm.

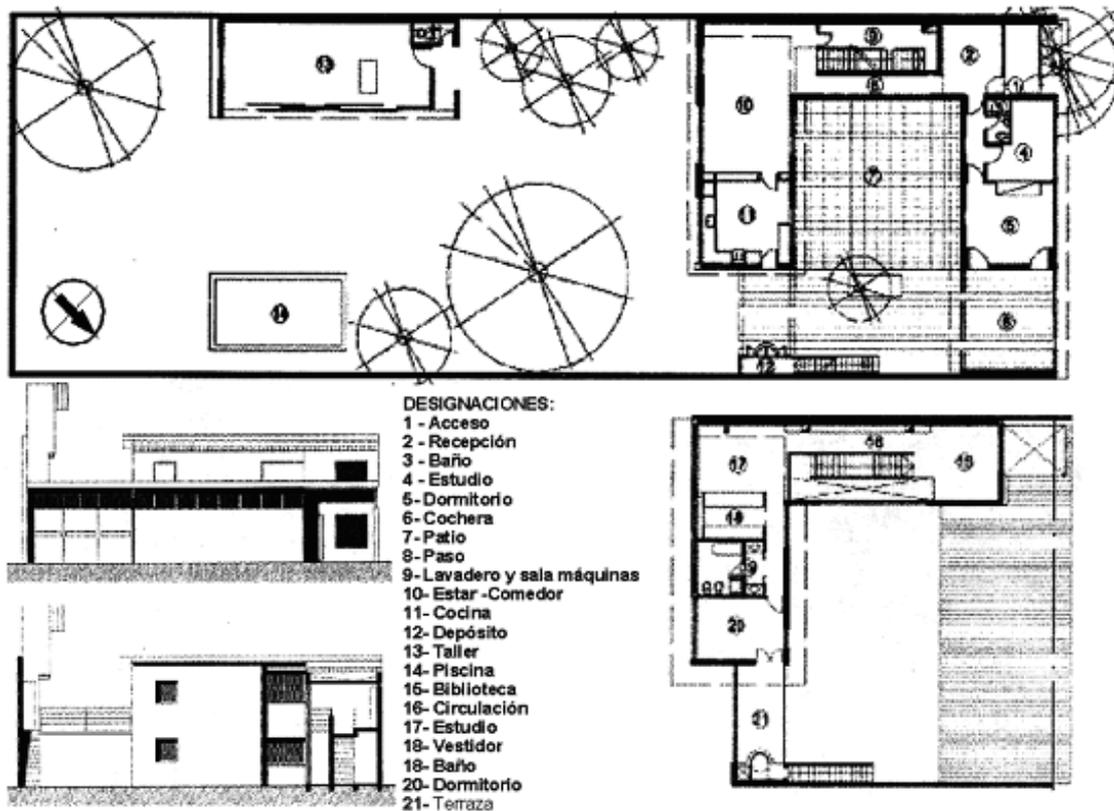


Figura 6-15: Plantas, cortes y vistas de la vivienda.

Posee un $K = 0,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ (Figura 6-14). Otra compuesta por una losa de H^oA^o con ciellorraso aplicado con contrapiso de pendiente y membrana hidráulica. Se implementó un techo invertido con una capa de 80 mm de EPS 30 kg/m³ sobre la membrana hidráulica y una protección superior con una capa de 60 mm de arcilla expandida ($K = 0,33 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$). Esto garantiza la protección de la membrana y dilataciones de la losa.

Se propuso un sistema de climatización por piso radiante, adecuado para una vivienda en dúplex con dobles alturas y gran continuidad espacial; que funciona a baja temperatura y en verano permite la refrigeración con una máquina enfriadora de agua compacta.

Esta solución no se implementó prefiriendo un sistema centralizado pero con unidades terminales compuestas por radiadores de aluminio y zócalos radiantes.

2.2.3. Análisis demanda en calefacción y ahorro energía

El análisis de la demanda de calefacción se realizó mediante el EnergoCAD que muestra los siguientes resultados para un escenario sin mejoras térmicas y con las mejoras propuestas.

$$Q_c = G \times \Delta t \times V \quad [\text{Eq. 01}]$$

Donde:

Q_c : Carga térmica calefacción en W

G : Coeficiente global de pérdidas de calor en $[\text{W/m}^3\cdot\text{°C}]$

Δt : Diferencia temperaturas exterior e interior $[\text{°C}]$

V : Volumen a calefaccionar $[\text{m}^3]$

Tabla 6-3: Resumen de características dimensionales, térmicas y energéticas.

Superficie a climatizar $[\text{m}^2]$	186	Temp exterior diseño $[\text{°C}]$	2,4
Volumen a climatizar $[\text{m}^3]$	486	Temp interior diseño $[\text{°C}]$	20
Sup. Muros $[\text{m}^2]$	222	Δt $[\text{°C}]$	17,6
Sup. Techos $[\text{m}^2]$	111	Coef. G $[\text{W/m}^3\cdot\text{°C}]$	1,26
Sup. Puertas $[\text{m}^2]$	11	Q_c (sin mejoras) $[\text{W}]$	35326
Sup. Vidriados $[\text{m}^2]$	81	Q_c (con mejoras) $[\text{W}]$	14070
K muros $[\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}]$	0,50	. Calefacción (s/m) $[\text{W/m}^3]$	72,7
K techos 1 $[\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}]$	0,40	Coef. Calefacción (c/m) $[\text{W/m}^3]$	28,9
K techos 2 $[\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}]$	0,33	Coef. Calefacción (s/m) $[\text{W/m}^2]$	189,9
K vidriados $[\text{W}/\text{m}^2\cdot\text{K}]$	2,86	Coef. Calefacción (c/m) $[\text{W/m}^2]$	75,6

Las mejoras en la envolvente (techos, muros y vidriados) y la reducción de infiltraciones implican un ahorro neto de energía del 61,2 % en la carga térmica.

2.2.4. Determinación del gasto anual de gas natural en calefacción

Se determinó el gasto anual de la demanda de energía en calefacción para un sistema compuesto por caldera compacta a gas natural (rendimiento=0,65), distribución del agua caliente con caños de cobre con aislamiento térmico y radiadores de aluminio como unidades terminales. Se compara con el consumo real de gas natural.

$$CECA = \frac{Q_c \text{ año} \times C_c}{P_c \times \rho} \quad [\text{Eq.02}]$$

Donde:

CECA: Costo energía calefacción anual en U\$S/año

Cc : costo del combustible en U\$S/kWh; U\$S/m³; U\$S/kg.

Pc : poder calorífico del combustible en kW/m³; kW/kg.

ρ : Rendimiento del sistema de calefacción

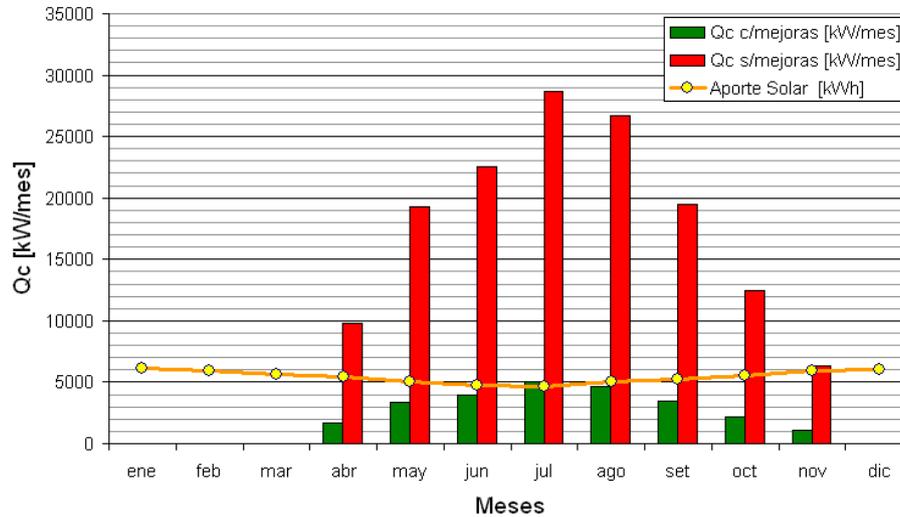


Figura 6-17: Comparación de la demanda de energía para calefacción del escenario sin mejoras y con las mejoras implementadas.

En la Argentina el costo de la energía a nivel domiciliario hasta el momento se encuentra fijo y a valores muy bajos en dólares. No es la misma situación en el gas envasado (propano-butano) que tiene un valor casi diez veces superior al gas natural y su precio está liberado. En la tabla 6-4 se muestra un análisis de los cuatro sistemas usuales en el mercado para calefaccionar viviendas. Los rendimientos varían con cada sistema y se adoptaron los coeficientes más recientes para cada sistema calefacción (caldera + distribución + unidades terminales). El comitente decidió usar un sistema centralizado de caldera con radiadores de aluminio que implica un gasto anual calculado de U\$S 349 con las mejoras en eficiencia energética introducidas a la vivienda. Este gasto se habría elevado a U\$S 1981 sin las mejoras.

Tabla 6-4: Costo anual calefacción y en la vida útil de un edificio (30 años) para varios sistemas calefacción.

Sistema calefacción	Mejoras	Consumo energía Kw/año	Costo funcionamiento U\$S					
			Energía eléctrica		Gas natural		Gas envasado	
			Anual	Vida útil	Anual	Vida útil	Anual	Vida útil
Piso radiante eléctrico	SM	149732	5587	167610	n/c	n/c	n/c	n/c
r=0,97	CM	26283	981	29430	n/c	n/c	n/c	n/c
Caldera + suelo radiante	SM	170871	221	6630	1772	53160	14077	422310
PER r=0,85	CM	29993	192	5760	313	9390	2471	74130
Caldera + radiadores aluminio	SM	226938	221	6630	1981	59440	15744	472330
r=0,76	CM	39835	192	5760	349	10481	2764	82909
Estufas tiro balanceado	SM	234258	n/c	n/c	2426	72780	19300	579000
r=0,62	CM	41120	n/c	n/c	426	12780	3388	101640

El gasto anual real surgido de una auditoría energética fue de U\$S 354, lo que muestra una diferencia de -1,43% con el calculado (sin descontar agua caliente sanitaria y cocción para una temperatura confort interior 20°C).

El ahorro a lo largo de una vida útil estimada de 30 años sería de U\$S 48959 y la inversión se amortiza en 3,6 años.

2.2.5. Comparación con las viviendas de la región

En la región metropolitana de Buenos Aires y en particular en el Gran La Plata la eficiencia energética de las viviendas es baja tal como se ve en la Figura 6-18 donde prácticamente la totalidad de la muestra de casos auditados no cumple con la normativa vigente sobre eficiencia energética en calefacción.

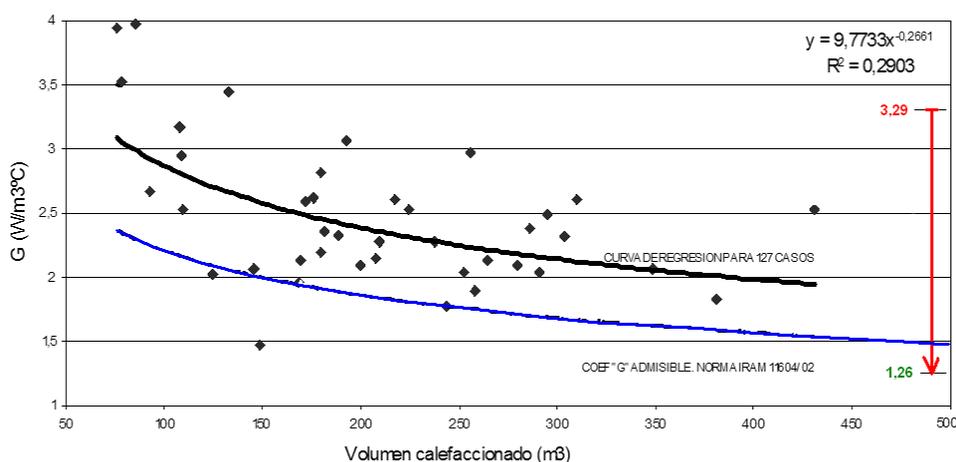


Figura 6-18: Comparación entre la mejora en la eficiencia energética del caso analizado, respecto de viviendas auditadas en la región y el valor admisible de la Norma IRAM 11604.

Se indica la eficiencia energética de la vivienda sin mejoras ($G = 3,29 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$) y el aumento en su eficiencia ($G = 1,26 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$) superando los estándares de la Norma IRAM 11604. Esta mejora hubiera sido superior con una relación vidriado / opaco menor pero implicaría un cambio en la imagen arquitectónica de la vivienda.

2.2.6. Emisiones de Gases Efecto Invernadero GEI

Se planteó un cálculo de las emisiones potenciales de gases de efecto invernadero para el proyecto original y con las mejoras implementadas. Se utilizó como combustible gas natural por redes que es el utilizado por la vivienda. El método utilizado para estimar la cantidad de GEI que se producen es el denominado *Bottom-Up* en el cual se toma a partir de datos específicos sobre el consumo real de gas natural en m^3 en la vivienda.

Tabla 6-5: Emisiones de GEI debidas al sistema calefacción.

	Consumo energía		Emisiones GEI en Kg/año					
	Kw/año	$\text{m}^3/\text{año}$	Part	SO_2	NO_x	HC	CO	CO_2
Proyecto original	191105	17860	3,1715	0,0835	30,0454	6,3429	6,3429	35386,78
con mejoras	33545	3135	0,5567	0,0146	5,2739	1,1134	1,1134	6475,21

En la Tabla 6-5 se muestra los gases considerados de la totalidad de emisiones producidas por la combustión en los artefactos de calefacción, expresados en Kg/año: material particulado, dióxido de azufre (SO_2), óxidos nitrosos (NO_x), hidrocarburos volátiles (HC), monóxidos de carbono (CO) y dióxido de carbono (CO_2).

2.2.7. Mediciones de confort en verano

El monitoreo de las condiciones de confort en el interior de la vivienda en el verano (15/02 a 23/02/2007) mostro comportamientos esperables. A lo largo de la semana de medición

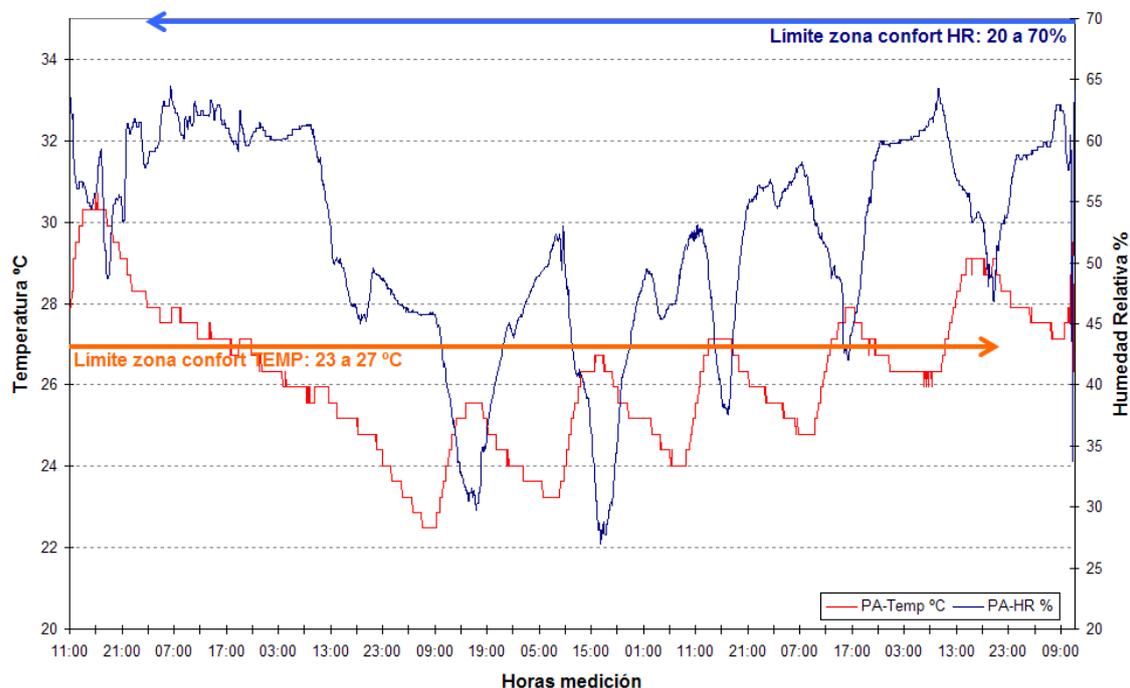


Figura 6-19: Comportamiento higrotérmico en planta alta.

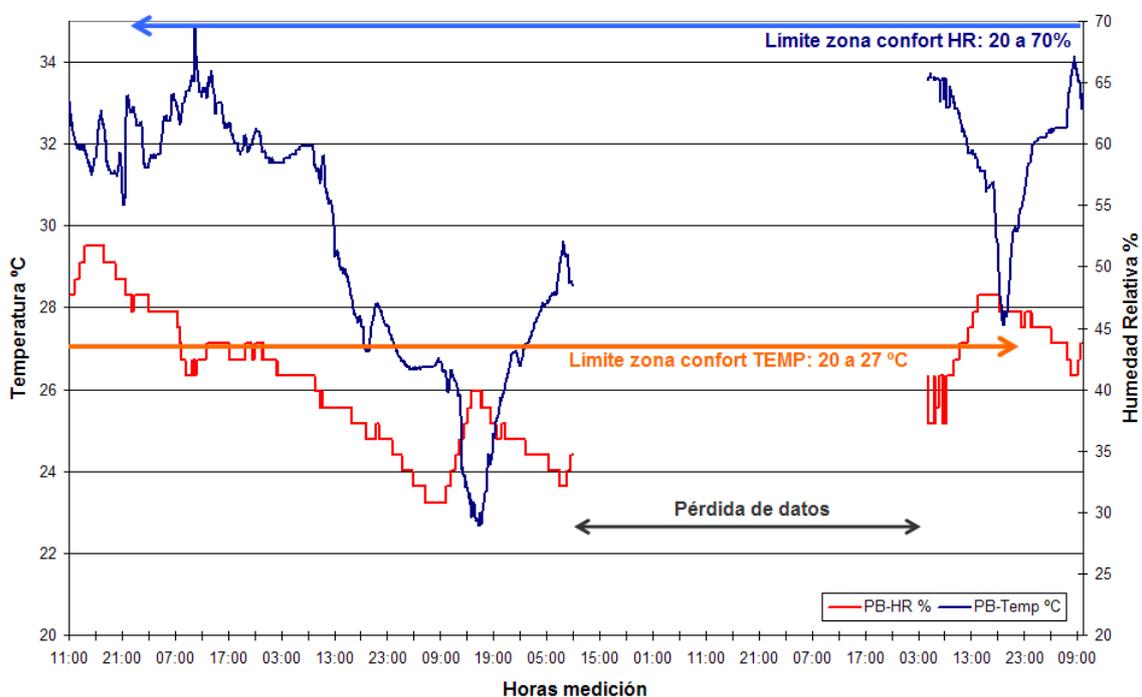


Figura 6-20: Comportamiento higrotérmico en planta baja.

en la que las figuras 6-19 y 6-20 muestran una baja en la temperatura el 2^{do} día por una lluvia, el resto de la semana la temperatura fue creciendo hasta alcanzar un límite de 30°C con temperaturas exteriores máximas de 34°C a 36°C.

La humedad relativa se mantuvo en niveles de confort ampliado de verano y confort con ventilación. En el penúltimo día de medición vemos que los niveles de confort varían entre un mínimo de 26°C (64%) y un máximo de 29°C (46%) en planta alta.

Esto implica una amplitud térmica de 3°C entre el día y la noche. Las mínimas podrían ser más bajas si se hubiera implementado el sistema de ventilación nocturna ya que por el tipo de ventanas utilizadas sin rejas ni mosquiteros hacen que no se dejen abiertas en planta baja.

Esto impide aprovechar el fresco nocturno. La baja amplitud térmica muestra el efecto de la masa térmica de 220 kg/m² y el aislamiento térmico en muros, techos y vidriados.

3. Sub-sector Salud

3.1. Caso 3: Cuatro hospitales complejidad 6 en La Plata.

- Reseña: Análisis comparativo del comportamiento térmico de cuatro hospitales de máxima complejidad en La Plata.
- Metodología: Auditorías globales para identificar indicadores energéticos de comportamiento y tipos edilicios.
- Objetivo: Comparar casos auditados con sus tipos a fin de definir indicadores energéticos.
- Conclusión: Existe importante diferencia entre tipos ideales y casos auditados pero se detecta un gran potencial de ahorro de energía.

El sub-sector salud (Discoli, 1990) y en particular los edificios hospitalarios de la red presentan diversos problemas, entre los que podemos mencionar los de habitabilidad higrotérmica, deficiente uso de la energía, etc. que en muchos casos provienen de un mal diseño de estos.

Toda medida que tienda a producir mejoras necesita de un conocimiento tipológico del sector para que de esta forma las medidas de diseño bioclimáticas que se propongan puedan ser eficaces y generalizables. Se realizaron AEA-G en hospitales de la región del gran La Plata, para lo cual se seleccionaron dos establecimientos.

Tabla 6-6: Datos comparativos de los casos hospitalarios adoptados.

Denominación	Jerarquía	Tipo	Cant. camas	Superficie m ²	Consumo energía		
					E. Electrica Kw/h/año	Gas natural m ³ /año	Total MJ/año
San Roque	Zonal Gral. de Agudos	Bloque-basamento	154	4,585	366,111	515,788	2.751.525
Dr. R. Gutiérrez	Zonal Gral. de Agudos	Claustral	161	4,682	32,929	144,538	553,697
Horacio Cestino	Zonal Gral. de Agudos	Monobloque	82	1,786	22,109	83,343	329,01
Dr. Rodolfo Rossi	Zonal Gral. de Agudos	Bloque-basamento	214	6,874	506,866	535,004	1.041.870

En la tabla 6-6 se muestran sus características principales. Analizando la tabla se extrae que a pesar de poseer características similares sus consumos reales de energía difieren sustancialmente, ya que el Hospital "San Roque" consume 3.7 veces más energía.

Debemos aclarar que la mayor parte del consumo de energía en los hospitales no se debe exclusivamente al acondicionamiento higrotérmico de estos, sino al equipamiento energointensivo que poseen los distintos servicios.

La metodología utilizada consiste en aplicar medidas progresivas de URE- Uso racional de la Energía en la envolvente edilicia, permitiendo conocer cuanta energía en calefacción demandan realmente estos edificios respecto de lo que consumen; según el siguiente detalle:

- a. primer balance térmico con condiciones de envolvente térmica reales y 5 renovaciones de aire correspondientes al tipo de carpinterías de los edificios;
- b. la primera medida adoptada corresponde a mejorar la estanqueidad del edificio incorporando burletes en las carpinterías, con lo cual las renovaciones de aire se reducen a las reglamentarias (2 RA/h);
- c. la segunda medida fue incorporar 5 cm de aislante térmico en techos. d. la tercera medida - la más costosa - fue incorporar 2 cm de aislante térmico en paredes.

3.1.1. Comportamiento térmico de los tipos hospitalarios:

Se analizaron los tipos ideales en función de los indicadores calculados para conocer el comportamiento térmico de estos.

Tabla 6-7: Resumen de datos formales, dimensionales y energéticos de los tipos ideales.

TIPO	Superficie m ²	Volumen m ³	Area Envolv. m ²	Co	Ff	U.A. W/°C	C.T.A. KW / h	UA / m ² W /m ² °C	G W /m ² °C
Claustral	7056	21162	10562	0.67	0.50	49302	1619882	6,99	2,33
Bloque- basamento	7056	22032	11628	0.61	0.53	33648	1105553	4,77	1,60
Monobloque	6912	21168	11406	0,61	0,54	30995	1018369	4,48	1,46
GUTIERREZ (claustral)	4682	15633	5035	0.93	0.32	21094	584934	4,51	1,35
SAN ROQUE (bloque-basamento)	4585	13776	5916	0.78	0.43	45547	1263000	9,93	3,31
DR. R.ROSSI (bloque-basamento)	6874	1856	10022	0,8	0,54	64032	1702000	9,32	3,45
H. CESTINO (monobloque)	1786	5358	2304	0,84	0,43	9600	200478	7,62	2,54

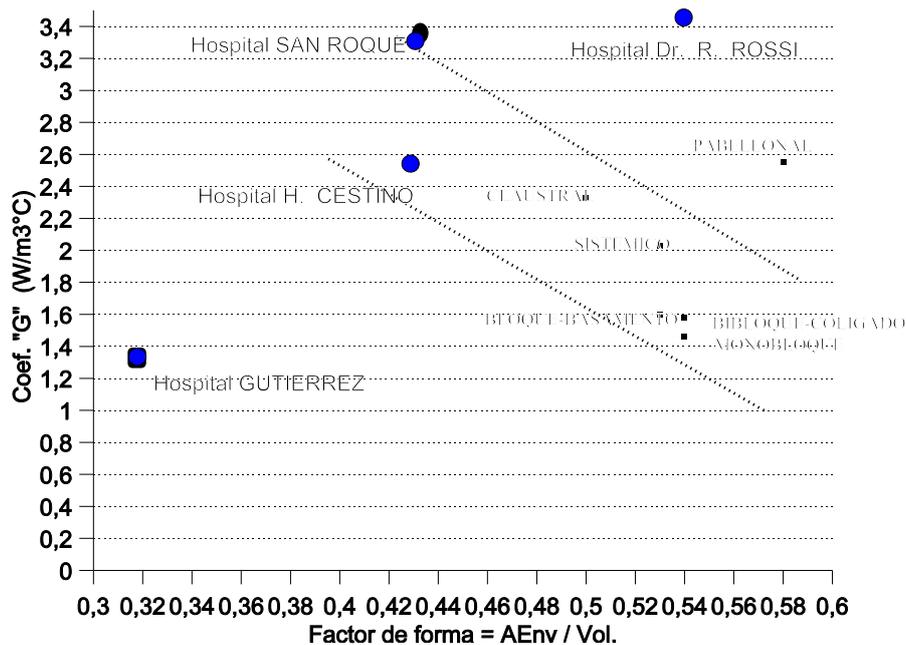


Figura 6-21: Relación entre el Factor de forma y el Coef. "G" según tipos ideales

En la Tabla 6-7 se sintetizan los valores de los casos seleccionados. En esta encontramos para cada tipo: la superficie, el volumen, el área envolvente total del edificio, el coef. de compacidad (Co), el factor de forma (Ff), las pérdidas totales por grado (UA), la carga térmica anual del edificio en calefacción (CTA), las pérdidas en función a la superficie calefaccionada (UA/m²) y el coeficiente global de pérdidas térmicas (G).

3.1.2. Variación formal de los casos en función del "G" con los tipos ideales:

En la Figura se analiza la relación entre el coeficiente volumétrico de pérdidas térmicas "G" y el factor de forma de los casos analizados respecto de los tipos ideales. Vemos que estos hospitales distan mucho de los tipos ideales.

En el caso del "San Roque" su situación es particular ya que su factor de forma es bajo para la tipología a que pertenece y posee un coef. "G" alto, en otras palabras es poco compacto y de baja calidad térmica. El "Dr. R. Rossi" de la misma tipología posee un factor de forma similar al de su tipo ideal pero la calidad térmica de su envolvente es marcadamente diferente.

En contraposición el "Gutiérrez" es bastante menos compacto y posee una mejor calidad térmica global. El "Cestino" con una compacidad volumétrica similar al "San Roque" y una calidad térmica intermedia es distinta de su tipo ideal.

La calidad térmica de la envolvente es explicable ya que en el primer hospital la relación opaco/transparente es baja, los techos son de losas cerámicas (K=3.5 W/m² K) y los muros son de ladrillos comunes de 20 cm (K=2.1 W/m² K).

Mientras en el segundo la relación opaco/transparente es más alta, los techos poseen menor conductividad térmica (K= 0.91 W/m² K), lo mismo que los muros (K= 1.88 W/m² K).

3.1.3. Comportamiento según pérdidas totales:

La relación entre las tipologías y la demanda anual de energía en calefacción lleva una relación con el anterior análisis.

Una comparación entre los hospitales analizados y las tipologías ideales muestra que la relación entre el "San Roque" y la tipología ideal en la que se encuadra (bloque-basamento), es de solo el 14% y de 54% para el "Rossi"; mientras que para el "Gutiérrez" la relación respecto de su tipología ideal (claustral), es del 159%.

Esto es significativo más cuando el "San Roque" posee una demanda como carga térmica anual según balance de 1.496 MW/h/año en calefacción, respecto del "Gutiérrez" que solo demanda 518 MW/h/año.

Estas diferencias tan marcadas para dos hospitales de complejidad y dimensiones similares es destacable. En estos dos casos la tipología pierde fuerza como variable crítica para ser sustituida por la tecnología-constructiva adoptada.

Estas mismas relaciones surgieron en proyectos anteriores cuando se estudió el sector residencial urbano y periurbano, pero la diferencia notable en el análisis es que en aquella situación se contaba con un universo de análisis de más de 300 casos con auditorías detalladas y 2000 casos encuestados.

Esta diferencia en la cantidad de casos a manejar permite que puedan extraerse relaciones cuantitativas con un cierto grado de representatividad. En esta situación en que se manejan dos casos, pero complejos por su escala, no pueden extraerse conclusiones representativas de un sector.

El avance del proyecto permitirá contar con mayor información y con un instrumental de análisis adaptado a la complejidad del sector.

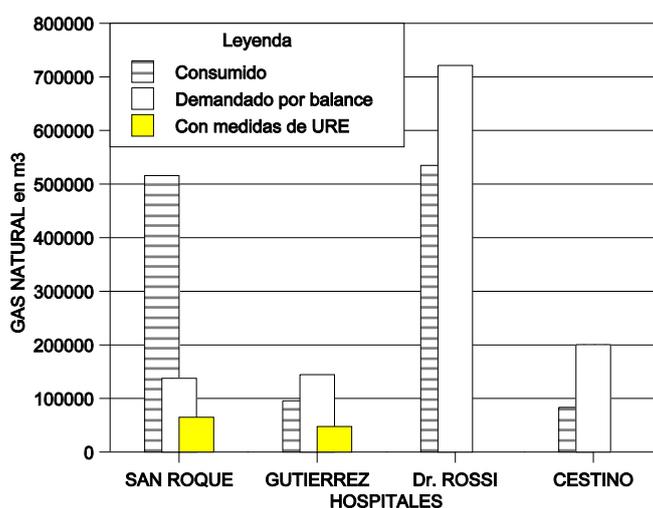


Figura 6-22: Demanda anual de energía en calefacción según tipos (TBC= 18°C)

3.1.4. Relación entre energía demandada y consumida:

Esta relación que podemos ver en la Figura nos muestra un desequilibrio entre lo calculado por balance y lo realmente consumido. El hospital "San Roque" consume casi tres veces más que lo calculado, esto puede implicar varias cosas: a. que se haya subestimado en

demasiado el nivel térmico de la envolvente; b. que el nivel de infiltración sea más alto que el estimado que ya es elevado (5 RA/h); c. que el rendimiento del sistema de calefacción sea muy bajo; d. que existan otros consumos no detectados (cocción, lavado, etc); e. que el nivel térmico interior sea elevado; f. que exista sobrefacturación por error de contratación, mal funcionamiento de medidores o hurto; g. o una combinación de todos estos, en diversos grados.

En oposición el hospital "Gutiérrez" consume un 30 % menos de lo calculado por balance, en este caso es posible que la superficie realmente calefaccionada sea menor a la utilizada en el balance y que el nivel de infiltración sea más bajo que el estimado. En cualquiera de estos casos es conveniente la realización de una auditoría detallada que permita despejar los factores que provocan estos desequilibrios. Para el caso de los Hospitales "Dr. Rossi" y "H. Cestino", no se alcanzó a finalizar el análisis con medidas de ahorro de energía.

3.1.5. Análisis en función de las pérdidas por la envolvente:

En la Tabla 6-8 se muestran las pérdidas térmicas relativas por partes de envolvente para los casos analizados.

Tabla 6-8: Discriminación de pérdidas térmicas por envolvente para los casos analizados.

HOSPITAL	U.A. W/°C	G W /m²°C	Distribución de pérdidas (%)					
			Muros	Techos	Ventanas	Puertas	Pisos	R.Aire
GUTIERREZ	37509	2,40	10,9	5,76	7,25	0,80	2,59	72,94
SAN ROQUE	45547	3,31	12,67	16,22	15,67	0,34	2,19	52,93
Dr. ROSSI	64032	3,45	14,28	13,45	14,89	0,38	3,04	53,96
H. CESTINO	13609	2,54	15,04	26,42	16,09	0,38	3,18	38,89

Esta síntesis nos permite conocer donde se producen las pérdidas más significativas y así conocer donde deberemos mejorar la aislación térmica.

El análisis de la tabla y sus datos permite encontrar en que items se producen las mayores pérdidas y plantear las medidas tendentes a reducirlas.

Renovaciones de aire: Este item puede reducirse ya que con un control de infiltraciones de baja inversión puede alcanzarse las condiciones normativas de 2 RA/h. En la Tabla 7 se muestra la nueva situación energética con la aplicación de esta medida.

Puertas: En ambos casos las pérdidas por puertas son despreciables (0.8 y 0.34%), por conducción y en consecuencia no se plantean mejoras, salvo las que conciernen a mejorar la estanqueidad a las infiltraciones.

Pisos: Como el caso anterior las pérdidas no son significativas (2.59 al 2.19%) y realizar mejoras en la aislación del contrapiso implicaría molestias en establecimientos en funcionamiento respecto de los beneficios obtenidos.

Ventanas: Este item es importante por cuanto las pérdidas (7.25 y 15.67%) tienen significación, pero las mejoras implicarían un gran costo que en una primer etapa podría descartarse.

Techos: En el caso de los techos y en particular del "San Roque" las pérdidas son considerables (5.76 y 16.22 %) y se plantea su mejora como segunda medida de URE en la Tabla 6-8.

Muros: En este caso las pérdidas térmicas adquieren significación pero no son muy importantes (10.69 y 12.67%), en función de esto se plantea como ultima medida de URE. Los resultados se ven en la Tabla 6-9.

Tabla 6-9: Primera medida de URE - control infiltraciones de aire reduciendo las 5 RA/h originales a las 2 RA/h reglamentarias.

HOSPITAL	U.A. W/°C	G W /m²°C	Distribución de pérdidas (%)					
			Muros	Techos	Ventanas	Puertas	Pisos	R.Aire
GUTIERREZ	21094	1.35	19.00	10.23	12.90	1.43	4.59	51.88
SAN ROQUE	31082	2.26	18.57	23.77	22.96	0.50	3.21	31.03

Tabla 5: Segunda medida de URE - control de infiltración más aislación de techos.

HOSPITAL	U.A. W/°C	G W /m²°C	Distribución de pérdidas (%)					
			Muros	Techos	Ventanas	Puertas	Pisos	R.Aire
GUTIERREZ	19861	1.27	20.18	4.66	13.70	1.51	4.88	55.10
SAN ROQUE	25052	1.82	23.03	5.42	28.48	0.62	3.98	38.50

Tabla 6: Tercera medida de URE - control de infiltraciones más aislación de techos y muros.

HOSPITAL	U.A. W/°C	G W /m²°C	Distribución de pérdidas (%)					
			Muros	Techos	Ventanas	Puertas	Pisos	R.Aire
GUTIERREZ	18680	1.19	15.13	4.95	14.56	1.61	5.19	58.59
SAN ROQUE	21529	1.56	10.44	6.31	33.14	0.72	4.63	44,80

La aplicación de las distintas medidas de ahorro de energía logró una considerable disminución de la demanda de energía en calefacción. Esta relación la podemos ver en la Figura.

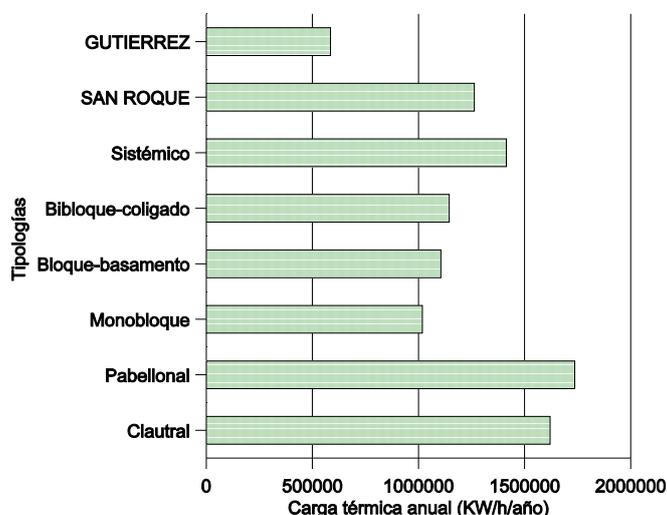


Figura 6-23: Relación entre consumo y demanda de gas natural con medidas de URE.

3.1.6. Análisis económico

Dado que el hospital San Roque se encuentra en una situación de consumo energético anormal, se realizó un análisis técnico-económico sobre la factibilidad de implementar medidas de URE en la envolvente edilicia.

En función de las medidas expuestas anteriormente se deduce que el tiempo de retorno de la inversión de la medida 1 (control de la infiltración) es de solo 24 días, con un 32% de ahorro en calefacción.

La medida 2 (control infiltración + aislación de techos) se recupera en 16 meses, con un ahorro del 45% y la medida 3 (control infiltración + aislación de techos + aislación en muros) en 48 meses. El costo total de las medidas de URE se estima en 86.000 u\$s para un ahorro global en calefacción del 53%.

4. Sub-sector Comercio

4.1. Caso 4: Supermercado en La Plata.

- Reseña: Diagnóstico energético de supermercado en el casco urbano de La Plata.
- Metodología: Auditoría energética detallada.
- Objetivo: Implementar una auditoría detallada en un edificio complejo y adaptar la metodología con el fin de desarrollar protocolo con instrumental específico.
- Conclusión: Este tipo de edificios energo-intensivos con sistema energético complejo requiere de protocolo especial junto a instrumental de alto costo.

Se expone el caso de un supermercado de mediana complejidad que fuera auditado durante dos períodos (invierno y verano), a fin de acumular experiencia metodológica e instrumental sobre un sector poco conocido. Se muestra su comportamiento ambiental, los consumos de energía, el instrumental utilizado, entre otros resultados y conclusiones.

El proyecto de investigación que financió el trabajo denominado UREAM2 comprende entre sus objetivos específicos avanzar en el conocimiento del comportamiento energético-ambiental del subsector comercial.

Para lo cual fue necesario encontrar un caso que siendo de tamaño abarcable por la experiencia e instrumental del laboratorio tuviera una complejidad importante. Se obtuvo así autorización del propietario de un supermercado para poder implementar una auditoría detallada.

4.1.1. Metodología:

Así se relevaron las características dimensionales y constructivas del establecimiento, se consignaron los consumos de energía y las opiniones sobre su uso. Durante una semana se instaló instrumental a fin de medir en verano e invierno el comportamiento del local, contando con un equipo de tres personas.



Figura 6-24: Fachada del establecimiento comercial en contexto urbano (invierno).

Se contó con el siguiente instrumental de medición: doce micro adquisidores de datos "HOBO H8-2 y H8-4" (temperatura, humedad e iluminación), seis "HOBO H06-004-02" (encendido motor), dos micro adquisidores de datos de cuatro canales "HOBO H08-006-04" y ocho sensores CTV-C de AC de 0-100 Ampere.; una estación meteorológica portátil de dos parámetros "H08-032-08"; una estación meteorológica marca "Davis Weather Link II" (temperatura, humedad, velocidad y dirección del viento, lluvia y presión atmosférica), un termómetro infrarrojo con puntero laser "Lutron", un anemómetro / termómetro de hilo caliente "Lutron", dos luxímetros digitales "TES 1330" y dos decibelímetros "Lutron 4011"; un termómetro digital; pinza amperométrica; cámara digital y equipo de seguridad para trabajo con tensión.



Figura 6-25: Sensores AC en tablero eléctrico

En cuanto al instrumental de procesamiento de la información se utilizó el "PCLink3" para los datos meteorológicos, el "BoxCarPro 3.01" para los datos generados por los Hobo`s, el "Psicro 1.1" para los diagramas de confort, el "EnergocAD" para los balances estacionarios, el "AuditCAD" para los análisis energéticos. Los últimos programas fueron desarrollados y/o actualizados para el proyecto.

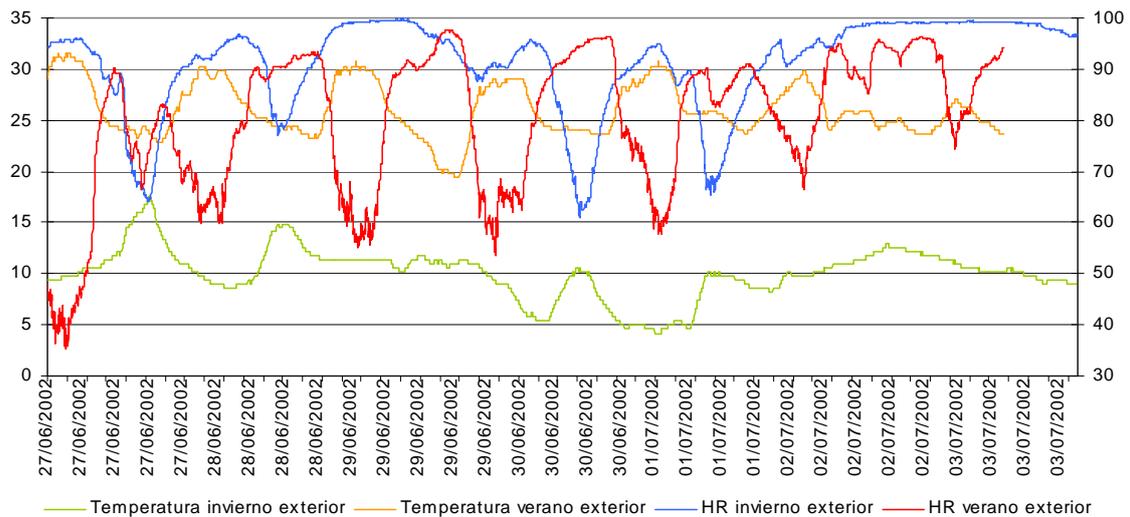


Figura 6-26: Condiciones higrotérmicas exteriores en las mediciones de invierno y verano.

El protocolo de mediciones utilizado en otros subsectores edilicios (vivienda, educación y salud) solamente podía adaptarse en parte a las necesidades de un supermercado. Esto debido a la especialización y sectorización que poseen estos establecimientos y las condiciones ambientales particulares entre zonas distantes pocos metros entre sí. Para esto mediante una inspección visual previa se sectorizó el local, se relevaron las características de cada zona, la cantidad de trabajadores, el tipo de equipamiento y su potencia energética, tipo y cantidad de luminarias, entrevista con informante calificado sobre sistema energético (eléctrico y gas), dimensiones del local, entre otros.

En función del tipo y cantidad de instrumental se planificó su ubicación en relación a los resultados esperables. Se definieron así las siguientes zonas: cajas (H9), góndolas productos secos (H8), verduras (H17), lácteos (H7), panadería (H18), carnicería (H4), vigilancia y administración (H1), depósito planta baja (H5) y depósito en entre piso (H2). (Entre paréntesis número de micro adquisidor de datos Hobo de dos o tres parámetros: temperatura, humedad e iluminación).

En la mayoría de los casos se buscó ubicarlos a 1,50 m del nivel del suelo y en un sitio que mostrara las condiciones higrotérmicas de cada sector. Por cuestiones de seguridad en el caso de lácteos y verduras se midieron a 2 m de altura. En estos puntos y mediante un termómetro digital se tomaron lecturas instantáneas a nivel del suelo, a 1,50 y a 2,40m fin de detectar estratificaciones.

En cada zona se midieron los niveles de iluminación a 1,00 m de altura sobre plano horizontal y a 1,60m sobre plano vertical en coincidencia con los productos expuestos. Se tomaron los niveles de iluminación del cielo a la sombra en el exterior del local, a fin de conocer el potencial de aprovechamiento de luz natural.

En los motores eléctricos de mayor potencia se instalaron sensores de encendido/apagado y mediante una pinza amperométrica se midió el consumo de energía instantáneo. Estos sensores se ubicaron en cada uno de los tres motocompresores (HM 2/3/4), en la picadora de carne (HM 1) y la sierra de carnicería (HM 6).

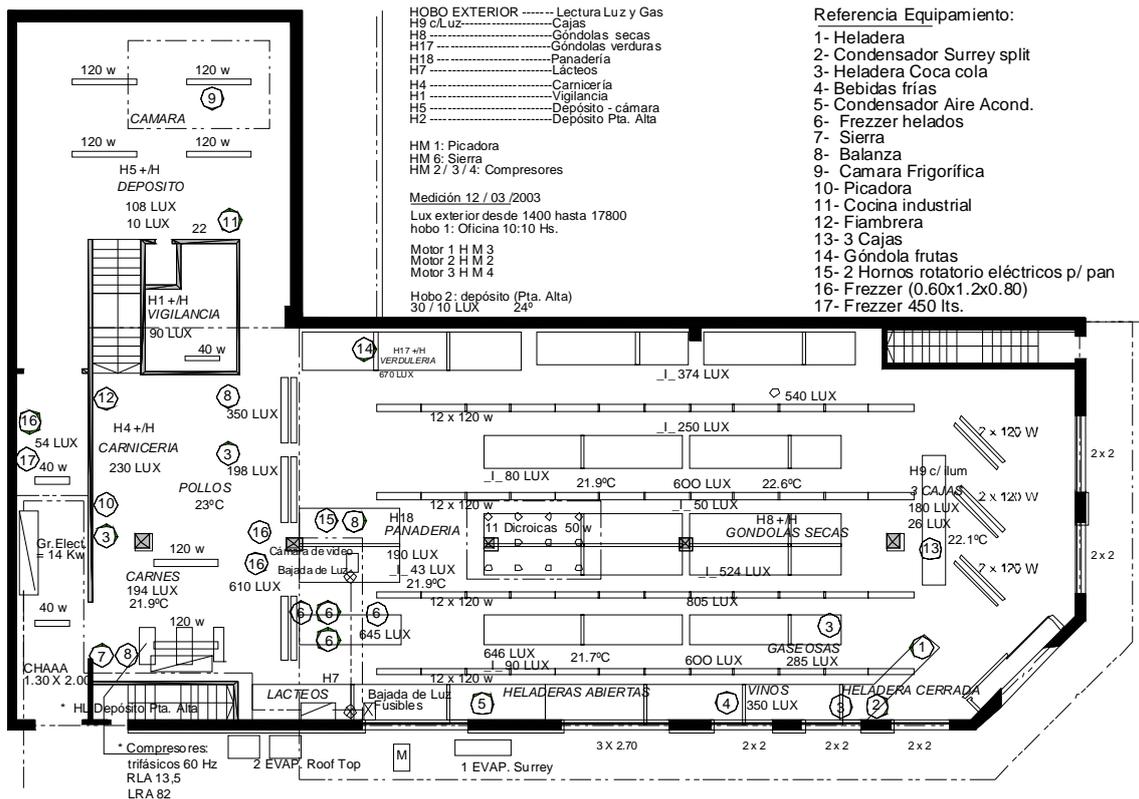


Figura 6-27: Planta del supermercado indicando localización del instrumental

En los tableros eléctricos seccionales se midió en consumo instantáneo de cada circuito y posteriormente se seleccionaron los adecuados para medir consumos a lo largo de la semana de medición. (Ver figura 6-14). Al inicio y fin de cada semana de medición se tomaron las lecturas de los medidores de energía eléctrica y gas natural.

En la figura 6-15 se muestra la variación higrotérmica exterior durante las mediciones de invierno y verano. A fin de sintetizar datos se graficaron juntos los datos de invierno y verano con temperaturas y humedades relativas, el eje izquierdo muestra temperatura y el derecho humedad relativa. Durante la semana de invierno se registró una temperatura media de 10.5 °C donde el día más frío presentó una mínima de 4.2 °C y una máxima de 10.2 °C con humedad de 96% y 67% respectivamente (01/07/2002). Durante la semana de verano la temperatura y humedad media fue de 26.7 °C y 78% y el día más caluroso registró una temperatura máxima de 31.2°C con humedad de 38.8% (04/03/2003).

Un resumen de la auditoria se volcó en un plano síntesis del local comercial y cada subsistema energético se registró en croquis esquemáticos. (Ver figura 6-16). En el trabajo de campo intervinieron tres personas y otras tres colaboraron en el procesamiento de la información.

4.1.2. Resultados

Se auditó un establecimiento comercial tipo supermercado, ubicado sobre una avenida troncal de la ciudad de La Plata durante el invierno del 2002 y el verano del 2003. Fue la primer experiencia de medir simultáneamente varias dimensiones del confort interior respecto del exterior y sus consumos de energía. Del relevamiento del local surgió que a pesar de ser de dimensiones medias poseía la complejidad de un gran establecimiento. Entre otros cabe mencionar: planta de frío compuesta por tres compresores trifásicos de

34.42 A que alimenta a una cámara frigorífica de 45 m³, una góndola frutas y dos góndolas lácteos.

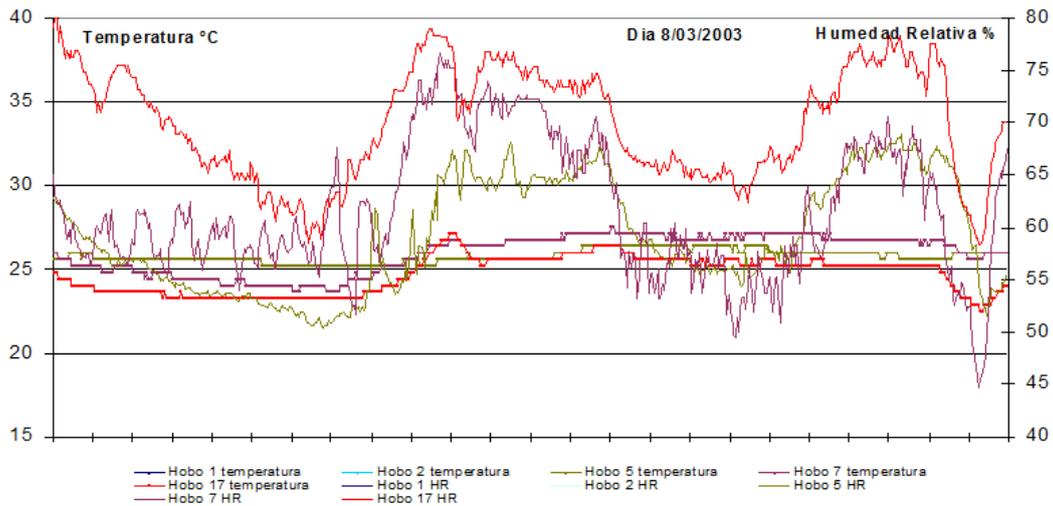


Figura 6-28: Niveles de confort higrotérmico interior en zonas del establecimiento (verano).

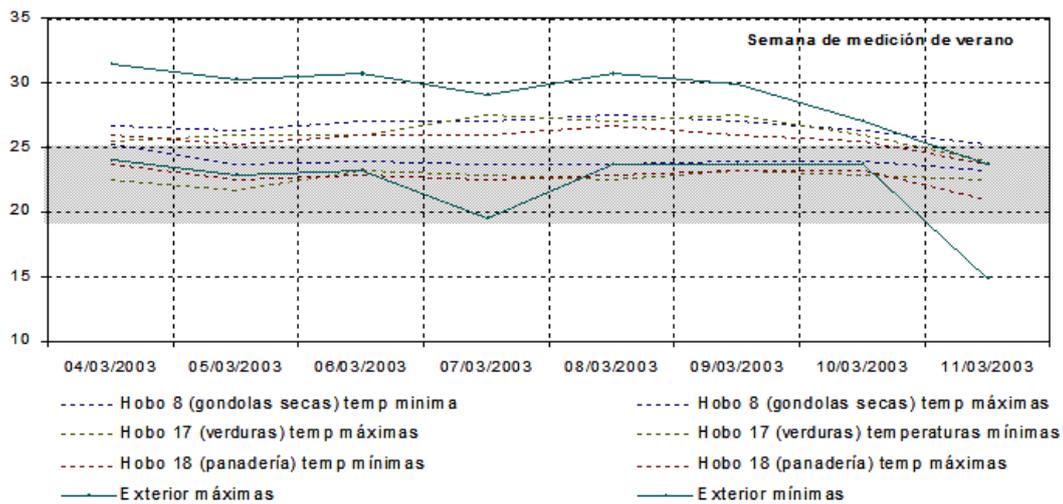


Figura 6-29: Comparación sintética de niveles de temperaturas entre interior y exterior del establecimiento (verano), en varias zonas características. (grisado zona confort)

Sistema de aire acondicionado compuesto por varios equipos divididos, una potencia instalada en iluminación fluorescente del local de 16.4 kW, 12 freezers tipo pozo para helados, pollo, pan, etc. y seis enfriadores de bebidas, entre otros. El primer inconveniente surgió al no existir un tablero eléctrico que concentre los diversos consumos y este se dividió en tres tableros seccionales que partían directamente del medidor. Al contarse con solamente dos adquisidores de datos se optó por medir dos tableros y los equipos dependientes del tercero se calcularían por diferencia al total.

El segundo inconveniente se presentó al desconocer la permanente mutación a la que están sometidos este tipo de establecimientos que buscando mantener la atención y atractivo comercial de su clientela generan permanentes cambios en la incorporación o desactivación de ciertos servicios. Esto lleva a afectar no solamente cambios en el espacio físico, sino cambios en la zonificación higrotérmica interior, importantes modificaciones en el consumo de gas natural y energía eléctrica y por ende cambios en los tableros seccionales de energía eléctrica. Tal el caso de un servicio de panificados aldeaño a carnicería presente en la auditoria de invierno que ya no estaba en la de verano.

Esta normal flexibilidad y adecuación a cada época del año y a la búsqueda comercial del propietario, dificulta sensiblemente desarrollar un protocolo de auditoria detallada que permita acompañar dichos cambios y más aún poder definir un perfil de comportamiento energético ambiental.

La figura 6.28 muestra el comportamiento higrotérmico en el interior del establecimiento donde las temperaturas en todas las zonas se encuentran entre los 22°C y 27°C que corresponden a la zona de confort. Pero los niveles de humedad interior son muy variables siguiendo la tendencia exterior, esto debido a un deficiente sistema de aire acondicionado.

La figura 6.29 es una síntesis semanal donde solamente se grafican las máximas y mínimas sean interiores o exterior. La zona grisada muestra la zona de confort según Givoni. Puede observarse que a pesar del sistema de AC las temperaturas máximas diarias superan el confort pero se encuentran dentro del confort ampliado (27°C).

Tabla 6-10: Nivel de estratificación de temperaturas (invierno)

	26/6/2002 17:15 Hs.		
	Piso	+ 1.50	+ 2.40
Verdulería	15.7	15.7	16.8
Lácteos	11.3	15.8	17.0
Central	15.6	17.2	17.2
Panadería	17.1	17.6	17.5
Carnicería	15.5	17.5	17.6

La tabla 6-10 muestra los niveles de estratificación en las temperaturas interiores. Esta no es significativa en la panadería y verdulería (entre 0°C y 1°C) pero como era esperable en la primer visita de relevamiento se hace importante en la zona de lácteos donde alcanza los 5,7°C. En la zona central y la carnicería la estratificación varía entre 2,1 °C y 1,6°C respectivamente.

Tabla 6-11: Consumo de energía eléctrica semanal

Medidor de Luz verano Nº: 97566 Inicial (5/3/2003)	Medidor de Luz invierno Nº: 97566 Inicial (26/06/2002)
001----- 990272 Kw/h	001----- 686081 Kw/h
002----- 37,94 (Max. Kw)	002----- 30,78 (Max. Kw)
003-----2251,63 Kw	003-----1997,58 Kw
004----- 68 Reset	004----- 61 Reset
005----- 651,296 K var h	005----- 617,906 K var h
Final (12/3/2003)	Final (03/07/2002)
001----- 995102 Kw/h	001----- 689729 Kw/h
002----- 39,64 (Max. Kw)	002----- 30,63 (Max. Kw)
003-----2252,63 Kw	003-----2059,37 Kw
004----- 68 Reset	004----- 61 Reset
005----- 652,875 K var h	005----- 617,895 K var h
Consumo = 4830 Kw/h/semana	Consumo = 3648 Kw/h/semana

El funcionamiento de este establecimiento se logra mediante un gran consumo de energía que alcanza los 521 kW/día en invierno y los 690 kW/día en verano. Esto corresponde a 1.31 kW/día/m² en invierno y 1.76 kW/día/m² en verano. Dado que no se han auditado

otros establecimientos similares y no existen aún estándares para Argentina no es posible realizar comparaciones ni conocer en que nivel se encuentra este caso.

5. Administración:

5.1. Caso 5: Torres de oficinas en el AMBA.

- Reseña: Diagnóstico energético para determinación de emisiones de gases de efecto invernadero en edificios tipo "torre" de oficinas.
- Metodología: Auditoría global y diagnóstico energético-ambiental.
- Objetivo: Análisis comparativo de casos de torres construidas en el área metropolitana de Buenos Aires a fin de conocer la evolución de la calidad térmica en el tiempo, identificar indicadores críticos y cuantificar emisiones GEI.
- Conclusión: Este tipo edilicio con más de 70 años de existencia en la región a ido reduciendo su eficiencia energética a lo largo del tiempo y aumentando las emisiones GEI.

Los últimos 70 años de las metrópolis de nuestro país muestran la aparición y desarrollo de un tipo edilicio denominado "torre", con fines administrativos. Estos de gran altura y exentos de medianeras crecieron en las estrechas limitaciones marcadas por los solares urbanos. Con códigos de edificación que permitían ganar altura aumentando la rentabilidad de los inmuebles a la par del simbolismo que implicaban. En años recientes el fenómeno de globalización del mercado, la producción y la cultura impactó en nuestro medio y se vio la llegada de empresas portando edificios llave en mano concebidos por estudios foráneos, con tecnología importada de países desarrollados en los que el ambiente y el ahorro de energía son una variable más a considerar en el diseño.

En el trayecto de la investigación se demostró que en el período 1900 – 1990 la calidad térmica de las viviendas de la región fue descendiendo a pesar de que la oferta tecnológica crecía. Por otra parte y a pesar de existir desde fines de los 70 normas de calidad térmica edilicia la producción privada no cesaba de bajar los estándares de calidad al punto que en 1986 se aprueba una revisión de nuestras normas que bajaba los requerimientos de calidad.

5.1.1. Metodología:

Se definió una muestra de edificios tipo torre significativos de la producción nacional de los últimos 70 años con el fin de analizar las variaciones producidas en el diseño formal respecto de la calidad térmica edilicia, el uso racional de la energía y otras cuestiones ambientales. Se determinaron las características de la envolvente a partir de documentación gráfica y de memorias técnicas de los edificios.

Los casos fueron analizados con el programa EnergoCAD con el fin de obtener una aproximación al comportamiento energético edilicio, previo a la realización de una auditoría energética global. De la muestra de edificios se obtuvieron los valores de la demanda de energía del edificio están discriminados en pérdidas y ganancias por mes y por año, en energía por grados días de calefacción, con base 20°C.

Para el caso de verano se realizó un análisis térmico simplificado desarrollado ad-hoc que se presento a IRAM como antecedente que derivó en la Norma 11659-1. Se consideró temperatura de aire interior de 23°C, humedad relativa 50%; temperatura de aire exterior 35°C, humedad relativa de 37%. Para saber la insolación para cada una de las caras se

calculó la radiación solar en cada uno de los planos, con el programa *Radiac2*, del paquete *BIOCLIM*. Para la carga de calor sensible interna se estimó un consumo de 16 W/m² para iluminación. Con estos datos se confeccionó una tabla que muestra las cargas térmicas de invierno – verano para cada edificio, y su transformación en energía (gas natural y energía eléctrica).

Tabla 6-12: Carga térmica y consumos.

Edificio	Q invierno(kcal/h)	Gas Natural (m3)	Q verano (frig/h)	E. Electrica (kwh)
Comega	909212	130728	1390137	2001797
Chacofi	972647	139849	1230316	4047740
Conurban	1377589	198072	3156776	10385793
IBM	1799576	258746	3237302	10650724
Madero	1815493	261034	4683400	15408386
Malecon	532326	76539	1521977	5007304
La Plata I	1018820	146487	2013148	6623257
La Plata II	1018821	146488	2020103	6646139

Para el cálculo de Gas Natural (GN) se tomó un rendimiento del equipo de calor de 0.65. La carga térmica de verano se multiplicó por un coeficiente de convertibilidad de 1,33 solo para el caso del edificio Comega porque tiene un 30% de su fachada vidriada, los otros casos el coeficiente de convertibilidad es de 3,29 porque sus fachadas son totalmente expuestas

Se exploraron los procedimientos de análisis y caracterización usados hasta el presente en tipos edilicios correspondientes a viviendas, hospitales y escuelas con el fin de tender a desarrollar uno específico.

5.1.2. Resultados:

Se ha seleccionado una muestra reducida de casos ya que se infiere que caracterizan bastante claramente las hipótesis. Ver figuras 6-32 a 6-36 donde se sintetizan las principales características de la muestra.

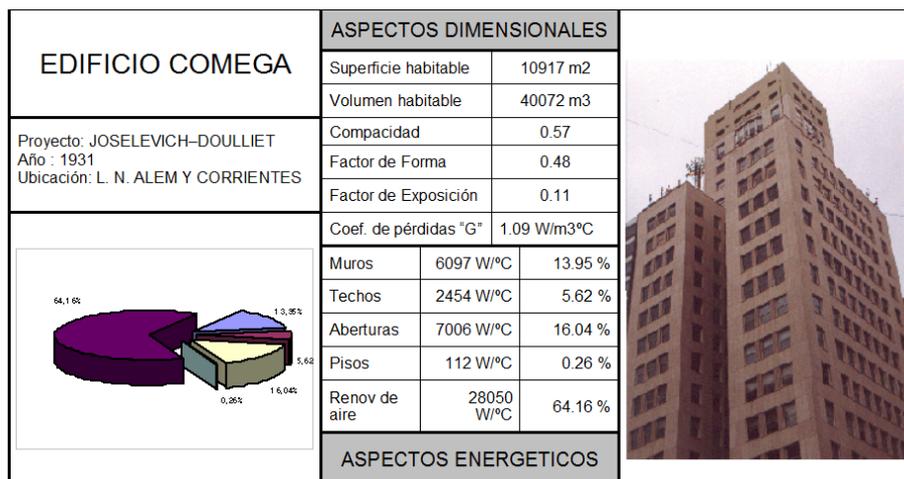


Figura 6-33:

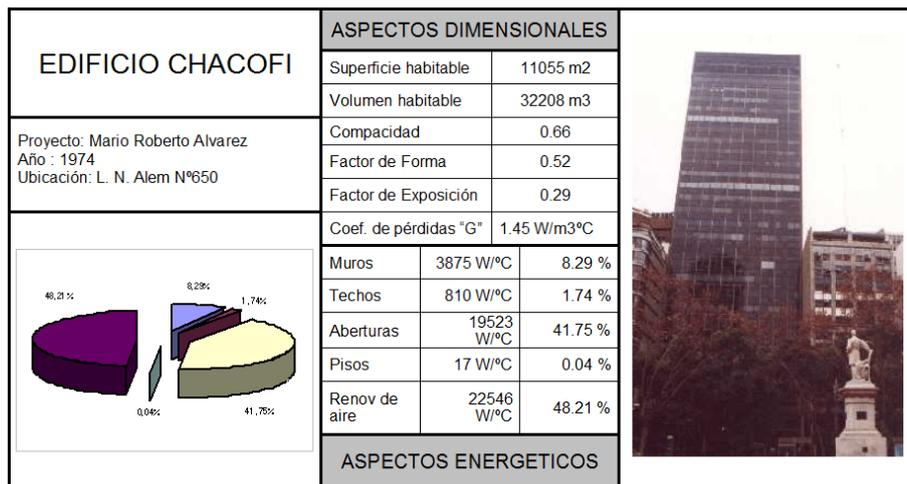


Figura 6-34:

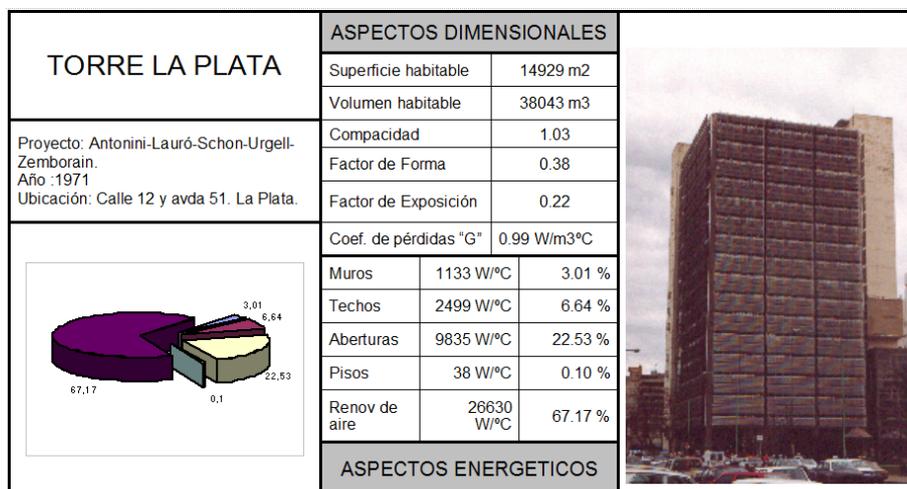


Figura 6-35:

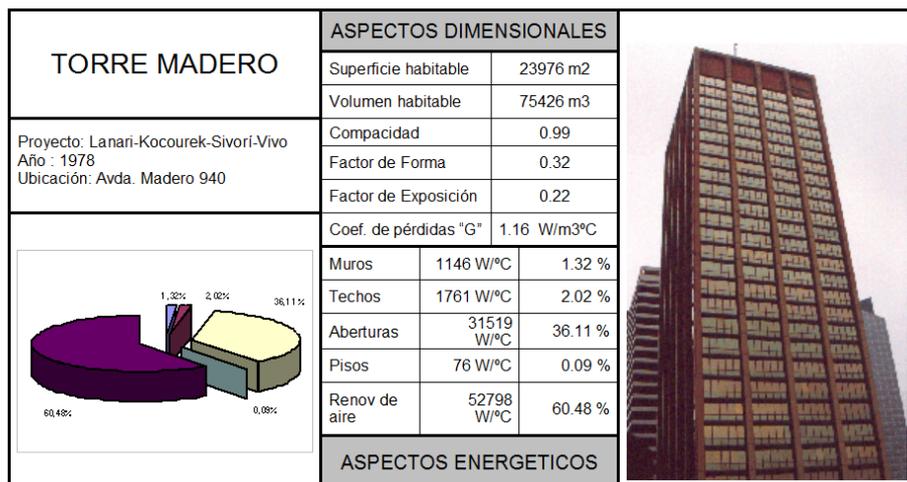


Figura 6-36:

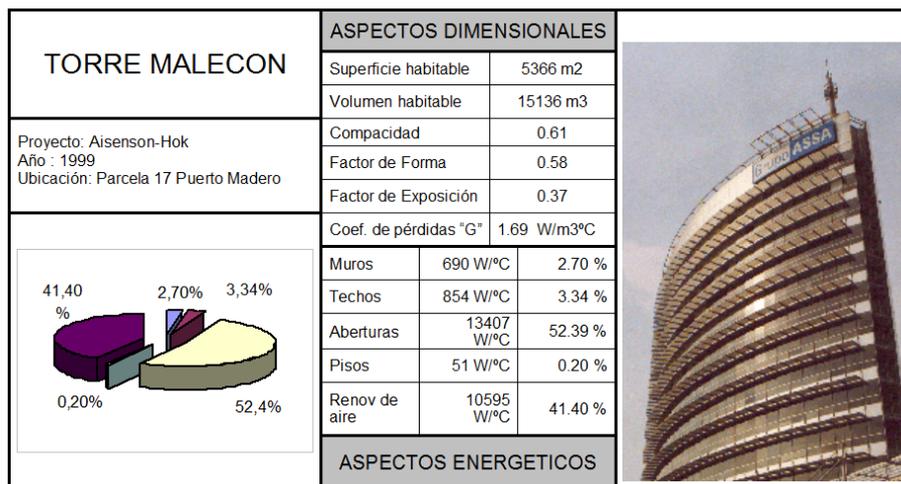


Figura 6-37:

El análisis muestra que el edificio COMEGA responde a parámetros de diseño donde las condiciones climáticas se usan en el dimensionamiento de los sistemas de climatización artificial, la resolución de la envolvente responde a cuestiones formales, utilizando la mejor tecnología de los años '30. Es un edificio de gran masa térmica con ventanas adecuadas a la iluminación natural de los locales y con protección solar para el verano. Un breve análisis desde conceptos actuales lo muestra como un ejemplo de diseño ambiental.

De la memoria descriptiva de las Torres Gubernamentales de La Plata surge que en este ejemplo de los '70 los parasoles fueron usados como un elemento formal para la composición de las fachadas y se previó una interrupción en la misma para permitir una mejor visión hacia el exterior. Esta interpretación surge del hecho que no existe una diferenciación y optimización en la formalización de los parasoles según orientaciones funcionando en todas como un sistema que ocluye totalmente la radiación solar minimizando el ingreso de iluminación natural y maximizando la artificial.

El caso Malecón es muy particular ya que presenta un vidriado total de vidrios claros y con una protección solar en la fachada curva de orientación norte que posee un sistema de parasoles horizontales que minimizan la radiación solar directa en verano y permiten el ingreso de sol en el invierno. El muro cortina está resuelto con paneles de doble vidrio que permiten según los autores "ahorrar energía".

Una correlación muy debatida que mostraba que a pesar de aumentar la disponibilidad de materiales aislantes a lo largo del siglo se notaba una preocupante tendencia a empeorar progresivamente la calidad de los mismos. En la Figura 6-36 puede verse una comparación entre la correlación entre el coeficiente G y el año de construcción correspondiente a las viviendas tipo cajón y el tipo torre. Se destaca que la tendencia se mantiene en ambos tipos edilicios.

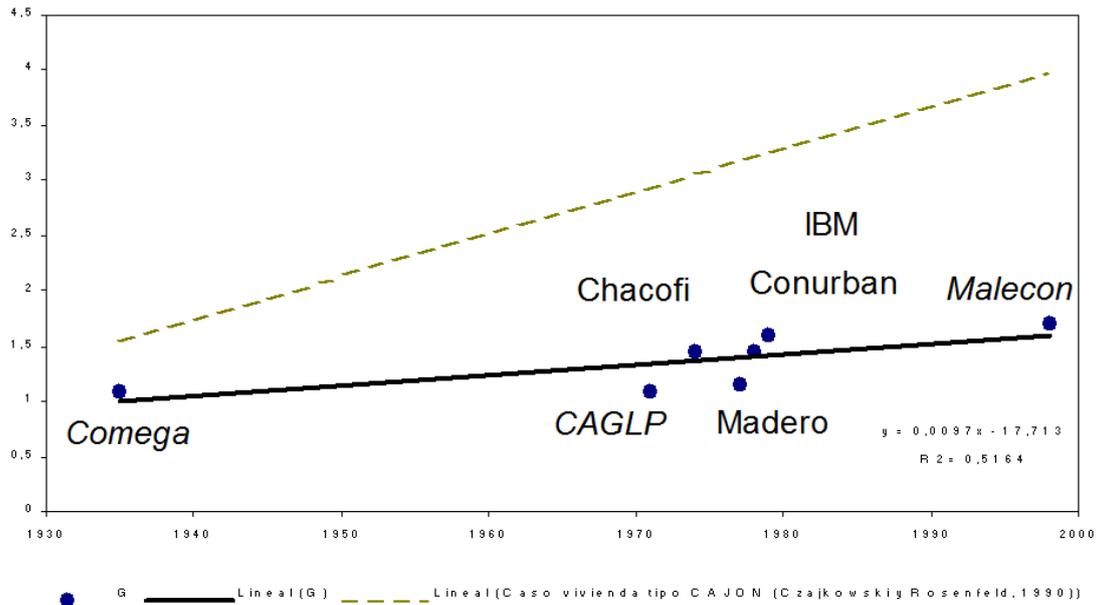


Figura 6-38: Correlación entre el año de construcción del edificio y el G ($W/m^3\text{°C}$)

A pesar de que el coeficiente G es un indicador homologado por la comunidad científica y las normas IRAM no parece adecuado como indicador para caracterizar la calidad ambiental de edificios como las torres de oficinas.

5.1.2.1. El G a partir del año de construcción:

Es posible conocer con un error razonable ($R^2=0,6164$) el coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas en calefacción G a partir del año de construcción de la torre de oficinas.

$$G_{\text{cal}} = 0,0097 \text{ año construcción} - 17,713 \quad [\text{Eq. 6-5.1}]$$

Esto por varias razones: a. Es un indicador unidimensional que solo muestra el comportamiento invernal en cuanto a pérdidas térmicas; b. No contempla ganancias, relación iluminación natural/artificial, aportes internos; c. No contempla la situación estival que es crítica por confort y demanda energética; entre otros.

En los últimos años se ha discutido sobre el problema de la densificación del tejido urbano y los problemas de asoleamiento del entorno con algunas interesantes propuestas de optimización de estos tejidos urbanos característicos (Esteves, 1996) junto a técnicas de análisis; se revisó la pertinencia de análisis a nivel urbano – edilicio largamente desarrollados por el CIHE-UBA (Casabianca, 1990)(Fernández, 1990)(Evans, 1997); se aplicó el modelo de calidad energética edilicia formulado para edificios de vivienda de las normas IRAM y se analizó el modelo y especificaciones desarrollado para el histórico traslado de la capital (Fucaracio, 1988). Se considera que es necesario un modelo desarrollado específicamente para los edificios de oficinas que contemple su particularidades en forma, función, uso y sistemas ambientales.

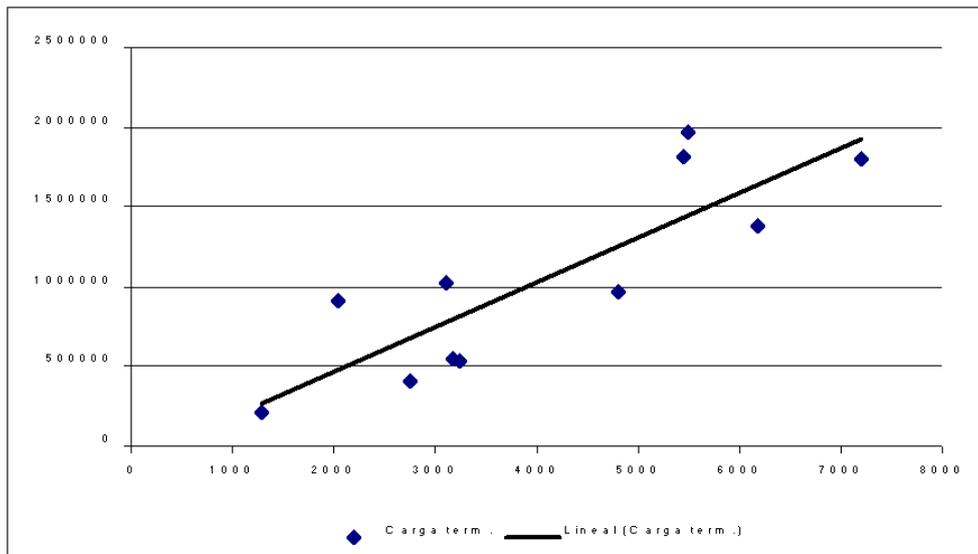


Figura 6-39: Relación entre el área envolvente del edificio (m²) y la carga térmica en calefacción (kW/m² año)

5.1.2.2. Relación entre carga térmica anual en calefacción (CTAC) y volumen.

En la figura 6-39 puede verse la relación entre la carga térmica y el volumen de los edificios estudiados.

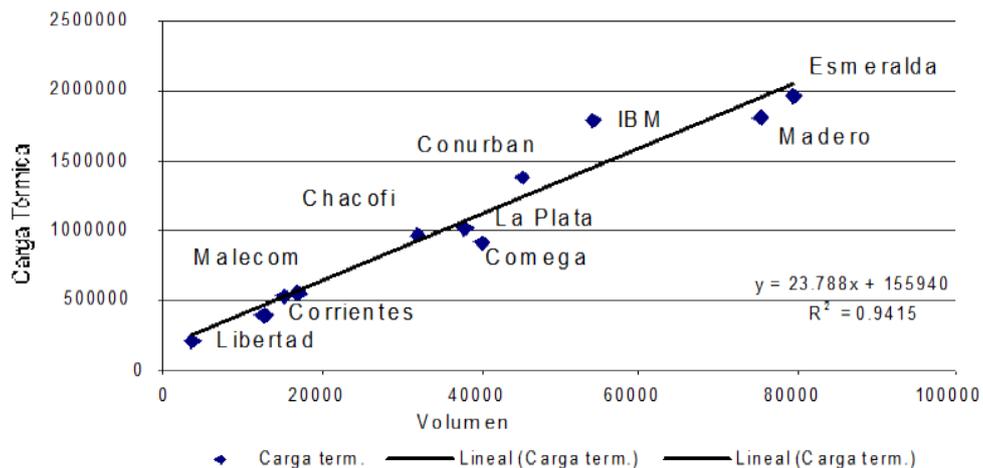


Figura 6-40: Relación entre el volumen a calefaccionar y la carga térmica anual en calefacción.

$$CTA_{cal} = 23,788 \text{ Vol} + 155940 \quad [\text{Eq. 6-5.2.}]$$

Sobre la totalidad de los casos procesados se trazó la línea de tendencia ($R^2=0,9415$) y puede observarse que el edificio Comega se aleja de la línea de tendencia hacia abajo, producto de su materialidad y forma constructiva, por otro lado el edificio de IBM, se despegó de la línea hacia arriba, no encontrándose en la mejor situación.

De esta relación puede decirse que todos los casos edilicios que su envolvente es totalmente vidriada mantienen la relación proporcional que a mayor volumen, mayor carga térmica, excepto los dos casos mencionados.

5.1.2.3. Relación entre el coeficiente "G" y el factor de forma.

Cuando analizamos el factor de forma con el coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G, observamos que pocos son los ejemplos que se encuentran sobre la línea de tendencia, los ejemplos que más se alejan de la línea de tendencia, son los edificios ubicados sobre la calle Libertad y el de la avenida Corrientes, son casos que se encuentran entre medianeras en terrenos acotados y el edificio se adapta a la superficie existente.

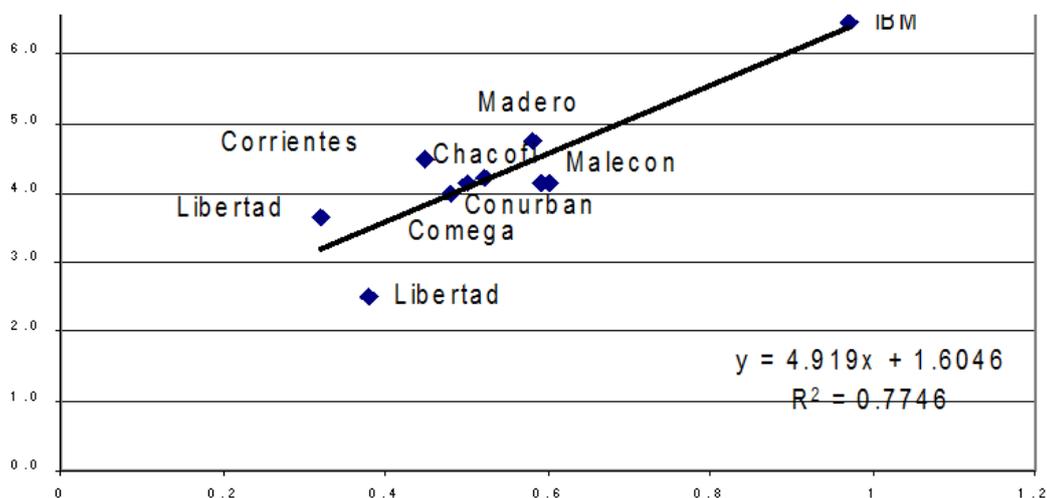


Figura 6-41: Relación entre el factor de forma y el G ($W/m^3\text{°C}$)

En el período 1930/2000 para el área metropolitana de Buenos Aires puede conocerse el coeficiente G ($W/m^3\text{°C}$) a partir del factor de forma - Ff⁽³⁾ con un $R^2=0,7746$.

$$G_{cal} = 4,919 Ff + 1,6046 \quad [\text{Eq. 6.5.2.}]$$

5.1.2.4. Análisis de emisiones de gases efecto invernadero.

En las figuras 6-42 y 6-43 se muestran las emisiones de material particulado, SO_2 , NO_x , HC, CO y CO_2 en Kg/año para los casos analizados sea en calefacción y aire acondicionado. Se muestran los datos en escala logarítmica debido a las diferencias que hay entre los componentes de emisiones debidos a la combustión de gas natural para calefacción y generación de energía eléctrica.

La figura 6-44 muestra las emisiones totales de cada torre de oficinas, donde se destacan las emisiones totales de CO_2 que varían entre 500000 y 1040000 kg/año, seguidos del dióxido de azufre SO_2 con emisiones totales entre 2600 y 7200 kg/año.

⁽³⁾ El factor de forma es la relación que existe entre el área envolvente y el volumen que contiene esta área.

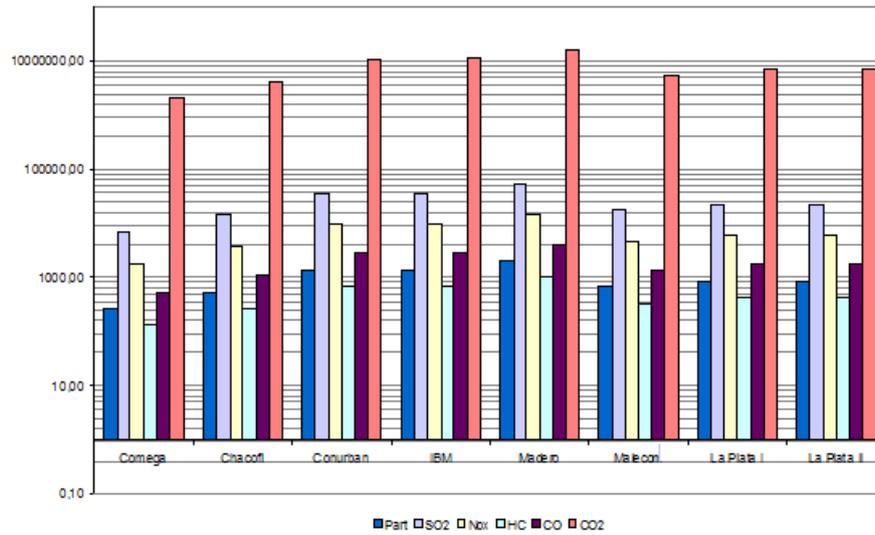


Figura 6-42: Emisiones GEI de invierno en torres de oficinas.

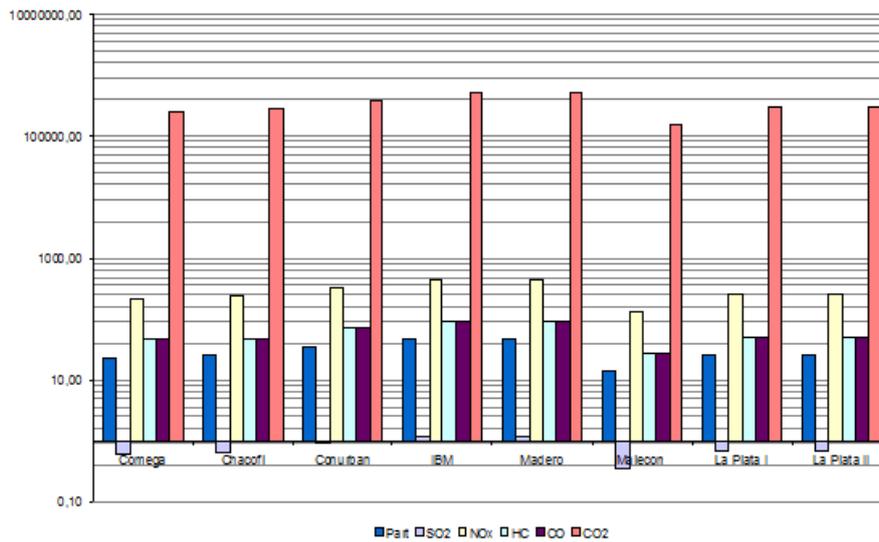


Figura 6-43: Emisiones GEI de verano en torres de oficinas.

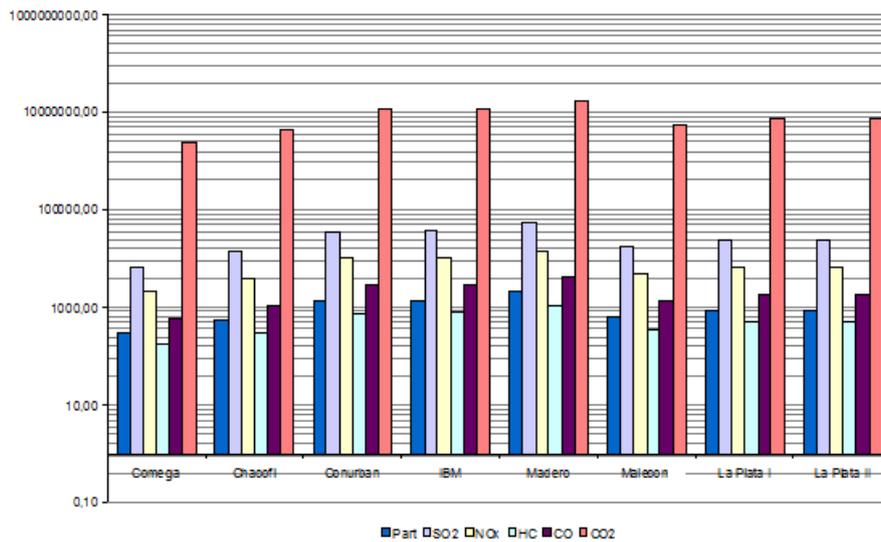


Figura 6-44: Emisiones GEI anuales en torres de oficinas.

6. Reconocimientos

Todos los casos seleccionados han sido publicados como artículos en revistas y congresos con referato o comité científico. Cada trabajo estuvo bajo mi directa supervisión sea en proyectos o como becarios que se ha dirigido.

Se enumera cada caso y se da el debido reconocimiento a los colaboradores y/o coautores.

Caso 1: María Gracia Bianciotto, Pasante alumna y Analía F. Gómez, Investigadora CONICET. Financiado por PAE-ANPCyT 2007/10

Caso 2: Cecilia Corredera, Becaria Doctoral CONICET.

Caso 3: Beca Perfeccionamiento CONICET.

Caso 4: Carlos Díscoli, Investigador CONICET; Carlos Gentile; Cecilia Corredera. Financiado por PID CONICET.

Caso 5: Cecilia Corredera, Becaria Doctoral CONICET. Financiado por Proyecto acreditado UNLP 11/U059.

Sistematización, análisis e interpretación de datos.

1. Introducción

En el capítulo 3 se realizó una descripción de los sectores urbanos estudiados a partir de información estadística, principalmente del último Censo Nacional de población y Vivienda (INDEC, 2005). Se mostró que esta fuente de información desagrega el sector residencial en "casas", "departamentos" y "precario". Dado que estos dos tipos edilicios son muy genéricos a los fines de la investigación es necesario encontrar otros caminos para desagregar estos tipos generales en subtipos a los fines de un análisis energético.

En esta etapa se construye una *matriz de datos* que sintetiza sistémicamente la información recabada mediante auditorías. Esta matriz de datos puede ser procesada con diversos procedimientos estadísticos a fin de poder validar hipótesis y posteriormente elaborar modelos predictivos.

Entre las opciones se encontró útiles a los análisis mediante correlaciones, las regresiones bivariadas o multivariadas, y el análisis *cluster* para la reducción de espacios de atributos y construcción de tipos, entre otros.

Las técnicas son conocidas y no es centro del trabajo, pero si su aplicación al sector edilicio con el fin de construir indicadores e índices que describan un hábitat tan diverso como el que se encuentra en la región estudiada y que aplicada como procedimiento pueda servir para otros casos de análisis.

2. Aplicación a viviendas

2.1. La matriz de datos del sub-sector viviendas y su tratamiento con el método -reat- mediante técnicas manuales

Esta técnica de construcción tipológica es aceptable cuando se deba operar con pocos casos (no más de 50) y que dependan estas tipologías de pocas variables para su definición. Este proceso se compone de varias etapas sucesivas. La primera consiste en construir una matriz de datos para los casos que se quieran clasificar.

Como ejemplo tomaremos una muestra reducida en casos y variables del universo analizado.

Tabla 7-1: Muestra reducida de casos viviendas en el AMBA

Nº	NºENC	USUARIO	TIPO PREVIO	EP TEP/año	FF	FE	G	AÑO Contruc	M2HAB	Nº Pisos	ENTE PROD
1	107	FERREYRO	1	1.17	0.27	1.00	1.3	24	18.67	1	1
2	7	MONTORO	2	0.64	0.42	0.75	3.2	70	60.00	0	1
3	137	PUCACCO	2	1.13	0.35	0.90	3.2	56	14.00	0	1
4	218	JAUREGUI	2	1.31	0.35	1.00	2.5	49	44.00	0	1
5	336	PILEGGI	2	0.49	0.32	0.71	3.0	57	16.50	0	1
6	338	ALVAREZ	2	1.88	0.37	0.71	3.3	42	9.50	0	1
7	342	DELFINO	2	1.93	0.35	0.79	2.7	64	13.20	0	1
8	152	ACEVEDO	5	1.34	0.32	0.68	1.9	74	33.00	0	1
9	153	BORZONE	5	1.39	0.34	0.87	2.2	56	24.60	0	1
10	221	ZAMBANO	5	3.01	0.39	0.74	1.8	82	44.25	0	1
11	174	GHE	7	2.02	0.38	0.82	3.7	66	10.60	0	2
12	179	GOSALVEZ	7	2.24	0.28	0.82	2.6	68	12.75	0	2
13	230	RUIZ	7	1.61	0.38	0.84	3.7	64	26.50	0	2
14	172	MENGONI	8	0.82	0.38	0.56	2.0	68	16.00	1	2
15	177	MOUSON	8	1.17	0.36	0.48	3.0	70	12.75	1	2
16	178	MARTINEZ	8	1.08	0.37	0.78	2.4	70	33.50	1	2
17	5	PETTO	9	0.84	0.40	0.49	2.0	65	12.67	0	1
18	103	FERRARO	9	1.32	0.33	0.49	2.3	46	23.00	0	1
19	105	LAMBRUS	9	0.98	0.26	0.65	1.6	1	22.75	0	1
20	159	ARIAS	9	0.98	0.36	0.61	4.5	1	20.00	0	1
21	339	YUSCO	9	1.42	0.38	0.35	2.1	66	18.00	0	1
22	195	TERRANERA	1	1.68	0.38	0.29	2.2	50	13.33	2	1
23	27	QUELA	2	0.92	0.35	0.32	2.8	20	27.50	5	1
24	161	BARBAZAN	2	1.52	0.39	0.36	2.8	60	11.25	2	1
25	311	ERCILIA	2	1.83	0.25	0.26	2.7	30	14.67	7	1
26	192	TRIFILETI	4	0.64	0.38	0.39	1.9	65	48.00	0	1
27	193	CASTRO	4	0.61	0.42	0.20	4.1	66	48.00	0	1
28	194	TORESIN	4	2.43	0.37	0.39	3.6	65	8.25	0	1
29	71	PEREZ	5	1.31	0.37	0.69	2.9	83	10.67	3	2
30	73	LEGUIZA	5	1.47	0.37	0.58	2.4	83	13.60	3	2
31	138	ORTEGA	5	1.54	0.38	0.54	2.2	83	10.00	3	2
32	146	ARANDIA	5	2.29	0.37	0.32	2.3	83	8.00	3	2
33	104	FAHEY	6	0.50	0.35	0.37	3.3	69	16.00	1	2
34	162	CIARI	6	0.72	0.40	0.19	2.6	73	14.67	1	2
35	164	LANGREVE	6	0.84	0.54	0.33	2.9	73	18.50	1	2
36	111	LOZANO	7	0.86	0.37	0.27	1.9	72	30.00	9	2
37	117	AGOSTINI	7	1.03	0.38	0.27	2.1	72	19.67	9	2
38	118	PASAVENTO	7	1.43	0.37	0.63	1.7	72	16.00	9	2
39	142	BIANCHI	7	0.57	0.37	0.34	2.1	72	32.00	9	2
40	144	SOLER	7	1.74	0.39	0.33	2.4	72	9.00	9	2

Designación:

TIPO	-	tipo previo
M2HAB	-	espacio útil p/hab
AH	-	tamaño de vivienda
COMP	-	compacidad
FF	-	compacidad volumétrica
FE	-	nivel de agrupamiento
G	-	calidad térmica
AÑO	-	año de construcción
PISOS	-	altura edilicia
ENTE	-	ente productor
EP	-	consumo de energía (TEP/año)
NHAB	-	número de habitantes

El paso siguiente consiste en discriminar las variables que utilizaremos en la construcción de tipologías en forma dicotómica o tricotómica. Esto lo realizaremos para simplificar el proceso de clasificación. En nuestro caso adoptaremos tres variables para definir las tipologías del ejemplo que estamos tratando:

Ente productor	2	Estatal	2
	1	Privado	1
Calidad térmica de la envolvente "G" (W/m ³ °C)	<2.1 m ²	Buena	0
	>2.1 <2.9	Regular	1
	>2.9	Mala	2
Calidad dimensional "m ² /hab"	0-15	Económico	0
	15-25	Regular	1
	+ 25	Lujoso	2

Luego se reemplaza estos valores en la matriz de datos.

Tabla 7-2: Matriz de datos transformada de casos viviendas en el AMBA

ORDEN	N° ENCUESTA	NOMBRE USUARIO	TIPO PREVIO	ENTE	G	M2HAB PRODUC
1	107	FERREYRO	1	1	0	1
2	7	MONTORO	2	1	2	2
3	137	PUCACCO	2	1	2	0
4	218	JAUREGUI	2	1	1	2
5	336	PILEGGI	2	1	2	1
6	338	ALVAREZ	2	1	2	0
7	342	DELFINO	2	1	1	0
8	152	ACEVEDO	5	1	0	2
9	153	BORZONE	5	1	1	1
10	221	ZAMBANO	5	1	0	2
11	174	GHE	7	2	2	0
12	179	GOSALVEZ	7	2	1	0
13	230	RUIZ	7	2	2	2
14	172	MENGONI	8	2	0	1
15	177	MOUSON	8	2	2	0
16	178	MARTINEZ	8	2	1	2
17	5	PETTO	9	1	0	0
18	103	FERRARO	9	1	1	1
19	105	LAMBRUSCHINI	9	1	0	1
20	159	ARIAS	9	1	2	1
21	339	YUSCO	9	1	0	1
22	195	TERRANERA	12	1	1	0
23	27	QUELA	12	1	1	2
24	161	BARBAZAN	12	1	1	0
25	311	ERCILIA	12	1	1	0
26	192	TRIFILETI	14	1	0	2
27	193	CASTRO	14	1	2	2
28	194	TORESIN	14	1	2	0
29	71	PEREZ	15	2	1	0
30	73	LEGUIZA	15	2	1	0
31	138	ORTEGA	15	2	1	0
32	146	ARANDIA	15	2	1	0
33	104	FAHEY	16	2	2	1
34	162	CIARI	16	2	1	0
35	164	LANGREVE	16	2	1	1
36	111	LOZANO	17	2	0	2
37	117	AGOSTINI	17	2	0	1
38	118	PASAVENTO	17	2	0	1
39	142	BIANCHI	17	2	0	2
40	144	SOLER	17	2	1	0

Con la matriz de datos transformada deberemos construir una matriz de cruces donde ubicaremos en el eje de las x la variable Ente Productor dividida en Privado y Estatal que a su vez se subdividirá cada una de estas según la calidad térmica de la envolvente. En el eje de las y ubicaremos la calidad dimensional por habitante que la hemos dividido en condición dimensional económica, regular y lujosa.

Ente productor		1			2		
Calidad térmica		1	2	3	1	2	3
m ² /hab	0	1	4	3	-	7	2
	1	3	2	2	3	1	1
	2	2	3	2	2	2	2

Si analizamos la matriz veremos que se plantean casos donde existen problemas de falta de espacio en viviendas con envolvente de calidad regular y mala (9 casos).

También se ven 5 casos para una situación normal de calidad espacial y 4 casos para una situación de lujo.

Dado el conocimiento que poseemos de la producción del sector debemos descartar los casos de exceso de sup/hab, ya que se pueden deber a situaciones muy específicas de reducción del núcleo familiar. En función de esto los casos que cumplan esta condición los fusionaremos a los de condición regular obteniendo una nueva matriz donde hemos reducido el espacio de atributos.

2.1.1. Análisis de los tipos de viviendas del sector público

En este punto del proceso de reducción podemos preguntarnos si las 5 tipologías construidas para el sector estatal conforman nuestras expectativas. Dado que de lo analizado no se presentan situaciones extrañas al conocimiento del sector, adoptamos esta clasificación.

En función de lo numeroso de cada grupo podemos ordenarlas en el siguiente cuadro:

TIPO	CASOS	G	M2HAB	TIPOS PREVIOS	CASOS
A	7	regular	económico	Casa Estatal	1
				Bloque Bajo	4
				Torre	1
				Placa	1
B	5	bueno	regular	Dúplex Estatal	1
				Placa	4
C	2	regular	regular	Dúplex Estatal	1
				Torre	1
D	2	malo	económico	Casa Estatal	1
				Dúplex Estatal	1
E	2	malo	regular	Casa Estatal	1
				Torre	1

Con lo cual el tipo "A" del sector estatal que comprende el 39% del universo, es de calidad térmica regular (G = 2.1 a 2.9 W/m³°C) y tiene problemas de falta de superficie por habitante.

El tipo "B" con el 28% del universo posee una buena calidad térmica ($G < 2.1 \text{ W/m}^3\text{°C}$) o su envolvente está muy protegida y tiene una calidad dimensional regular.

Debe destacar que los bajos valores de "G" están muy influenciados por la exposición de la vivienda y eso lo podemos inferir a partir de que estos dos tipos se componen en su mayor parte por departamentos en edificios con un fuerte grado de agrupamiento.

Los otros tres tipos edilicios poseen una calidad térmica regular o mala y presentan una calidad dimensional de económica ó regular.

2.1.2. Análisis de las tipologías del sector privado

Debe hacerse una consideración especial hacia lo que se denominan tipos puros. Estos serían los ubicados en la diagonal positiva. Esto quiere decir que un tipo puro sería el que poseyera una buena calidad de envolvente y que a su vez fuera espaciosa. El segundo sería el de condición regular-regular para ambas variables y el último el que fuera de mala calidad térmica de envolvente y presentar falta de superficie.

Esto rara vez sucede y generalmente se presentan soluciones mixtas que generan dispersión en las características de los tipos.

Para estas tipologías producidas por el sector privado, presentan mayor dispersión que las del sector estatal, que como fuera expuesto en anteriores informes es una particularidad del parque habitacional de la región. De lo analizado son pocas las transformaciones posibles para el par de variables consideradas ya que solo se presentan tres casos a transformar.

El caso de buena calidad térmica y condición espacial económica mantiene la condición del "G" y pasa a una condición regular de calidad espacial (0-0 a 0-1). Los dos casos de calidad térmica mala y lujosa dimensionalmente se transforman en función de este último a condición regular en cuanto a espacio per cápita (2-2 a 2-1).

De esta manera habremos obtenido siete tipologías para el sector privado de un total de 22 casos analizados.

De la misma forma que las del sector estatal se plantea un cuadro resumen:

TIPO	CASOS	G	M2HAB	TIPOS PREVIOS	CASOS
A	4	bueno	regular	Casa Chorizo	1
				Renta 1900	3
B	4	regular	económico	Casa Cajón	1
				Prop. Horiz.	3
C	4	malo	regular	Casa Cajón	2
				Renta 1900	1
				Torre	1
D	3	regular	lujoso	Casa Cajón	2
				Prop. Horiz.	1
E	3	malo	económico	Casa Cajón	2
				Torre	1
F	2	bueno	lujoso	Chalet Calif.	2
G	2	regular	regular	Chalet Calif.	1
				Renta 1900	1

Como se expuso a principio del capítulo el método debe ser utilizado con pocos casos y pocas variables. Esto debido a lo laborioso del proceso manual de reducción del espacio de atributos. Las limitaciones principales del método se refieren a la pérdida de información que supone la discriminación de las variables, así como la arbitrariedad con que pueden realizarse las transformaciones. Deben seleccionarse con mucho cuidado las variables para obtener clasificaciones consistentes.

2.2. Análisis de las características de las variables mediante la realización de cruces

A partir de poseer la matriz de datos sistematizada informáticamente, pudo realizarse un análisis particularizado mediante la realización de cruces. Los cruces permiten explorar la situación en la que se encuentra el universo en estudio en función de la muestra.

El primer paso consiste en discriminar las variables continuas en dicotómicas o tricotómicas para lo cual se analizan separadamente cada una de ellas a efectos de decidir donde serán realizados los cortes.

El criterio adoptado partió de realizar histogramas de frecuencia de cada una de las variables a efectos de tratar que los cortes respondieran a una distribución normal.

Además de esta consideración se tomaron otras determinaciones como por ejemplo en la variable período histórico donde los cortes se corresponden a momentos en los cuales se producen cambios tecnológicos especiales.

En función de esto se plantean a continuación las discriminaciones realizadas:

Tamaño vivienda	A.H.	<50 m ² >50 <100 >100	Pequeña (1) Mediana (2) Grande (3)
Factor de forma F.F.		<0.8 >.08 <1.1 >1.1	Poco compacto (1) Compacto (2) Muy compacto (3)
Factor de exposición	F.E.	<0.8 >0.8 <0.5 >0.5	Aislado (1) Agrupado (2) Colectivo (3)
Factor de compacidad		<60 >60 <80 >80	Poco Compacto (1) Compacto (2) Muy compacto (3)
Calidad Térmica Edilicia "G" W/m ³ °C		<2.1 >2.1 <2.9 >2.9	Buena (1) Regular (2) Mala (3)
Año de construcción		0-35 35-55 55-hoy	Antiguo (1) Intermedio(2) Nuevo (3)
m ² /hab		0-15 15-25	Económico (1) Regular (2)

	+ 25	Lujoso (3)
Pisos	1	Individual (1)
	1-4	Medio (2)
	+4	Alto (3)
Ente productor	2	Estatal
	1	Privado
Consumo Anual Gas	0-10 m ³ /m ²	Bajo (1)
	10-20 "	Medio (2)
	+ 20 "	Alto (3)
Consumo Anual Energía eléctrica	0-15 Kwh/m ²	Bajo (1)
	15-25 "	Medio (2)
	+ 25 "	Alto (3)
TEP/m ² Energía Primaria	0-0.0150	Bajo (1)
	0.0150-0.0250	Medio (2)
	+ 0.0250	Alto (3)

2.3. Calidad dimensional en las tipologías previas

Para las tipologías previas al análisis Cluster se analiza la relación con la calidad dimensional de las viviendas. En una primera división en casas y departamentos podemos ver que el 33% de los núcleos familiares que habitan casas tienen problemas de superficie por habitante. El 52% no sufre de falta de espacio y el 43% restante estaría en un nivel de exceso dimensional.

Tabla 7-3: Calidad dimensional de viviendas por tipo previo.

Tipo	1	2	3	Total
1	2	20	2	24
2	16	35	4	55
3	1	9	1	11
4	-	11	2	13
5	-	13	1	14
6	1	8	-	9
7	2	2	-	4
8	1	4	-	5
9	-	8	-	8
10	7	13	2	22
11	8	14	3	25
12	4	28	4	36
14	5	15	3	23
15	15	2	-	17
16	5	6	1	12
17	3	10	-	13
COLUMNA	70	198	23	291
TOTAL	24.1	68.0	7.9	100.0

Para los departamentos el 67% padece la falta de espacio. Mientras que el 48% y 57% restante están en una situación normal y de lujo.

Si ahora realizamos un análisis según tipos previos vemos que las denominadas Casa Cajón y Casa Chorizo, representan el 59% del grupo de casas. Para la tipología Casa Chorizo se ve que no existirían problemas de falta de espacio ya que el 83% de los casos está en situación aceptable. Solo el 8% presenta falta de espacio o exceso respectivamente. Mientras tanto en la tipología Casa Cajón los casos de hacinamiento se elevan al 29%.

Para las del grupo casas de producción estatal que representan el 13% del universo no existen casos con exceso de superficie; sean la tipología Chalet, Casa ó Dúplex Estatal solo existen problemas de falta de espacio en aproximadamente el 20% de los casos. O sea, que el 89%, 50% y 80%, respectivamente, estarían en una situación aceptable.

En cuanto a falta de espacio en el Grupo Departamentos, la situación más grave se da en la tipología Bloque Bajo con el 80% de los casos, luego en las Torres de construcción estatal con el 42% de los casos, los departamentos internos en planta baja o hasta 3 pisos con el 32% y las torres de producción privada o placas estatales con el 22% de los casos. Para los departamentos en edificios de propiedad horizontal (aire y luz) solo el 11% tiene problemas de espacio.

La abundancia de espacio disponible per cápita se da en pocos tipos y en pocos casos. Por ejemplo, tanto en los tipos del sector privado como del estatal estos casos representan aproximadamente el 10% del universo. Como podía esperarse las situaciones de falta de espacio por habitante se da principalmente en los tipos de producción estatal.

2.4. Calidad dimensional en función del tamaño de la vivienda

Del cruce de estas variables se deduce que en la muestra las viviendas pequeñas (<50m²) representan el 20,6%.

En estas no existen casos con problemas de hacinamiento (+25m²/hab), aunque si el 43% de los casos puede considerarse de situación regular (15-25m²/hab) y el 37% restante posee algunos problemas de falta de espacio (<15m²/hab), representando el 7,6% de la muestra.

Respecto de las viviendas medianas (50 a 100m²) que son el 62% de la muestra el 65% está en una situación regular. Pero un 26% tiene problemas mientras que solo el 9% está en una buena situación.

En cuanto a las viviendas grandes (>100m²) con el 17% de participación en la muestra prácticamente no existen problemas de falta (4%) ni de exceso de espacio (14%), siendo la mayoría de condición buena (82%).

Como conclusión podemos decir que el 24% de la muestra padece problemas dimensionales, mientras que la mayoría de las viviendas esta en una buena situación con el 68% del total. Solo el 8% del universo está en situación muy buena.

2.5. Calidad dimensional en función de la antigüedad de los edificios

La relación entre calidad dimensional y período de construcción de la vivienda muestra resultados esperados. En las viviendas antiguas y amplias solo el 14% tiene problemas de falta de espacio, el 79% está en una condición regular y solo el 7% tiene un exceso de superficie por habitante.

Aunque sí debe remarcarse que la falta de espacio por habitante es lineal en función de la antigüedad de la vivienda. Mientras que las que poseen niveles aceptables decrecen con los años. Y las con exceso de superficie se mantienen.

2.6. Calidad dimensional en función de la altura de los edificios

En las viviendas individuales el 18% está en los límites del hacinamiento mientras que la mayoría (75%) está en un buen nivel.

En contraposición el 57% de las viviendas en edificios de altura media (<4 pisos) si tienen problemas dimensionales con solo el 35% de buen nivel.

Las viviendas en edificios altos están en situación similar a las individuales, ya que el 69% de nivel bueno y 21% tiene problemas de falta de espacio.

2.7. Calidad dimensional en función del ente productor

En cuanto a la relación entre calidad dimensional y origen de la vivienda en función del ente productor, vemos que para las de construcción privada el 72% está en una buena situación, el 19% con problemas dimensionales y el 9% con niveles de exceso en superficie por habitante.

Mientras en las construidas por operatorias oficiales el 47% tiene problemas dimensionales y el resto (53%) se encuentra en niveles aceptables.

En conclusión se ve que las viviendas estatales no son cómodas para las familias que las habitan. Por otra parte debe destacarse que cerca del 20% de los sectores medios tenga problemas de hacinamiento.

2.8. Tamaño de la vivienda respecto de su antigüedad

En cuanto a la relación tamaño de la vivienda y año de construcción se deduce que las viviendas chicas (<50m²) se incrementaron hacia los años '50 en un 9% para luego decrecer un 3%. Las viviendas medianas (50-100 m²) se mantuvieron estables entre principios de siglo y los '50 con un 59% del parque para luego crecer en cantidad un 6% en los últimos años.

Mientras tanto las viviendas grandes mantienen un constante retroceso con solo el 15% de participación en la actualidad respecto del 27% en los orígenes del período analizado.

2.9. Relación entre la superficie disponible y la energía total consumida anualmente por habitante

Esta relación nos muestra que los menores consumos per cápita se presentan en los hogares con mayor disponibilidad de espacio por habitante ó en situación de virtual hacinamiento.

La mayoría de los hogares con gran disponibilidad de espacio por habitante, categorizado "muy bueno", tienen los mayores consumos per cápita.

La mayoría de los hogares con problemas dimensionales tienen los menores consumos per capita y la mayoría de los hogares en una situación regular de espacio tiene a la mayor parte de sus casos en consumos medios.

2.10. Relación calidad espacial y consumo de energía por m² habitable

La situación respecto del espacio disponible por habitante es particular, por cuanto en los hogares con falta de espacio, los consumos son medios y altos. En los hogares lujosos en cuanto a espacio disponible los consumos son bajos en primer lugar con el 54% y descienden al 5% para consumos altos.

Para los hogares en una situación normal en cuanto a espacio disponible el 29% presenta consumos bajos, el 50% consumos medios y el 21% restante consumos altos.

- Los hogares con problemas de espacio tienden a consumir más energía.
- Los hogares con una regular disponibilidad de superficie tienden a consumir energía en valores medios.
- Los hogares con gran superficie por habitante tienden a consumir poca energía.

2.11. Grado de compacidad en función del ente productor

La relación entre el grado de compacidad en función del ente productor muestra claramente para ambos sectores (privado y estatal) una mayoría de viviendas compactas (67 y 83%), respectivamente.

En el caso del sector privado se da la particularidad que se distribuyan de igual manera (18%) las poco compactas y muy compactas. Mientras que para el sector estatal se presentan más casos de viviendas poco compactas (10%) respecto de las muy compactas.

Para la región y en función de la discriminación adoptada la mayoría del parque habitacional tiene un buen grado de compacidad, aunque hay mayor dispersión en el sector privado.

3. El comportamiento energético del sub-sector viviendas en el AMBA.

En sucesivos proyectos se realizaron más de 2000 encuestas y relevamientos globales de los cuales se seleccionaron 397 casos que poseen suficiente información. A título informativo las auditorías masivas implicaron el trabajo de un gran número de personas que fueron adecuadamente entrenadas. Ya en el primer proyecto denominado Audibaires financiado por

Secretaría de energía de la Nación hacia 1986 se me dio la responsabilidad de coordinar el trabajo de campo. La acción conjunta de más de 30 personas dificultaba el control de gestión en la calidad de la información durante el procesamiento de la información. Al momento del análisis el dato contenía un error sistemático que se incrementaba progresivamente. Esto comenzaba en el trabajo de campo donde el encuestador que habiendo sido capacitado no siempre observaba al objeto adecuadamente y la información devengaba difusa.

En las mediciones que quedaban en manos del usuario, se utilizaban mayoritariamente termómetros de máxima y mínima, el error sistemático en la lectura era del orden de un grado en el mejor de los casos.

Con los instrumentos actuales, mayoritariamente micro-loggers marca Hobo, la resolución es de una décima de grado y el error por calibración despreciable. Esto llevaba a que al momento de realizar correlaciones la dispersión sea elevada y que en la actualidad interpretamos como deficiencias en el protocolo de mediciones y en la calidad del dato.

Así se tomaron centenares de muestras que al momento de correlacionar variables nos veíamos en la necesidad de ir descartando casos hasta trabajar con unas pocas decenas de muestras. En estos años la preocupación se centró en mejorar protocolos, instrumentos y métodos para minimizar la pérdida de un recurso costoso como es la obtención de información fidedigna.

3.1. Relación entre el volumen calefaccionado y la carga térmica anual en calefacción

En la Figura 7-1 puede verse una correlación entre la carga térmica anual obtenida con un balance estacionario AuditCAD para la totalidad de la muestra y el volumen calefaccionado de las viviendas, donde la dispersión es reducida $R^2 = 0.865$.

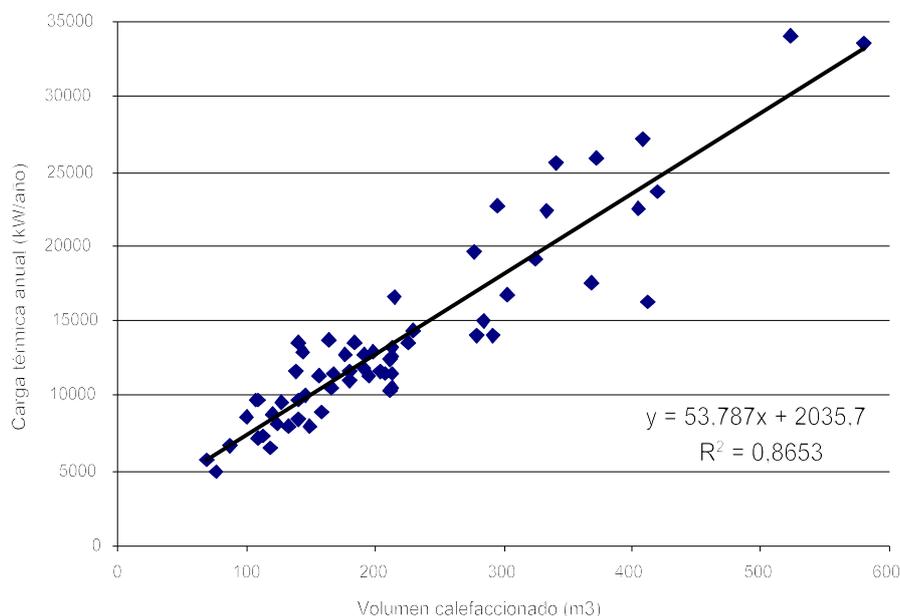


Figura 7-1: Correlación entre la carga térmica anual y el volumen calefaccionado.

Esto nos está mostrando un sensible mejoramiento en la calidad del proceso. Por otra parte muestra que para la región del gran La Plata hay una cierta homogeneidad en las características constructivas y formales de las viviendas de la muestra.

Así podemos calcular la carga térmica anual a partir del volumen calefaccionado para viviendas unifamiliares con la siguiente expresión:

$$CTA = 53,787 x Vol - 2035,7 \quad [\text{Ecuación 7.1}]$$

Donde:

CTA: Carga térmica anual en kW/año

Vol: Volumen calefaccionado en m³

3.2. Relación entre el área envolvente y la carga térmica anual en calefacción

En la figura 7-2 que muestra la correlación entre la carga térmica anual en kW/año y el *área envolvente* (muros, pisos, ventanas y techos) la situación es similar con un R²= 0.87. La expresión nos permite conocer la carga térmica anual a partir del volumen de una vivienda en el rango 70 a 580 m³:

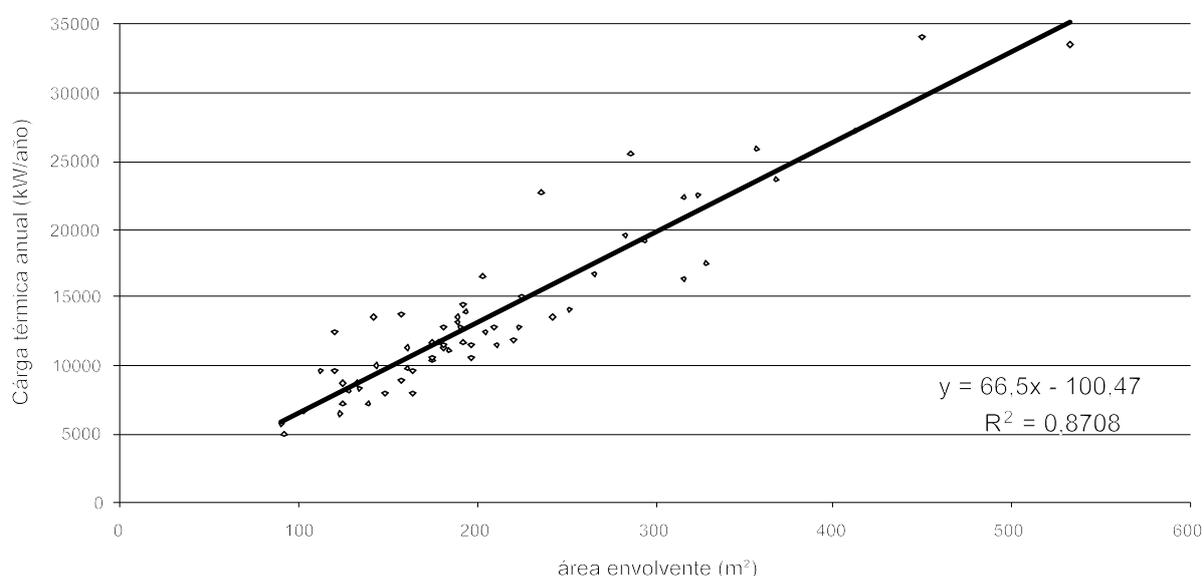


Figura 7-2: Correlación entre la carga térmica anual y el área envolvente.

$$CTA = 66,5 x AEnv - 100,47 \quad [\text{Ecuación 7.2}]$$

Donde:

CTA: Carga térmica anual en kW/año

AEnv: Área envolvente en m²

Podemos notar una menor dispersión en el segmento que va de 70 a 230 m³ y que responde a una mayor compacidad en las viviendas de los sectores socioeconómicos medios bajo a medio-medio. Para casos de viviendas mayores a 250 m³ aumenta la dispersión debido a una combinación entre reducción de la compacidad volumétrica y aumento de la relación vidriado / opaco.

3.3. Relación entre el área expuesta y la carga térmica anual en calefacción

En la figura 7-3 donde analizamos la relación CTA respecto de la porción de envolvente expuesta notamos un sensible aumento de la dispersión debido a las características de implantación urbana de los casos auditados ya que la muestra comprende departamentos en edificios en altura, departamentos en agrupamientos en planta baja, viviendas unifamiliares aisladas y otras

con diverso grado de agrupamiento. Esto responde a que la muestra representa células de un tejido urbano con densidad alta a baja y con diverso grado de consolidación.

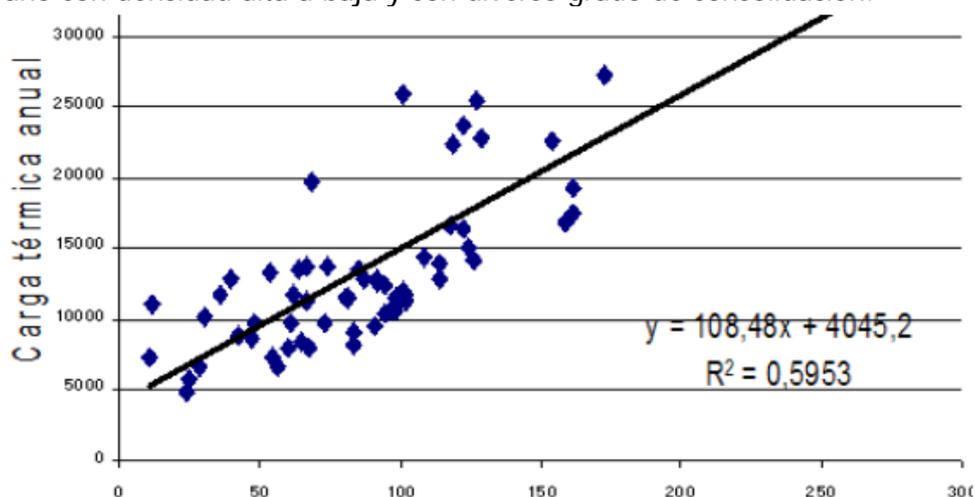


Figura 7-3: Correlación entre la carga térmica anual y el área expuesta.

La expresión nos permite conocer la carga térmica anual a partir de la parte expuesta de la envolvente con una menor confianza ($R^2=0,5953$).

$$CTA = 106,48 x AExp + 4045,2 \quad [\text{Ecuación 7.3}]$$

Donde:

CTA: Carga térmica anual en kW/año

AExp: Área envolvente expuesta en m^2

Del análisis de la figura podemos inferir indirectamente otras características de la muestra como ser la distribución en el espacio urbano en relación a la densidad. Para los puntos que se encuentran en el rango AExp 15 a 110 m^2 y CTA 4900 a 14000 kW/año son por una parte viviendas de menor demanda energética en un tejido urbano relativamente denso.

Integran $\frac{3}{4}$ partes de la muestra mientras el $\frac{1}{4}$ restante muestra una mayor exposición y CTA mayores entre 14000 y 3500 kW/año.

3.4. Relación entre el volumen calefaccionado y el G para una muestra de 127 casos de viviendas unifamiliares del AMBA

La figura 7-4 muestra la calidad térmica del parque a partir de correlacionar el coeficiente global de pérdidas volumétricas "G" [$W/m^3\text{°C}$] y el volumen calefaccionado.

La elevada dispersión, $R^2= 0.29$, es producto de las características formales, constructivas y térmicas de la muestra por una parte y del parque habitacional por otro. En trabajos de la década pasada se realizó un significativo esfuerzo por reducir esta dispersión mediante un profundo análisis multivariado que incluyó al análisis tipológico (cluster), discriminante, factorial entre otros que hoy discutimos.

El G es un indicador preciso de la calidad térmica de un edificio de viviendas y la figura nos muestra la heterogeneidad de nuestros sectores urbanos que son reflejo de nuestra cultura. Esto dificulta la definición de políticas de ahorro y uso racional de la energía al reducirse la posibilidad de tipificar pautas de mejoramiento.

Por otra parte a mediados de la década del '80 se creó una gran polémica al mostrar que los niveles establecidos por IRAM para el G permitía que casi la totalidad de lo construido cumpliera con dicha norma, ver curva superior. Esta curva corresponde a la ciudad de La Plata con un valor medio de 1085 grados día¹ entre área urbana y suburbana para una temperatura de confort de 18°C.

Llevó una década la actualización de las normas para que representaran en valores lo que decían sus títulos como confort higrotérmico, ahorro de energía, etc. Esto se logró en un marco de fuertes debates entre los representantes de los diversos actores sociales de la construcción (Evans, 1996)(Czajkowski, 2000). Aún hoy el principal impedimento para poner en vigencia normas sobre calidad térmica en edificios la impulsan representantes técnicos de la Cámara Argentina de la Cerámica Roja.

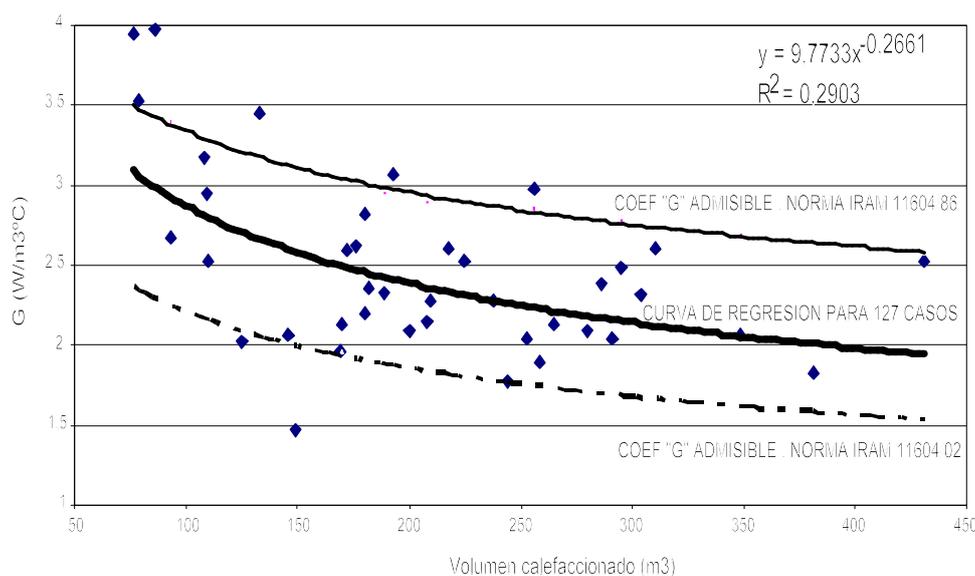


Figura 7-4: Comparación entre las características térmicas de la muestra y versiones de la norma IRAM 11604.

Contamos en la actualidad con tres niveles de calidad térmica en la envolvente y un nivel en el G que se sustenta en la calidad media de la Norma IRAM 11605. Existen fuertes presiones del sectores de la construcción para eliminar los límites establecidos por la curva inferior que muestra un parque habitacional que dilapida energía, contribuye al calentamiento global, contamina y malgasta valiosos recursos económicos en un medio social cada vez más empobrecido, con una economía quebrada (Esteves, 1996)(Rosenfeld, 1996).

La figura 7-4 es una radiografía de nuestra realidad y de ella pueden obtenerse muchas interpretaciones que exceden el discurso académico y deberían servir de sustento a la definición de políticas que redunden en el bien común.

En el capítulo 6 cuando se tratan casos de estudio, aparece esta misma figura donde se muestra como puede mejorarse significativamente la eficiencia energética de una vivienda intervenida y posicionarse en una condición que supera lo exigido por Normas. Por otra parte también se muestra un análisis económico donde en poco más de dos años puede recuperarse la inversión.

⁽¹⁾ Grados día de calefacción (HDD heating degree days) es la suma de las diferencias de temperaturas, entre una temperatura base y la temperatura media diaria, para los días en que la media diaria es menor que la temperatura base en un período establecido.

4. Discriminación del consumo de gas natural según usos.

Se utilizó la muestra de los proyectos compuesta por viviendas permanentes de construcción tradicional y niveles regulares de consumo energético pertenecientes a usuarios que habitan zonas de alta, media y baja consolidación urbana y cuyas características de dimensionamiento y tamaño de la misma se detallaron en trabajos anteriores (Rosenfeld, 1999-2000). Debido, principalmente, a restricciones presupuestarias se encuestaron detalladamente 121 casos a los que se realizó una auditoria global y posteriormente se seleccionaron 38 casos a los que se realizó una auditoria detallada.

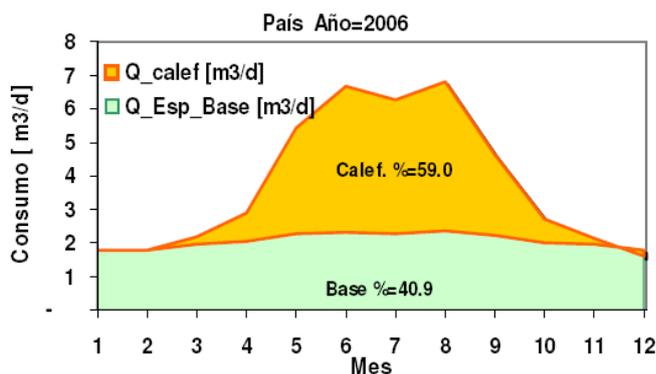


Figura 7-5: Estimación del consumo de GN discriminado en base (agua caliente + cocción), con el usado en calefacción para el promedio nacional en viviendas. Valores correspondientes al año 2006 que tuvo un invierno poco riguroso. Fuente: ENARGAS, 2008.

Enero	= 0,3667 x B2 + 0,15 x B1
Febrero	= 0,4667 x B2
Marzo	= 0,1667 x B2 + 0,35 x B3
Abril	= 0,5 x B3
Mayo	= 0,15 x B3 + 0,3492 x B4
Junio	= 0,4762 x B4
Julio	= 0,1746 x B4 + 0,3279 x B5
Agosto	= 0,5082 x B5
Septiembre	= 0,1639 x B5 + 0,3279 x B6
Octubre	= 0,5082 x B6
Noviembre	= 0,1639 x B6 + 0,3333 x B1
Diciembre	= 0,5167 x B1

Figura 7-6: Expresiones para la conversión de consumos facturados bimestrales en mensuales.

A toda la muestra se la analizó en una primera fase con el "EnergoCAD" a fin de obtener un perfil del comportamiento energético y térmico y posteriormente a los casos donde se realizaron mediciones en invierno y verano durante los años 1998 a 2001 se analizaron con el "AuditCAD".

Los resultados obtenidos fueron exportados a Excel para realizar las comparaciones y cálculos adicionales. El primer problema se presentó al no existir correspondencia entre la salida mensual de demanda de gas natural en calefacción y los consumos registrados en las facturas del servicio.

Para esto se desarrolló un procedimiento (Tabla 1) que transforma los registros bimestrales en valores mensuales, corrige el desfase entre el periodo de lectura y la facturación sin diferencia cuantitativa entre el consumo anual facturado y la sumatoria de consumos mensuales desagregados.

La muestra puede verse en la Figura 7-7 donde la curva de consumos mínimos varía entre 5,13 y 29,5 m³/mes de gas natural. La curva de consumos medios varía entre un mínimo de 35 m³/mes y un máximo de 193 m³/mes.

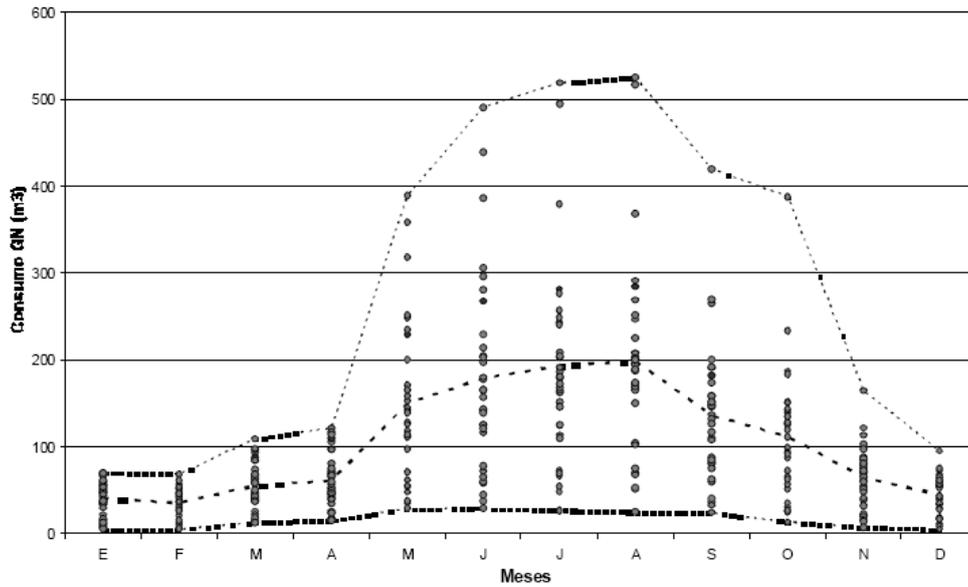


Figura 7-7: Distribución mensual del consumo de gas natural medido en viviendas unifamiliares del gran La Plata, indicando curva de valores máximos, medios y mínimos.

La curva de consumos máximos varía entre un mínimo de 68 m³/mes y un máximo de 525 m³/mes. La concentración de casos en la zona próxima a la curva de consumos medios permite inferir la caracterización de la muestra compuesta mayoritariamente por sectores de consumos medios y medios bajos.

Son pocos los casos de viviendas grandes y de gran consumo. La figura 7-8 muestra el consumo total no discriminado los consumos parciales debidos a agua caliente, cocción y calefacción.

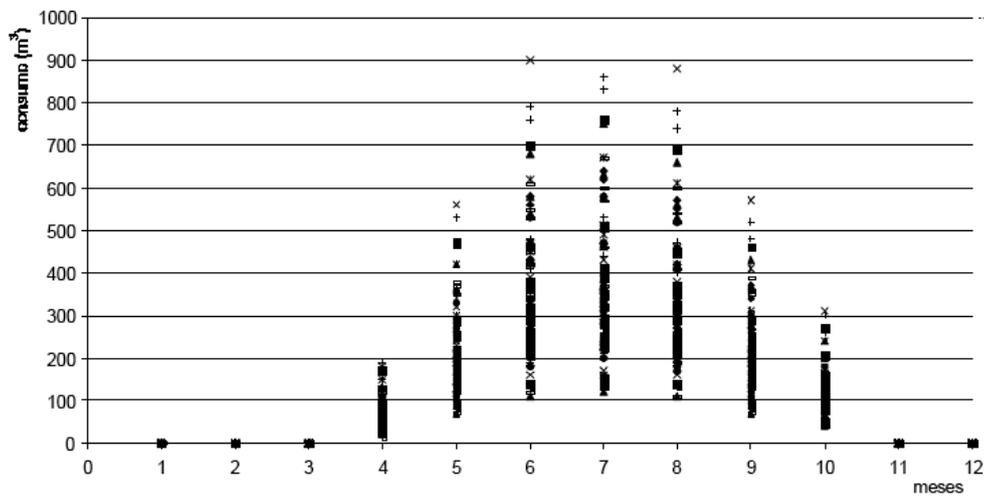


Figura 7-8: Distribución mensual de la demanda de gas natural en calefacción calculada por EnergoCAD, para 116 casos de viviendas.

Si analizamos la Figura 7-7 donde se muestra la demanda de gas natural en calefacción calculada por balance, notaremos que solamente se registran valores para los meses de abril a octubre. Aquí debemos aclarar que el *EnergoCAD* calcula los grados día de calefacción (con bases 16 18 y 20°C) a partir de temperaturas máximas y mínimas del SMN.

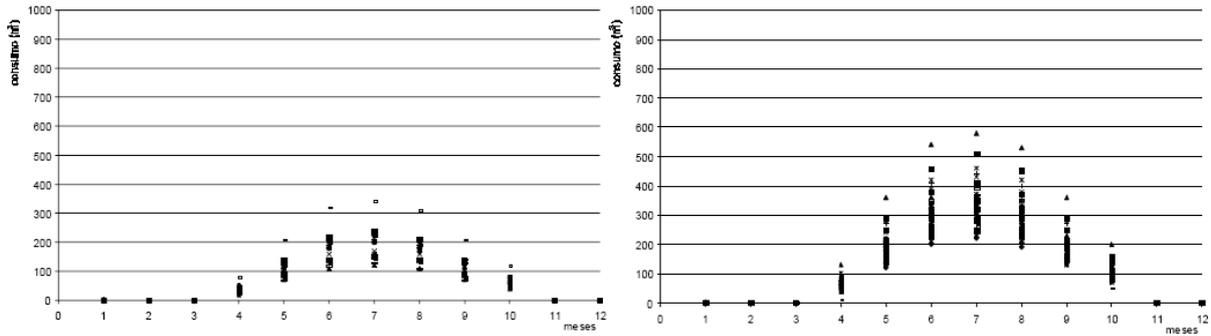


Figura 7-9: Demanda energía para viviendas menores 50 m² y viviendas 100 > m² > 50.

En las Figuras 7-8 a 7-9 podemos ver la muestra segmentada en tres partes correspondientes a viviendas menores a 50 m², entre 51 y 100 m² y mayores a 100 m².

Esta segmentación permite caracterizar la muestra y analizar separadamente el comportamiento energético. Respecto de la demanda de gas natural en calefacción para mantener las viviendas en confort a lo largo del año estas se encuentran en los siguientes valores:

- menores a 50 m² entre 540 m³/año y 1590 m³/año
- para el segmento de 51 m² a 100 m², entre 700 m³/año y 2700 m³/año
- mayor a 100 m² entre 1700 m³/año y 4390 m³/año

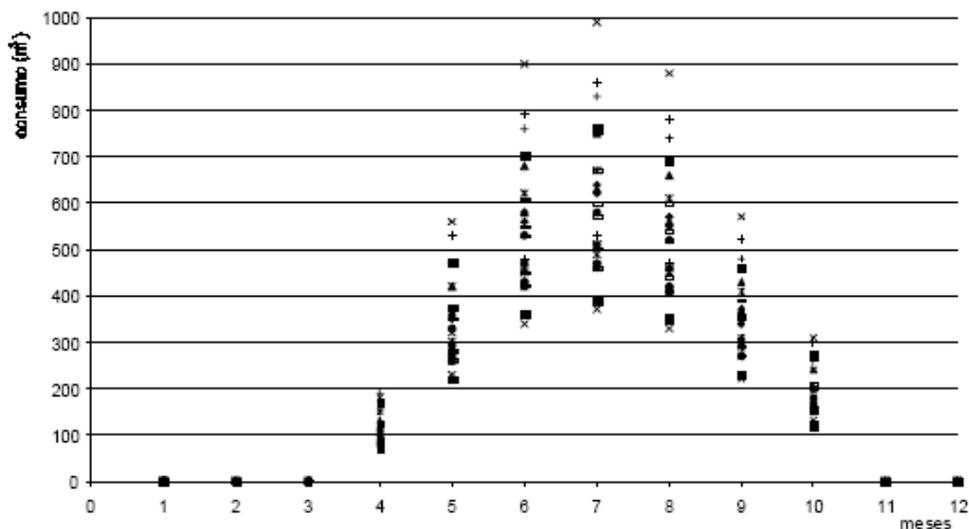


Figura 7-10: Demanda energía para viviendas mayores 100 m²

La superposición se debe a la variedad de soluciones constructivas de las viviendas de la región. Además la vivienda más pequeña es un monoambiente de 25 m² y la mayor un chalet californiano de 222 m².

El modelo energético del *EnergocAD* posee limitaciones debido a que calcula la demanda de energía a partir de los grados día de calefacción y en la determinación de estos intervienen series climáticas de veinte años, mientras que el consumo es producto del año o años en los cuales se realizaron las mediciones. De cualquier manera la sola comparación de las figuras 7-2 y 7-3 nos muestra una gran diferencia entre consumo y demanda.

Para poder comparar estos se debió buscar un procedimiento para descontar el consumo debido a agua caliente y cocción. Los valores obtenidos en proyectos anteriores mostraban que agua caliente + cocción representaban en 36 % del consumo y la calefacción el 64% restante.

Se buscó un coeficiente global determinado a partir del desarrollo de un modelo de consumo de gas natural desarrollado al efecto, para lo cual se desarrolló el programa *Discrgas*. Este permite calcular el consumo de gas a partir de mediciones de temperatura y humedad relativa con micro-adquisidores de datos "Hobo". Para la cuantificación del consumo de gas natural en cocción o agua caliente el algoritmo analiza la forma y dimensión de la curva que genera el encendido de un equipo térmico, además calcula el tiempo parcial y total de encendido y luego lo integra en tantos metros cúbicos de gas.

Se siguió el siguiente criterio:

- para los cinco meses con grados día de calefacción igual a cero se descontó el consumo de forma directa;
- para los meses 4 a 7 se descontaron los consumos del mes 3 y
- para los meses 8 a 10 se descontaron los consumos del mes 11.

De esta forma y no considerando variaciones por estacionalidad en el calentamiento de agua o en los hábitos de cocción pudo obtenerse el consumo debido a calefacción.

Los valores obtenidos por este procedimiento difieren de los hallados en la década pasada (ver Tabla de la figura 7-10). El promedio de la muestra gasta el 54,9% del gas natural en calentar agua para uso sanitario y cocinar y el 45,1% en calefaccionar la vivienda. Unos pocos casos prácticamente no calefaccionan ya que gastan el 6,8% y otra parte de la muestra gasta el 24,2% en AC+Cocc y el 75,8% en calefacción.

	Agua Caliente + cocción	Calefacción
Máximo %	93,2	6,8
Medio %	54,9	45,1
Mínimo %	24,2	75,8
Desv St %	15,2	15,2

Figura 7-11: Diferencias en el modelo de consumo.

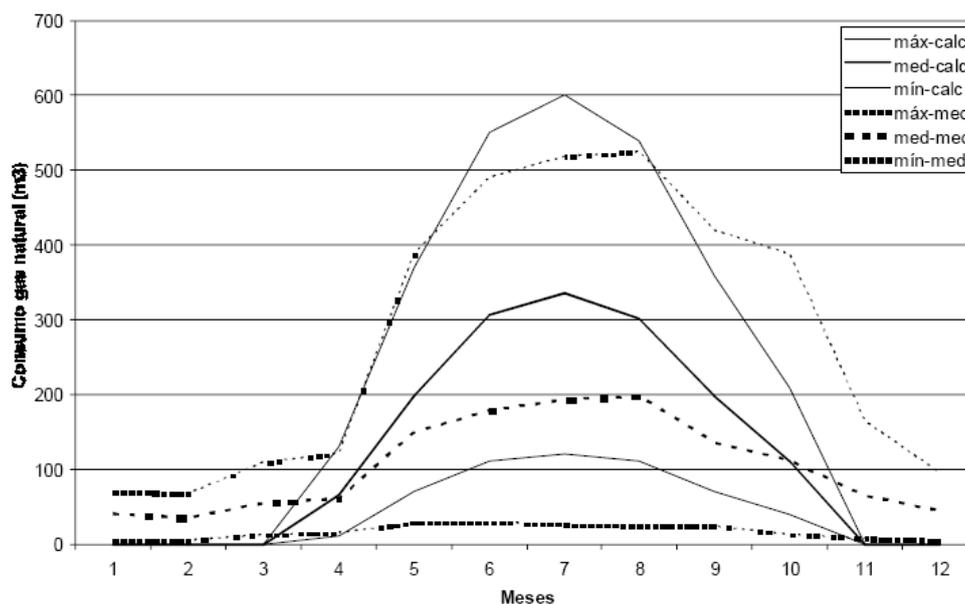


Figura 7-12: Comparación entre demanda mensual calculada de gas natural en calefacción y consumo total medido.

La figura 7-11 permite inferir varios comportamientos en la muestra. Por una parte existe una coincidencia en el encendido de la calefacción hacia el mes de abril para las tres curvas correspondientes a consumos mínimos-medios y máximos, pero a partir de allí la intensidad en el uso de la calefacción mostrada por las pendientes de las curvas es muy diferente. Puede observarse que los sectores medios y mínimos de consumo no consumen lo que debieran siendo el mínimo casi crítico.

Para la curva de mayor consumo la situación es diferente ya que en los meses críticos se produce una merma leve entre consumo y demanda según balance. Pero a partir del mes de agosto cuando el consumo debería reducirse paulatinamente este no se realiza.

Se presenta una suerte de inercia "cultural" en mantener encendida la calefacción durante casi dos meses pero solo en los sectores que pueden afrontar ese consumo.

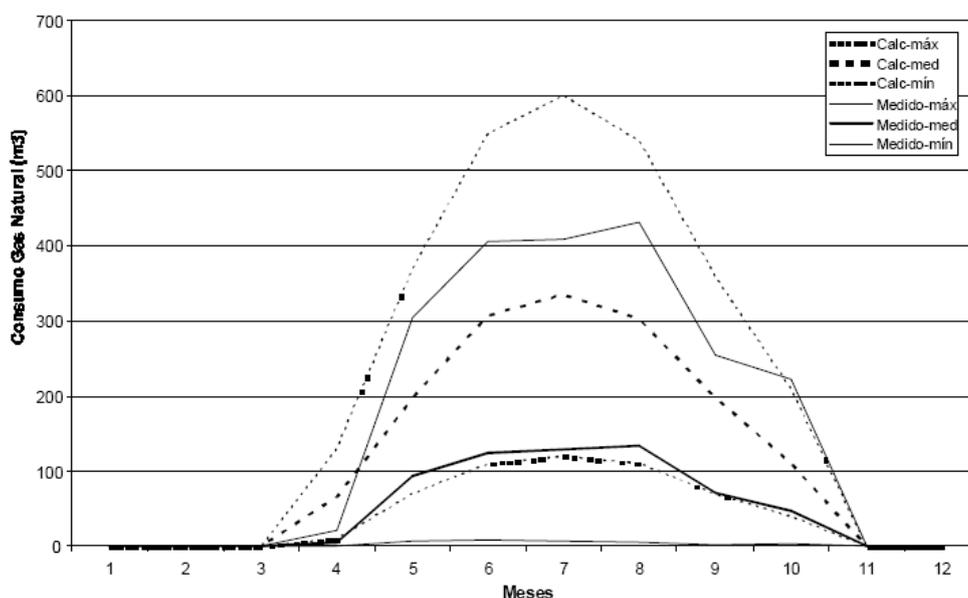


Figura 7-13: Comparación entre demanda calculada de gas natural en calefacción y consumo en calefacción.

La figura 7-12 presenta un escenario diferente ya que en los consumos medidos se ha descontado el consumo debido a AC+Cocc y la diferencia es clara. En línea llena se ve que ninguno de los sectores está cerca de consumir lo que debieran o que el modelo ambiental edilicio del *EnergocAD* basado en los grados día sobreestima la demanda de energía en calefacción.

En la figura 7-13 podemos ver las diferencias importantes entre consumo medido en calefacción y demanda calculada por el *EnergocAD*.

La dispersión en los valores medidos es importante ($R^2= 0.3195$), aunque previsible, ya que existen sectores sociales que se encuentran en infra-consumo energético y otros que a diferencia de la década pasada donde existía un sobre-consumo con altos niveles de temperatura, en la muestra actual no sucede lo mismo. Podría decirse que los sectores de mayor nivel de ingreso se encuentran muy cerca de consumir lo necesario aunque no es concluyente.

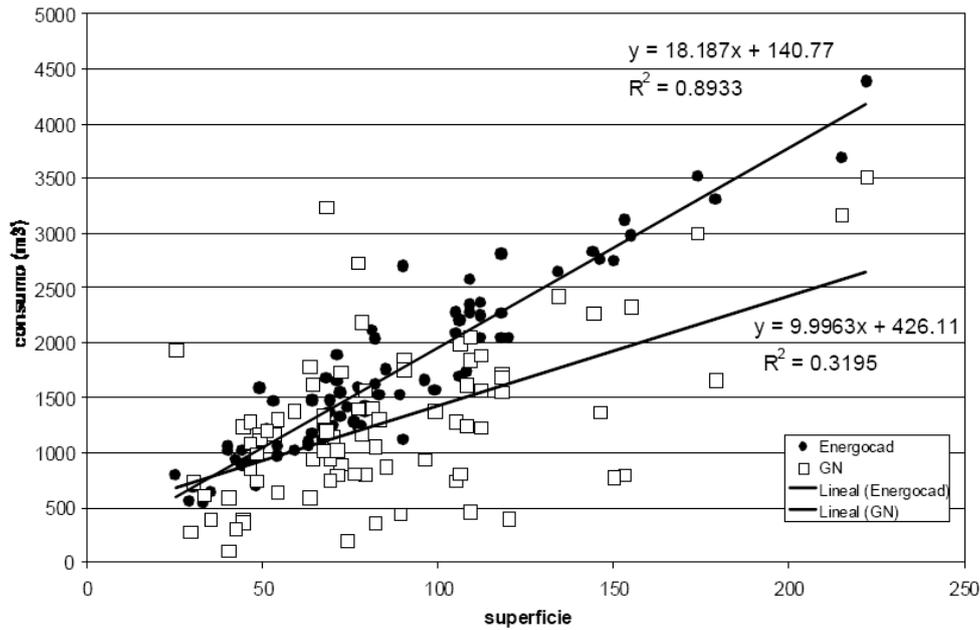


Figura 7-14: Diferencias entre consumo y demanda de energía en calefacción para el total de la muestra de viviendas de la región del gran La Plata.

La correlación entre demanda calculada por *EnergocAD* según la superficie calefaccionada tiene un alto nivel de confianza ($R^2= 0.8933$) y puede determinarse con la siguiente expresión:

$$DA_{GN} = 18.187 \times A_{cal} + 140.77 \quad [\text{Ecuación 7-6}]$$

Donde:

DA_{GN} : Demanda anual potencial de gas natural en $\text{m}^3/\text{año}$

A_{cal} : Área calefaccionada de la vivienda en m^2

Mientras que como ya se ha tratado la dispersión en el consumo real es mucho mayor con un $R^2=0,3195$ y puede calcularse empíricamente el consumo a partir de la siguiente expresión:

$$CA_{GN} = 9,9963 \times A_{cal} + 426,11 \quad [\text{Ecuación 7-7}]$$

Donde:

CA_{GN} : Consumo anual de gas natural en $\text{m}^3/\text{año}$

A_{cal} : Área calefaccionada de la vivienda en m^2

Los resultados obtenidos son importantes aunque no concluyentes. El *EnergocAD* se muestra robusto en el tratamiento de gran cantidad de casos muy diversos en forma y resolución constructiva.

En una continuación del trabajo podrían introducirse modificaciones en el modo de utilizar el modelo de grados día usando valores medios mensuales coincidentes con el período de medición.

Podría así reducirse la diferencia entre consumo y demanda para los sectores socioeconómicos medios altos. En cuanto al consumo de los sectores de menores ingresos que se encuentran en infra-consumo el cierre del modelo es difícil.

4.1. El consumo de gas en Argentina y otros países

En el Capítulo 3 se mostró con datos del *ENARGAS* como la distribución en el consumo de gas natural por redes en el hábitat nacional. Vimos que el 25,5% se utilizó para generar electricidad en centrales eléctricas y el 32% fue consumido por el sector edilicio.

El *ENARGAS* estima que un 13% corresponde a un consumo base medio anual en calentamiento de agua y cocción mientras el 20,5% corresponde a la calefacción de estos.

Con el fin de comparar la demanda de energía en calefacción en hábitat construidos se realiza este análisis con la convicción que no es una tarea sencilla debido a la gran dispersión en: códigos de edificación, sistemas constructivos, modos de uso de la energía, rigurosidad climática, entre otros.

El indicador más usado en la actualidad surge de determinar la demanda total de energía por todo concepto (calefacción, refrigeración, iluminación, electrodomésticos, cocción y agua caliente sanitaria) en kW/año o kW/m² año. También y a los fines estadísticos, se los toma por separado, pero la mayoría de los autores (Maier et al, 2009) (Heiple y Sailor, 2008) (Tiberiu, et al, 2008) (Asdrubali, 2008), usa esta unidad de medida de la demanda de energía circunscripta a su caso, país o región. Esto dificulta la comparación entre países.

Una alternativa consiste en eliminar el factor climático dividiendo la demanda de energía anual por los grados día de calefacción a 18° (°D) que es un indicador de la rigurosidad climática del sitio. De esta forma se pueden comparar estándares propuestos por diversos países (PREDAC) (Decreto 192; 2005) (CSTB, 2005) (CTE, 2006).

En Europa existe la Directiva 2002/91/EC que busca que cada país de la comunidad establezca estándares propios y los haga de cumplimiento obligatorio mediante Códigos de Edificación, usualmente dando el poder de policía a los municipios según corresponda.

En la Argentina existen Normas IRAM para regular la calidad térmica de la construcción pero no son de uso obligatorio. Solo la provincia de Buenos Aires posee la Ley 13059/03 vigente que hace de cumplimiento obligatorio las Normas IRAM sobre Acondicionamiento Térmico de Edificios dando el poder de policía a los municipios. A la fecha el poder ejecutivo provincial no la reglamentó y ningún municipio la incorporó a sus Códigos de Edificación.

Así el objetivo del análisis es encontrar indicadores de consumo de energía en edificios y poder compararlos con consumos específicos dados por entes reguladores nacionales y con valores internacionales a fin de cuantificar el estado de calidad térmica del parque edilicio en el país.

4.1.1. Metodología

El análisis consta de dos partes, donde a partir de una muestra de más de 500 casos de viviendas auditadas en la última década se analizan los consumos de gas y las demandas potenciales para mantenerlas en confort (18°C).

Se parte del indicador de calidad energética denominado " G_{cal} " en W/m³°C - Coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas (Norma IRAM 11604). Este indicador define la calidad térmica de un edificio y otros parámetros puede llegarse al consumo de gas natural en calefacción por grado de diferencia de temperatura con la siguiente expresión:

$$CC^{\circ}C = \frac{G_{cal} \times V \times T_{cal} \times FCV}{P_c \times r} \quad \text{[Ecuación 7-1]}$$

Donde:

$CC^{\circ}C$: Consumo de gas natural en calefacción por día y grado diferencia temperatura [$m^3/^{\circ}C$ día]

G_{cal} : Coeficiente Volumétrico de pérdidas de calor en calefacción [$W/m^3 \text{ }^{\circ}C$]

V : Volumen interior de aire a calefaccionar [m^3]

T_{cal} : Tiempo medio de calefacción [hs/día]

FCV : Factor de % calefaccionamiento vivienda [adim]

P_c : Poder calorífico del gas natural [W/m^3]

r : Rendimiento medio sistema calefacción

4.1.2. Viviendas, sus características:

Surge de auditar viviendas relevando sus características formales, de materiales de construcción de la envolvente. Para el armado del modelo urbano edilicio se eligieron tres tipos de vivienda usuales en el gran Buenos Aires (casa compacta, departamento en propiedad horizontal bajo o en altura, viviendas grandes).

Esto a fin de simplificar la clasificación tipológica de viviendas que consistía en 17 tipos se reduce a solo tres con el fin de hacer compatible la muestra auditada con valores dados por el Censo Nacional de Población y Viviendas (INDEC, 2005). Con esto se reduce a lo que denominaremos casa compacta, casa grande y departamento. Luego se calcula el "peso" de cada tipo en la muestra total y se obtienen valores medios muestrales para cada tipo. Esto permite estimar el peso de participación de cada tipo de vivienda en el tejido urbano.

Otro problema surge al definir un rendimiento medio en los sistemas de calefacción. dado que en las encuestas mayoritariamente se declara el uso de calefactores individuales a gas natural y lo más usual es que las viviendas utilicen tiros balanceado independientemente de la clase social. El uso de sistemas de calefacción central es bajo. En función de esto se adopta un valor medio de eficiencia de 0,5.

Tabla 7-4: Tipos de vivienda y sus características formales y térmicas

	$G_{m_{cal}}$	V_m	S_m	Peso	T_{cal}	FCV
Casa compacta	2,98	180	67	60	12	0,45
Departamento	2,5	100	37	30	12	0,7
Casa grande	2,15	350	130	10	24	0,7

La tabla 1 muestra una síntesis de valores medios de coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas G , volumen calefaccionado medio V_m , superficie calefaccionada media S_m , peso porcentual de participación en el tejido urbano en ciudades medias a grandes, el tiempo medio de calefacción según encuestas T_{cal} y el factor de % de calefacción medio de las viviendas también de encuestas.

4.2. Análisis de resultados

4.2.1. Sobre el consumo de gas natural medio en calefacción de viviendas

Se determina que los tres tipos tendrán un consumo específico de gas natural de 1,2 m³/°C día para el tipo Casa compacta, 0,56 m³/°C día para el tipo Departamento, y 2,36 m³/°C día para el tipo Casa grande. Con los pesos de la tabla 1 puede determinarse el consumo específico de gas natural en calefacción ponderado CCp según la siguiente expresión:

$$CC \text{ ponderado} = 0,54 \times 0,6 + 0,56 \times 0,3 + 2,36 \times 0,1 = 0,73 \text{ m}^3/\text{°C día} \text{ [ecuación 7-2]}$$

El valor de 0,73 m³/°C día, surge de auditar las características de las viviendas y realizar un cálculo a partir de valores medios. Hemos encontrado que sea en casas compactas o en departamentos hay un porcentaje no despreciable que no climatiza la vivienda o lo hace mínimamente. Por otra parte no se está considerando el efecto del aporte solar medio que se calculó en un 12% para un 30% de días soleados en los meses de invierno. Esto haría reducir un poco este valor.

El valor medio ponderado obtenido difiere del valor calculado por el *ENARGAS* de 0,56 m³/°C día. Esto muestra varias cosas: por una parte el valor medio de *ENARGAS* es un 30% inferior al obtenido por este trabajo mediante auditorías e implica que se calefacciona menos de lo que se ha encuestado, otra posibilidad es que la muestra auditada tiene una tendencia hacia sectores económicos medios a medios altos. Lo cual implica que es significativo el impacto de los sectores de bajos recursos que habitan viviendas de similares características tanto en dimensiones como en sistemas constructivos. La diferencia es que consumen menos y esto solo se puede lograr por menor tiempo de calefacción, menor superficie calefaccionada y por ende temperaturas medias interiores muy por debajo de un confort a 18°C. Entre otras posibles hipótesis.

4.2.2. Sobre la demanda media anual de gas en calefacción de viviendas

Dado que en la Argentina no hay obligatoriedad en el cumplimiento de las Normas que tenderían a regular la calidad térmica edilicia, se presentan tres escenarios distintos para mostrar la demanda media anual por unidad habitacional en el Área Metropolitana de Buenos Aires con acceso a gas natural por red.

- La demanda de energía por unidad habitacional suponiendo que se encuentra en confort térmico (18 a 20 °C) a lo largo de 24 horas en todo el período frío calefaccionando el 90% de la superficie cubierta. La denominaremos Argentina a
- La demanda de energía "real" que surge de auditorías energéticas realizadas a lo largo de 20 años en la región. Donde solo se calefacciona parte de la vivienda y la temperatura media interior es sensiblemente inferior y no alcanza el confort. Lo denominaremos Argentina b
- La demanda de energía si la vivienda media cumpliera con el modelo de "Ahorro de energía en calefacción" propuesto en el siguiente capítulo. Lo denominaremos Argentina IRAM 11604.

En la Figura se muestra la comparación donde puede verse claramente que la vivienda media que representa a las más de 3,62 millones de viviendas del AMBA (Czajkowski et al, 2003) es un 28% (0,32 kWh/m² °D año) más ineficiente que una vivienda media española (0,23 kWh/m²°D año) y un 93% más ineficiente que una vivienda alemana (0,023 kWh/m²°D año). Siempre tomando la vivienda media construida según los Códigos de Edificación vigentes en la región. Dado que no se tiene conocimiento de exigencias para regular la calidad térmica de la construcción en el país en viviendas que no correspondan a planes oficiales, podemos asumir a Argentina a como un valor medio nacional.

Pero en la misma figura se muestra Argentina b que es la misma vivienda media en su condición "real" de funcionamiento según surge de auditorías en el *AMBA* (Czajkowski et al, 2003) (Rosenfeld et al, 2001) y claramente se está consumiendo casi 1/3 de lo que necesitaría para mantenerse en lo que se denomina temperatura de termostato a 20°C.

¿Porque una diferencia de 0,11 a 0,32?. Pues por múltiples razones entre las que se puede hipotetizar: imposibilidad económica de calefaccionar todos los ambientes que lleva a sectorizar la vivienda entre zona de uso diurno y nocturno; desconfort higrotérmico, habiéndose medido temperaturas internas medias semanales entre 10 a 16 °C; uso de sistemas de calefacción individuales ineficientes; solo se calefacciona mientras la vivienda está ocupada; uso de sistemas constructivos para muros, techos y vidriados de muy mala calidad térmica. Así la vivienda "real" con infra-consumo energético y desconfort higrotérmico se encuentra a solo un 27% de cumplir con las Normas IRAM si fueran de cumplimiento obligatorio.

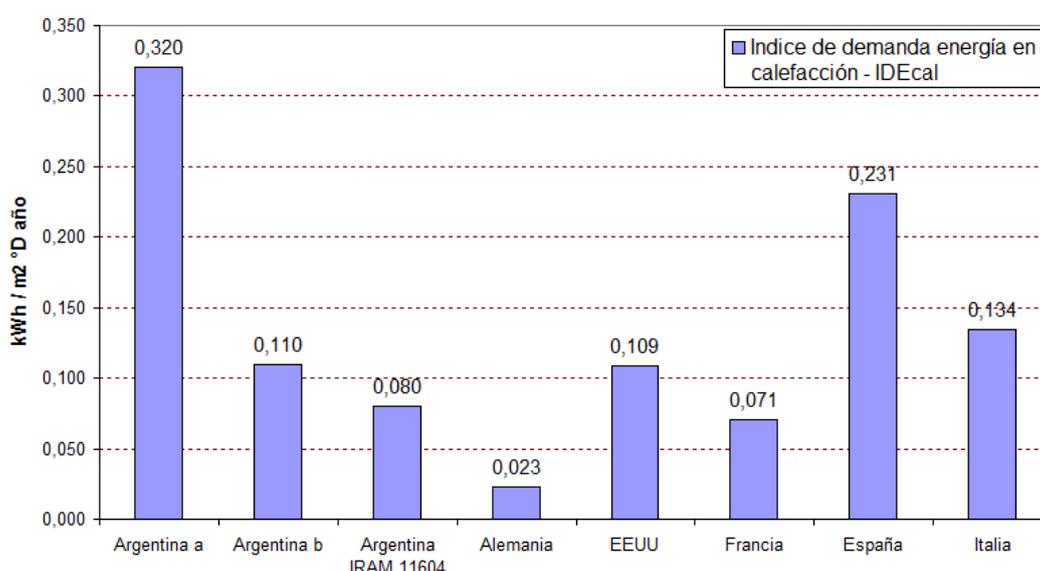


Figura 7-15: Comparación de la demanda de energía en viviendas tipo medias de Argentina y otros países.

Lograr hacer cumplir los estándares propuestos en esta tesis permitiría una reducción potencial de la demanda de energía en calefacción cercana al 27%, con el valor agregado de alcanzar el confort ahorrando energía, permitiendo ocupar la totalidad de la vivienda y minimizando la necesidad de utilizar sistemas de refrigeración en verano (Czajkowski y Corredera, 2003).

4.3. Comparación entre países:

Por lo expuesto no es sencillo comparar nuestra realidad con la de otros países donde las normas son de cumplimiento obligatorio. ¿Que indicador utilizamos?

Argentina a, es como se construye sin regulación térmica y es muy ineficiente respecto de países como Italia, Francia, EE.UU. o Alemania y un poco más cercana a las actuales exigencias de España. Si comparamos lo que una familia en una vivienda promedio demanda, Argentina b, es similar a EE.UU., Italia, y mucho menos que España; pero distante de Alemania y Francia.

Si las Normas IRAM fueran de cumplimiento obligatorio en los 5 conglomerados urbanos más importantes del país, que contienen 4,58 millones de viviendas (INDEC, 2005), la demanda sería similar a una vivienda francesa y mejor que una española, italiana y norteamericana aunque un

71% menos exigente que una vivienda alemana.

Hay gran resistencia a hacer de cumplimiento obligatorio las normas nacionales, sin debatir sobre los costos y beneficios que significaría su implementación. Por una parte se tendería en el tiempo a reducir la pendiente de la demanda permitiendo a las familias alcanzar el confort higrotérmico, hacer uso de la totalidad de la vivienda y que las facturas de energía impacten menos en el presupuesto familiar.

Respecto a viviendas nuevas el sobre costo no sería superior al 1 a 2,5% dependiendo de que las medidas de mejoramiento térmico sean aplicados a viviendas unifamiliares o multifamiliares (Czajkowski et al, 2008).

Dado que habría que introducir innovaciones en el modo de construir, llevaría a una mayor diversificación de la demanda de materiales, de capacitación de la mano de obra y profesionales, entre otros. Una vivienda bien aislada térmicamente reduce costos de mantenimiento ya que se evita el humedecimiento de muros y techos logrando una mayor durabilidad en terminaciones. Es una espiral virtuosa que genera demanda y movimiento económico permitiendo ahorrar recursos energéticos no renovables.

Los indicadores elaborados facilitan la comparación de consumo real y consumo potencial de gas natural en calefacción. Permitiría facilitar la construcción de modelos de consumo de energía para que los entes de regulación puedan implementar políticas adecuadas para el ahorro de energía. Son un aporte más a los trabajos que se vienen realizando a fin de consensuar mecanismos y procedimientos de etiquetado energético de edificios en el mediano plazo.

5. Los edificios para la salud

El uso de la energía en acondicionamiento higrotérmico de edificios depende jerárquicamente en gran medida de la forma de los mismos, su tecnología e implantación (Czajkowski, 1990-1992). Se plantea la utilización de tipologías ideales en función de una aproximación histórico-tipológica de la red de salud regional. (Czajkowski, 1996)

Esta experiencia teórica se fundamenta en la necesidad de conocer el comportamiento energético de los tipos manteniendo fijas determinadas variables y por otro lado testear el funcionamiento del sistema informatizado de diagnóstico energético desarrollado.

Se proponen tipos ideales de hospitales de aprox. 7000 m². Este tamaño corresponde a la dimensión media de los hospitales relevados en la región del gran La Plata y que poseen alrededor de 250 camas. Se plantea un análisis energético-formal de tipos hospitalarios ideales de la región mediante el uso del programa "EnergocAD" .

La experiencia se realizó sobre cinco tipos: claustal, pabellonal, monobloque, bloque-basamento, bloque coligado y sistemático. Estos son los tipos más representativas del universo analizado (Czajkowski, 1994).

El objetivo es conocer el comportamiento de determinadas variables que definen tipos de hospitales y permitir controlar la estabilidad del software de diagnóstico energético desarrollado. Este último punto es importante por cuanto el sistema anteriormente permitía la evaluación de viviendas unifamiliares, este debió adaptarse para soportar el análisis de edificios de más de 50000 m² con 1000 ventanas, muros, etc.

Para poder realizar un análisis comparativo se definió un escenario con las siguientes variables, dimensiones e indicadores:

5.1. *Clima:*

Se seleccionó la estación meteorológica del aeropuerto de la ciudad de La Plata para simular condiciones suburbanas, con variación mensual.

Dimensiones	Indicadores
Localización	Latitud, longitud, alt. s/nivel mar.
Temperatura	Reales y de diseño: máximas, medias y mínimas.
Asoleamiento	Radiación extraterrestre por planos y coef. Kt
Humedad	Relativa y absoluta.
Vientos	Medios por orientación.

5.2. *Edilicia:*

Se fijo como constante la superficie edilicia en aprox. 7000 m², variando el partido funcional para construir las diferentes tipologías. La altura de los locales se varió en función de las dimensiones relevadas de edificios construidos en la región, con lo cual la superficie es constante pero varía el volumen y en consecuencia los cerramientos verticales.

Aunque no se diseñó el interior y solo se trabajó en la envolvente, las carpinterías se distribuyeron en función de iluminar y ventilar un local de 3.00 x 3.00 m.

Dimensiones	Indicadores
Partido	Destino, superficie, modulación, estructura circulatoria, estructura funcional, estructura jerárquica locales y sus funciones, etc.
Tecnología	Sistema constructivo tradicional y/o racionalizado.
Envolvente	Muros: Ladrillos comunes de 0.30m espesor revocados en ambas caras. Techos: Losa plana tipo prefabricada de viguetas H ^o A ^o pretensado y ladrillos cerámicos con capa de compresión y contrapiso pendiente. Ventanas: Aberturas de madera de simples contacto y dimensión estandarizada de 1.00 x 1.50 m. Puertas: Variables según el caso tratado pero metálicas y de altura 2.50 m. Pisos: Baldosas cementicias sobre contrapiso reglamentario y suelo natural.

5.3. *Vectores energéticos:*

En el programa de balance térmico del sistema "EnergocAD" se determinan las demandas de energía en calefacción para tres vectores energéticos: Energía eléctrica, gas natural y gas envasado.

5.4. *Uso:*

La variable modo de uso se consideró continua ya que estos edificios en la mayor parte de su estructura funcional posee una climatización continua.

5.5. *Límites del análisis*

Debe remarcarse que la experiencia se limita a tratar de conocer la variabilidad de la demanda

potencial de energía de los tipos ideales considerados, la calidad térmica de la envolvente y las características formales de los mismos en función de sus compacidades y factores de forma.

Se espera con esto poder ampliar el conocimiento de las variables tratadas y sus indicadores previo al trabajo con casos reales.

5.6. Procedimiento seguido

La experiencia siguió los siguientes pasos:

- a. Se seleccionaron las tipologías representativas.
- b. Se definió un módulo general de trabajo de 12 x 12 m. Este permite contener dos bandas paralelas de 5 m c/u para locales de cualquier uso y función con una circulación central de 2 m. Las bandas laterales en contacto con el exterior permiten contener núcleos sanitarios o de servicio.
- c. Con esta modulación se diseñaron en AutoCAD esquemas tipológicos que cumplieran la premisa de poseer no más de 7000 m² de superficie cubierta.
- d. Sobre estos esquemas - plantilla se cargaron las características físico térmicas del edificio en el sistema "EnergocAD" con las siguientes características de partes constructivas de la envolvente.

Muros: Ladrillos comunes de 0.30m espesor revocados en ambas caras. Coef. $K= 1.88 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Techos: Losa plana tipo prefabricada de viguetas H^oA^o pretensado y ladrillos cerámicos con capa de compresión y contrapiso pendiente. Coef. $K= 3.50 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Ventanas: Aberturas de madera de simple contacto, sin protección y dimensión estandarizada de 1.00 x 1.50 m. Coef. $K= 5.88 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Puertas: Variables según el caso tratado pero de madera con altura de 2.50 m. Coef. $K= 3.50 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pisos: Baldosas cementicias sobre contrapiso reglamentario y suelo natural. Coef. $K= 1 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$.

Renov. aire: Se fijaron en 2 RA/hora correspondientes a exigencias normativas (ASHRAE, 1978), para este tipo de edificios.

- e. Se realizaron balances térmicos en estado estacionario para más de 20 casos de estas tipologías, de las cuales se resumen más adelante las más significativas.
- f. Finalmente se analizaron los resultados contrastados con casos similares en los que se realizaron los cálculos manualmente para verificar la estabilidad del sistema y validarlo.

5.7. Análisis de tipos hospitalarios

Los casos significativos se pueden ver en las figuras donde constan casos de tipologías *claustral*, *pabellonal*, *bloque-basamento*, *monobloque*, *bloque-coligado* y *sistémico*.

Es necesario aclarar que el módulo de balance térmico del sistema considera la ganancia solar por ventanas, que analizaremos más adelante, y ello hace que sea importante la posición del edificio respecto del sol.

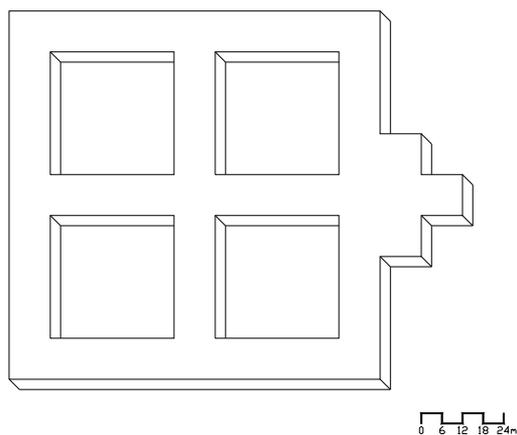


Figura 7-16: Tipología ideal CLAUSTRAL.

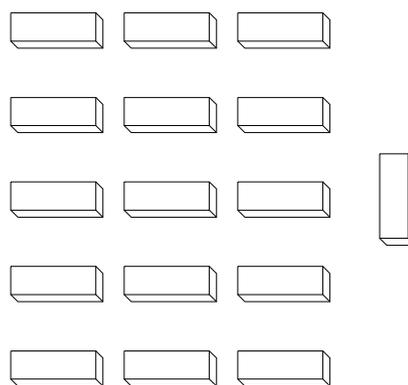


Figura 7-17: Tipología Ideal PABELLONAL.

Como regla general debemos considerar que la parte superior de la hoja que estamos leyendo corresponde a la orientación norte. Como vemos en los casos presentados no existió la preocupación de buscar optimizar la posición del edificio respecto del sol ya que no se consideró oportuno en el presente análisis.

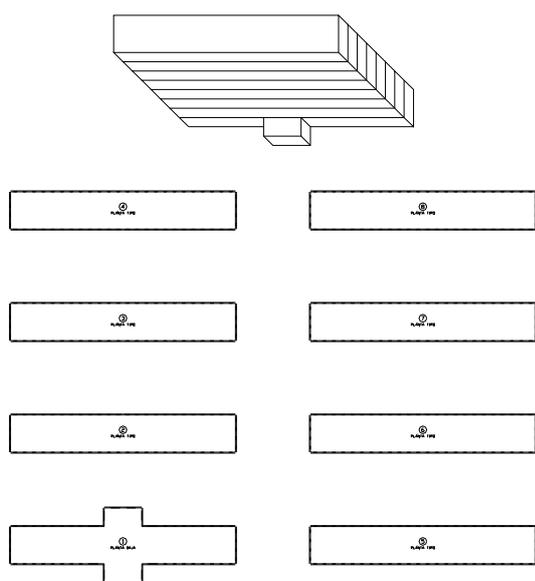


Figura 7-19: Tipología Ideal MONOBLOQUE.

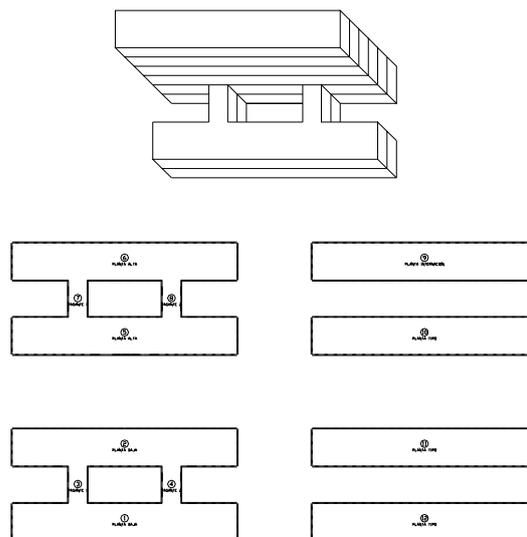


Figura 7-18: Tipología Ideal BIBLOQUE-COLIGADO.

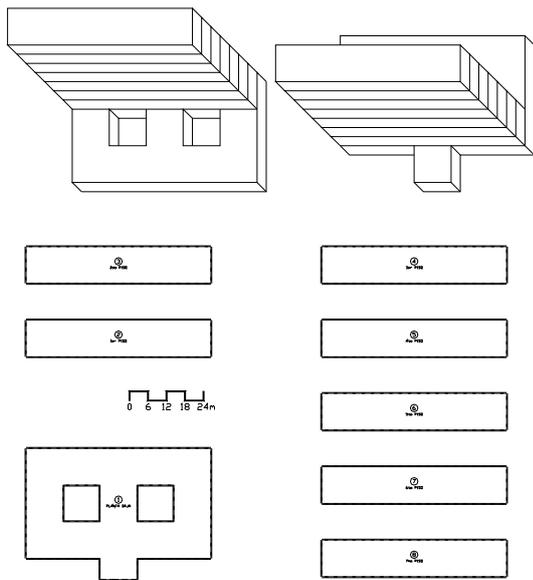


Figura 7-20: Tipología Ideal BLOQUE-BASAMENTO.

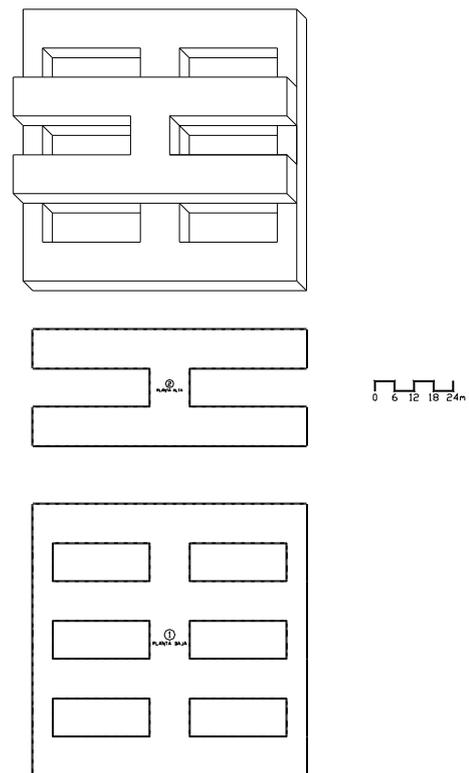


Figura 7-21: Tipología Ideal SISTEMICA.

5.8. Comportamiento térmico de los tipos ideales.

En este apartado se analizaron los tipos ideales en función de los indicadores calculados para conocer el comportamiento térmico de estas. En la Tabla 1, se sintetizan los valores de los casos seleccionados.

En esta encontramos para cada tipo: la superficie, el volumen, el área envolvente total del edificio, el coeficiente de compacidad, el factor de forma, las pérdidas totales por grado, la carga térmica anual del edificio en calefacción, las pérdidas en función a la superficie calefaccionada y el coeficiente global de pérdidas térmicas "G".

Tabla 7-5: Resumen de datos formales, dimensionales y energéticos de los tipos ideales.

TIPO	Superficie e m ²	Volumen m ³	Área Envolvente m ²	Co	Ff	U.A. W/°C	C.T.A. KW / h	UA / m ² W /m ² °C	G W /m ² °C
Claustral	7056	21162	10562	0.67	0.50	49302	1619882	6,99	2.33
Pabellonal	6912	20736	11976	0.58	0.58	52840	1736122	7,64	2.55
Monobloque	6912	21168	11406	0.61	0.54	30995	1018369	4,48	1.46
Bloque- basamento	7056	22032	11628	0.61	0.53	33648	1105553	4,77	1.60
Bibloque- coligado	6996	20988	11330	0.62	0.54	34845	1144869	4,98	1.58
Sistémico	7056	21168	11167	0.63	0.53	43032	1413866	6,10	2.03

De esta información se analizan las siguientes relaciones:

5.9. Variación formal en función del "G" por tipos

En la figura puede verse la relación entre el coeficiente global de pérdidas térmicas "G" y el factor de forma de los tipos ideales. Es una relación gráfica y no estadística ya que del análisis de los puntos se deduce que la tipología pabellonal desequilibra la relación.

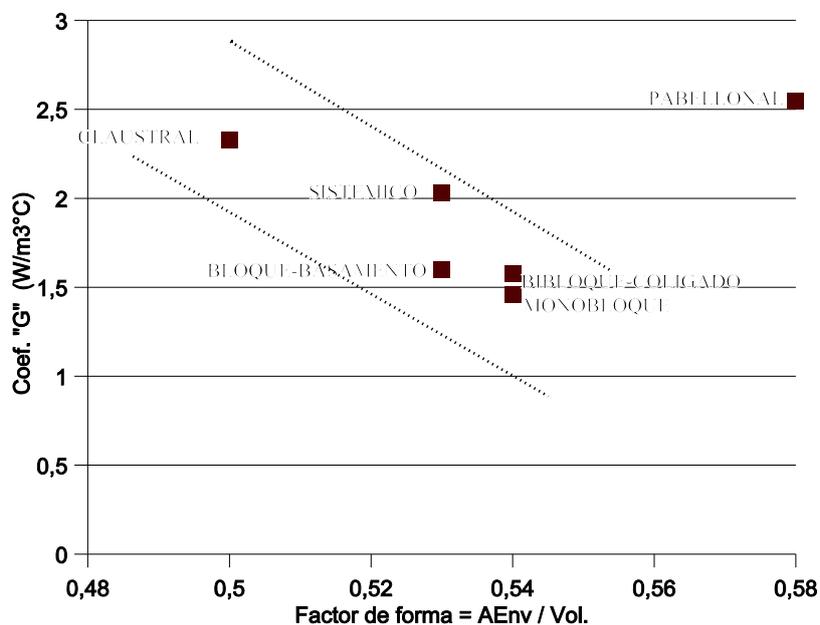


Figura 7-22: Relación entre el coef. "G" y el factor de forma para los tipos ideales

Esto se debe a que no conforma un edificio sino se conforma a partir de un agrupamiento de ellos, esto hace que posea una excesiva superficie expuesta en relación al volumen del conjunto.

Los otros casos, mientras tanto, presentan una buena relación donde la tipología *claustral* presenta la peor calidad térmica en función de su compacidad volumétrica.

Las tipologías *sistémica* y *bloque-basamento* se encuentran en una situación intermedia y en la mejor situación aparecen las tipologías *monobloque* y *bibloque-coligado*.

De esta relación puede deducirse que las últimas tipologías son las más compactas volumétricamente y en consecuencia las de mejor calidad térmica o que poseen las pérdidas térmicas globales más bajas. Se presenta además el problema de encontrar estrategias para poder contrastar los tipos con la tipología pabellonal.

5.10. Comportamiento según pérdidas totales

La relación entre las tipologías y la demanda anual de energía en calefacción lleva una relación con el anterior análisis.

En la figura podemos ver que la tipología *pabellonal* es la que demanda mayor energía en calefacción, y para sostener una temperatura constante de 18 °C necesita un aporte de 1736122 kWh/año que representa 159720 m³ de gas natural por año.

Esto se contrapone a la tipología *monobloque* que demanda un 41.4% menos de energía en calefacción con 1018369 kWh/año que representa 93690 m³ de gas natural por año. Si tomamos como referencia la tipología *monobloque* respecto de las otras tendremos que aquellas consumirán relativamente más que esta:

Esta clasificación nos muestra la importancia que tiene la toma de una decisión tipológica por parte del diseñador respecto del costo de mantenimiento en calefacción.

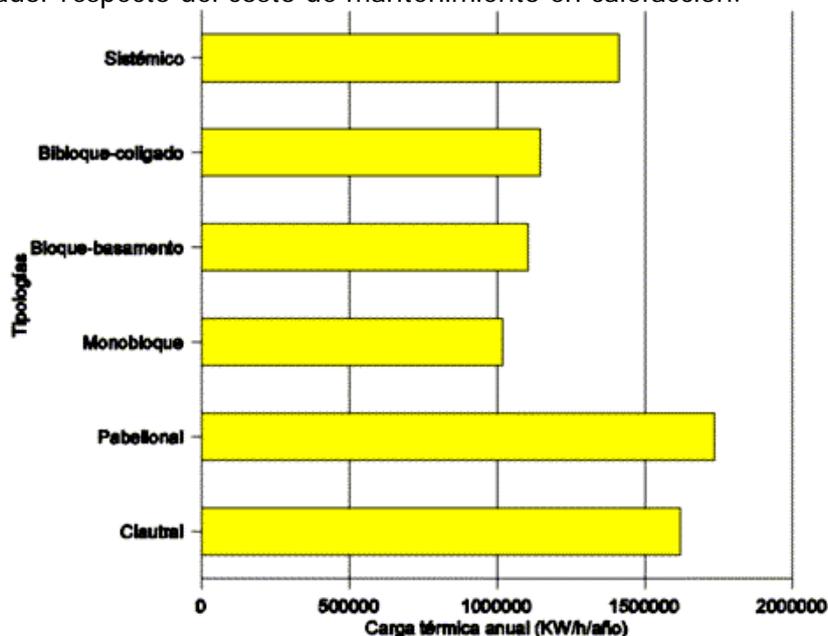


Figura 7-23: : Demanda anual de energía en calefacción según tipos (TBC= 18°C)

Tabla 7-5: Pérdidas térmicas relativas por partes de envolvente para tipos hospitalarios ideales

Tipos ideales	C.T.A. (MWh/año)	mayor demanda
Monobloque	1018369	
Bloque-basamento	1105553	+ 8.6 %
Bloque-coligado	1144869	+ 12.4 %
Sistémico	1413866	+ 38.8 %
Claustral	1619882	+ 59.1 %
Pabellonal	1736122	+ 70.5 %

Puede discutirse sobre el sobre-costo en sistemas de elevación mecánicos que presentan los edificios en altura como la tipología *monobloque* o *bloque-basamento*, pero sin haber realizado un balance energético global, difícilmente supere a a los tres últimos casos. Y si se presentaran casos que rompan lo planteado deberá realizarse un diagnóstico detallado para conocer el desequilibrio.

5.11. Análisis en función de las pérdidas por la envolvente

En la Tabla 2 se muestran las pérdidas térmicas relativas por partes de envolvente para las tipologías ideales. Esta síntesis nos permite conocer donde se producen las pérdidas más

significativas y así conocer donde deberemos mejorar la aislación térmica.

Tabla 7-6: Discriminación de pérdidas térmicas por envolvente según tipologías ideales.

TIPO	U.A. W/°C	G W /m ² °C	Distribución de pérdidas (%)					
			Muros	Techos	Ventanas	Puertas	Pisos	R.Aire
Claustral	49302	2.33	11.12	50.10	5.97	0.64	2.15	30.05
Pabellonal	52840	2.55	14.78	45.79	7.48	1.59	2.91	27.47
Monobloque	30995	1.46	22.86	11.39	13.21	0.34	4.72	47.81
Bloque- basamento	33648	1.60	20.36	20.35	11.28	0.47	3.90	43.67
Bibloque- coligado	34845	1.58	20.25	18.81	11.04	1.66	4.00	44.26
Sistémico	43032	2.03	14.85	39.83	7.79	1.16	1.96	34.44

Del análisis de los datos surgen algunos aspectos a remarcar del lugar donde se producen las pérdidas y como reducirlas ya que la situación no es la misma en todos los casos.

5.11.1. Renovaciones de aire: Este ítem no puede reducirse ya que imperan condiciones normativas debidas a la necesidad higiénica de mantener la frecuencia mínima de 2 RA/h. Puede ahorrarse energía pero no con medios pasivos, ya que por ejemplo se puede usar sistemas intercambiadores de calor mecánicos. Por lo tanto, a pesar de representar el 28 al 48 % de las pérdidas térmicas, no podremos mejorar la estanqueidad del edificio.

5.11.2. Puertas: En casi todos los casos las pérdidas son despreciables (0.3 al 1.6 %), por conducción y no se justificarían mejoras. Pero si debe cuidarse el diseño de ellas ya que normalmente se producen fuertes corrientes de aire en los corredores y estas se convierten en esclusas, favoreciendo e incrementando las pérdidas por infiltración. En función de esto deberán tomarse precauciones de diseño para evitar estos efectos.

5.11.3. Pisos: Como el caso anterior las pérdidas no son significativas (2 al 5 %), pero es factible con muy bajo costo (aprox. 1,5 U\$/m), mejorar la aislación del contrapiso en el perímetro en contacto con el exterior en un ~50%. Esto significaría, por ejemplo, para la tipología *claustral* un sobre costo en aislación de ~1000 a 2000 u\$s que es despreciable en función del ahorro producido.

5.11.4. Ventanas: Este ítem es importante por cuanto las pérdidas relativas tienen significación aunque las mejoras implican un gran sobre costo. El caso analizado corresponde a ventanas de escasa dimensión relativa, si la relación vidriado/opaco aumenta el incremento de las pérdidas es exponencial ya que en condiciones normales de nuestra región por superficies vidriadas se pierde 3 a 4 veces más. Esto hace que si cerramos, p.ej. una tipología *monobloque*, con mamparas integrales vidriadas la inversión en mejoras (doble vidrio) sea muy grande. Finalmente es una decisión del diseñador, que deberá equilibrar la ecuación económica, pero incorporando en ella el costo de energía en climatización invierno - verano. Esto mostrará que esta solución constructiva no es recomendable con la tecnología disponible en el país.

5.11.5. Muros: En este caso las pérdidas térmicas son importantes (11 al 23 %), y los efectos patológico constructivos por fenómenos de condensación son significativos. Los sobrecostos para tipologías de baja altura no son importantes pero crecen con la altura del edificio.

5.11.6. Techos: El caso de los techos es particular ya que es de simple resolución técnica, con bajo costo y una gran reducción en las pérdidas térmicas. (11 al 50 %)

5.12. Relación entre demanda de energía en calefacción y aporte solar

Del análisis de los balances de las tipologías ideales surge que en prácticamente todos los casos los aportes solares en el período frío oscilan entre 8 y 20% promedio.

Estos valores son normales en edificios sin medidas de URE y es posible optimizarlos mejorando la calidad térmica de la envolvente de los mismos.

La figura muestra la relación entre pérdidas térmicas y ganancias solares para dos casos extremos. En el primer caso la tipología *Claustral* demanda una mayor cantidad de energía que la aportada por vía solar, a esto debemos sumar que el programa *EnergocAD* todavía no permite el manejo de sombras. En función de esto los aportes son aún menores.

Vemos que mientras la tipología *Monobloque* cubre el 31,9% de sus necesidades anuales de energía la *Claustral* solo alcanza a cubrir el 16,5% por vía solar. Realizando la misma relación para el período más frío (junio, julio y agosto), tendremos 18,6% para el primer caso y 8,7% para el segundo.

Puede verse que potencialmente las tipologías en altura pueden equilibrar mejor sus balances térmicos ya que demandan menos energía y tienen la capacidad de captar mejor la energía solar.

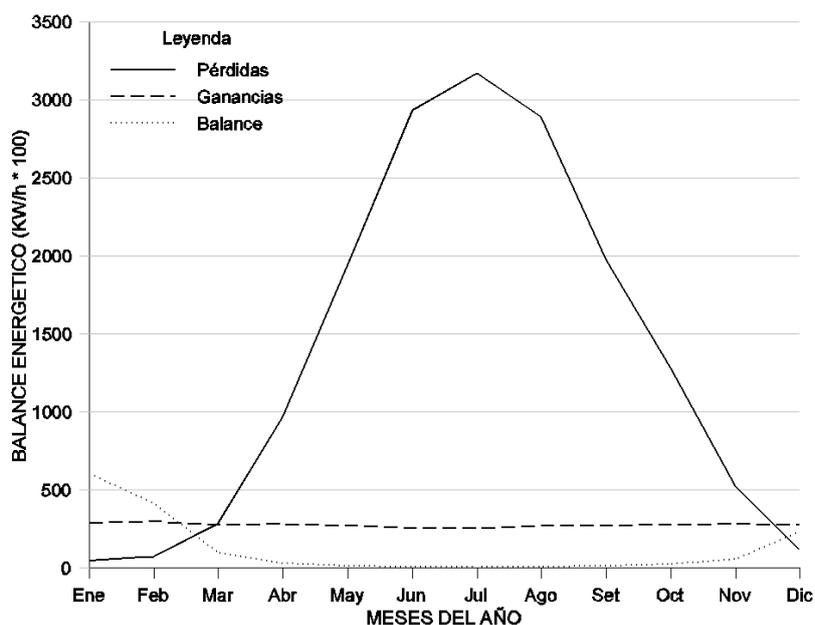


Figura 7-24: Relación entre la energía demandada en calefacción y los aportes solares para la tipología *CLAUSTRAL*..

La utilización de tipos ideales muestra ser un método correcto para evaluar ciertas variables críticas manteniendo fijas otras. Esto permitió conocer la variabilidad de la calidad térmica de los tipos. Por el momento no puede pensarse que la tipología sea una variable continua y que pueda escalarse pero surge una progresión clara que debería profundizarse.

Del análisis surge que los tipos en altura poseen "potencialmente" mejores características formales que se traducen en eficiencia térmica.

Estas mismas tipologías permiten aparentemente un mejor aprovechamiento de los aportes solares. Este análisis permitió responder algunas preguntas planteadas, pero surgen nuevas que deberán responderse.

- a. ¿ Que ventajas relativas tienen los tipos tratados en función de un análisis integral?
- b. ¿ Que niveles de aislamiento serían los óptimos en función de los tipos y las partes de envolvente?

En el capítulo 8 trataremos los modelos de ahorro de energía desarrollados en esta investigación a partir de tipos ideales surgidos del conocimiento de la realidad construida del AMBA y otras zonas. El uso de tipos ideales permitió construir estándares con alcance nacional para cargas térmicas de calefacción y refrigeración.

En todos los casos se transfirió a IRAM el producto de esta investigación convirtiéndose en normas para tipos edilicios de viviendas.

Modelo de ahorro de energía y estándares de calidad edilicia en calefacción y refrigeración

1. Introducción

Desde 1991 en que se comenzó a participar de las reuniones mensuales de la Subcomisión de Acondicionamiento Térmico de edificios de IRAM - Instituto Argentino de Normalización fue posible interactuar con los diversos actores del medio de la construcción relacionados con la calidad térmica y energética de los edificios. Esta tarea realizada en representación de la UNLP y el CONICET permitió conocer la oscilante función de las normativas, su forma de construcción por consenso, o su imposibilidad de modificación o actualización por consenso.

Así progresivamente en el tiempo producto del trabajo en investigación se prepararon "antecedentes" que luego modificaron, actualizaron o crearon nuevas normas. Dado el largo trayecto entre la aprobación del plan definitivo de tesis y su culminación varios antecedentes alcanzaron el rango de Norma.

En este capítulo se expone sucintamente dos antecedentes que finalizaron en normas. En el caso del "Modelo de ahorro de energía en calefacción" en su versión de 1999 que modificó la Norma IRAM 11604 de 1986 en la que se pudo encontrar que presentaba. Esto lleva a proponer una actualización que se desarrolla en este capítulo. Hay cambios significativos en el núcleo del modelo energético edilicio para la propuesta de nuevos estándares compatibles con los utilizados en países desarrollados pero adecuados a nuestra particular realidad.

En busca de un modelo integral que abarque el país se comenzó a trabajar en 2001 en un "Modelo de ahorro de energía en refrigeración de edificios para habitación humana". Se revisaron antecedentes regionales e internacionales que exigían el uso de complejos programas de simulación numérica en estado transitorio; ejemplo "EnergyPlus". El objetivo perseguía encontrar un modelo sencillo que facilitara la transferencia al medio. El primer inconveniente surgió al encontrar que numerosas variables no se encontraban homologadas y se requería una preparación de datos fundamentales previos. Estos fundamentos que se pueden consultar en el Anexo 7 se presentaron a IRAM y permitieron la creación de la Norma IRAM 11659-1.

Sobre esta base se comienza a trabajar con la colaboración de una becaria CONICET en el *modelo de ahorro de energía en refrigeración de edificios para la República Argentina* y en una primer versión se sigue el modelo de un edificio que crece desde 10 m² a 1000 m² con altura de local constante (2,70m). Similar al utilizado en la versión 1999 para calefacción. Las perturbaciones en la aplicación a casos reales de los índices propuestos son importantes y se descarta este camino.

Se decide volver a analizar el problema de los edificios para viviendas desde un enfoque tipológico. Se encuentra que resulta factible y funcional trabajar con tres **tipos ideales**. A saber: *tipo casa*, *tipo bloque* y *tipo torre*.

Este es el criterio que se encontró funcional a las necesidades edilicias del país. Luego de presentarse en varios eventos científicos se presentó como antecedente a IRAM y en el año 2007 luego de varios "Esquemas" pasa de "Proyecto 1" a la actual Norma IRAM 11659-2. El antecedente en su segunda versión basada en tres tipos edilicios propone tres indicadores de calidad energética de edificios de viviendas, que luego trataremos en detalle, denominados Q_{REF} , G_{REF} y S_{REF} .

Estos indicadores buscan limitar la carga térmica en calefacción y refrigeración de edificios para habitación humana en todo el territorio nacional. Son antecedentes para el momento que nuestro país desee implementar un sistema de etiquetado energético de edificios.

2. Modelo de ahorro de energía en calefacción

El *Modelo de ahorro de energía en calefacción* de edificios de viviendas se basa parcialmente en la Norma IRAM 11604/86 en cuanto al indicador de calidad térmica edilicia G_{cal} . Este indicador permite definir la calidad global térmica mínima que debe poseer un edificio, llamado *coeficiente volumétrico global de pérdidas térmicas*.

La siguiente expresión muestra que la relación entre los productos parciales de cada parte de envolvente entre la transmitancia térmica K de cada componente constructivo y su superficie sobre el volumen a climatizar. A este término se le suma el producto entre el calor específico del aire y la tasa de renovaciones del aire interior.

$$G_{cal} = \frac{\sum K_m S_m + \sum K_v S_v + \sum K_r S_r + Per P_p}{V} + 0,35n \quad [Eq. 01]$$

siendo:

- G_{cal} el coeficiente volumétrico del edificio vivienda calefaccionado, en watt por metro cúbico grado C;
- K_m la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos que lindan con el exterior (muros, techos y pisos en contacto con el aire exterior). en watt por metro cuadrado kelvin;
- S_m el área interior de los cerramientos opacos anteriores, en metros cuadrados;
- K_v la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos no opacos que lindan con el exterior (en muros y techos), en watt por metro cuadrado kelvin;
- S_v el área interior de los cerramientos no opacos anteriores, en metros cuadrados;
- K_r la transmitancia térmica corregida de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos y no opacos, que lindan con locales no calefaccionados, en watt por metro cuadrado kelvin;
- S_r el área interior de los cerramientos opacos y no opacos anteriores, en metros cuadrados;
- Per el perímetro del piso en contacto con el aire exterior, en metros;
- P_p las pérdidas por el piso en contacto con el terreno, en watt por metro;
- V el volumen interior del edificio vivienda calefaccionado, en metros cúbicos;
- $0,35$ la capacidad específica asumida del aire del aire, en watt hora por metro cúbico kelvin;
- n el número de renovaciones de aire promedio por hora, del edificio vivienda calefaccionado.

En los fundamentos del modelo intervienen otros indicadores como ser los bioclimáticos (IRAM 11603/96), las transmitancia térmica admisibles de muros y techos (IRAM 11605/96) y el último antecedente vigente de esta norma (IRAM 11604/86). El principal problema de la versión de 1986 consistía en que utilizaba el *Factor de Forma* del edificio a analizar como medio para obtener el valor admisible de G_{cal} .

Sin ser explícito en la citada norma, esto llevaba a que el edificio debía ser muy compacto para que haya la menor cantidad de metros cuadrados de muros, techos y ventanas en relación al volumen a calefaccionar.

Se propuso en la versión 1999 del modelo utilizar al volumen calefaccionado como indicador para obtener el $G_{cal adm}$ y de esta forma permitir mayor libertad al proyectista pero compensando esta falta de compacidad volumétrica con mejoras en el aislamiento térmico del edificio.

En cuanto a la caracterización del nivel de rigor climático del sitio en el territorio nacional se decidió la utilización de los grados día de calefacción. Este indicador climático usual en numerosas normas internacionales permite sumar todos los grados que se encuentren por debajo de una temperatura de confort de referencia, ejemplo 18°C , y posibilita el análisis del comportamiento térmico anual del edificio. La expresión para la determinación de los GDc puede verse en la siguiente expresión:

$$GDc = \sum_n^i \left(T_{Bc} - \frac{TMáx + TMín}{2} \right) * Ni * Xc \quad [\text{Eq. 02}]$$

(1) Grados día de calefacción

siendo:

Ni son los días del mes considerado,

T_{Bc} es la temperatura base de calefacción,

$TMáx$ temperatura máxima media mensual

$TMín$ temperatura mínima media mensual

Xc coeficiente lógico que valdrá uno cuando la temperatura media mensual sea menor a la T_{Bc} .

La obligatoriedad en la aplicación de estos indicadores significaría un mejoramiento en los niveles de calidad de vida de los habitantes de un edificio. Se mejoraría el confort higrotérmico interior, reduciendo el presupuesto familiar dedicado a la climatización durante el período frío en las localidades con GD superiores a 900 e inferiores a 5000 °D (18°C). Esto implica abarcar las denominadas regiones bioambientales templadas, frías y muy frías del país.

2.1. Requerimientos del modelo

El modelo de la versión 1986 (Rébora, 1985), se basaba en la adopción de tipos de vivienda de tamaño y complejidad crecientes, con una resolución constructiva asimilable a la empleada en los planes de viviendas de interés social. La aplicación del G_{adm} a cualquier vivienda en la región del AMBA (Rosenfeld et al, 1987) mostraba que los valores del indicador permitían que cualquier edificio de construcción convencional cumpliera con la Norma 11604/86. Del análisis del antecedente de la norma se encontró que cada caso se evaluaba en una localidad correspondiente a cada zona bioambiental y con estos datos se generaban curvas que respondían a cada grado día a partir de 750°D . Las curvas con los valores admisibles se generaban a partir de una regresión lineal potencial para los casos del mismo sitio. Luego se escalaban las curvas cada 100°D .

El problema radicaba en que a pesar de considerarse un procedimiento para el ahorro de energía en la edificación, era posible encontrar que las exigencias eran mínimas y donde era dudoso cumplir con el objetivo de la misma respecto de ahorrar energía en calefacción. Esto llevó a que algunas provincias Argentinas desarrollaran procedimientos, pautas y exigencias de calidad superiores a la nacional y adecuadas a sus condiciones ambientales regionales (Gonzalo, 2000).

En un análisis integral de todas las normas relacionadas con la calidad térmica edilicia se encontró una falta de integración de criterios ya que no existía un eje jerárquico en la formulación de cada norma. Esto llevó a que en un largo período que va de 1991 a 1996 se hayan buscado caminos para mejorar los estándares y admisibles fijados para la transmitancia térmica de muros y techos.

La transmitancia térmica K busca establecer un límite en la calidad térmica de muros y techos. En la actualización de 1996 de la IRAM 11605 se fijaron tres niveles de calidad térmica (A; B y C). Donde el Nivel A verifica que no haya condensación superficial interior con una temperatura de 22°C, el Nivel B con 20°C y el Nivel C con 18°C. Por otra parte cada nivel genera que la diferencia entre la temperatura superficial del muro o techo y el ambiente interior sea de solo 1°C en el Nivel A, 2.5°C en el Nivel B y 4°C en el Nivel C. En los tres casos se busca garantizar niveles de confort que implican mayores o menores espesores de aislamiento térmico de masa y costos también variables.

La última variable de la Ecuación 01 es n o numero de renovaciones horarias del volumen de aire a calefaccionar.

Determinar analítica o empíricamente este valor lleva a contar con puertas y ventanas homologadas que cuenten con un etiquetado que entre otras cosas indique la permeabilidad al aire para varias velocidades medias de viento y muestre cuan estancas son a la infiltración. Dado que esto todavía no se ha implementado en el país se propuso fijar $n= 2$ para las zonas bioambientales III y IV (Templadas) y $n= 1$ para las zonas V y VI (frías). Y sugerir al proyectista el tipo de carpinterías recomendables.

Es usual que las normas francesas *AFME* y las españolas, mediante el *CTE* establezcan un procedimiento multi-criterio para definir la calidad térmica y eficiencia energética de un edificio pero implica que todo producto de la construcción en el mercado debe estar etiquetado. Desde un ladrillo cerámico hueco hasta una estufa o caldera, puertas, ventanas, etc. Esto no existe aún y por esto todavía deberá pasar tiempo hasta que se logre una masa crítica que nos permita proponer un modelo energético edilicio multi-criterio.

2.2. Fundamentos del modelo propuesto:

2.2.a. Modelo versión 1999:

Dado que se buscó como premisa básica dar libertad al diseñador para materializar el edificio, se optó por la definición de un módulo mínimo que crece en superficie y volumen desde 50 a 10000 m³ con altura de local constante de 2,70m.

Se definió un factor vidriado/opaco que comienza en 0.24 (24% vidriado) para 900 °D (Ejemplo: Rosario) y disminuye linealmente a 0.13 (13% vidriado) para 5000 °D (Ejemplo: Cerro Catedral 1500m). Este criterio permite ahorrar energía y se correlaciona con la disminución en la disponibilidad de radiación solar y horas de sol durante el período frío.

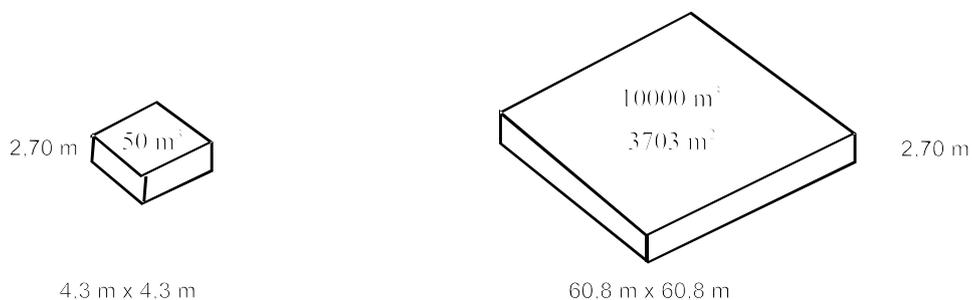


Figura 8-1: Modelo formal edilicio usado con volumen variable a altura constante.

El modelo se concibió en función de un cambio de latitud más que en un cambio de altura sobre el nivel del mar. Se menciona esto debido a que en el NO cordillerano existen sitios de clima riguroso pero de alta insolación que con un adecuado diseño bioclimático pueden requerir de mejores niveles térmicos no contemplados en este modelo.

Tabla 8-1: Indicadores y valores básicos para la determinación de los G admisibles

Grados Día	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	2500	3000	4000	5000
Temp. de Diseño	1.1	-1.2	-1.5	-1.8	-2.1	-2.4	-2.7	-3.0	-4.2	-5.7	-7.2	-13.2
Km	1	0.99	0.97	0.958	0.946	0.926	0.922	0.91	0.862	0.809	0.764	0.624
Kv	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81	2.81
Kp	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08	1.08
Kt	0.83	0.8	0.785	0.776	0.767	0.758	0.749	0.74	0.714	0.676	0.646	0.546
n	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
FVO	0.24	0.22	0.2	0.18	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.14	0.13

Para simplificar el modelo y minimizar *saltos* en las curvas se decidió mantener constantes las siguientes variables: coeficiente K de ventanas $K_v=2.81 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ correspondiente a doble vidrio hermético DVH, en toda la zona afectada por el modelo. Coeficiente K de piso $K_p= 1.08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ en una resolución constructiva que incorpora una capa de material aislante de 0,02 m de espesor y un valor constante de 2 renovaciones de aire del volumen calefaccionado por hora. Los valores de K de muros y techos varían entre 1 a $0.624 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ y 0.83 a $0.546 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ respectivamente. Estos valores correspondientes al Nivel B (IRAM 11605/96). De optó por este nivel de calidad térmica ya que al resolver el modelo con la calidad mínima nos encontramos con que el valor propuesto de G_{adm} era inferior al de la versión del año 1986. Una síntesis puede verse en la Tabla 8-1.

Otro problema se presentó al momento de compatibilizar datos bioclimáticos, para lo cual se planteó una expresión de conversión de Grados Día de calefacción (GD) a Temperatura mínima de diseño (TDMn) producto de una correlación entre todos los datos disponibles (Czajkowski, 1993).

$$TDMn = 1.805 + GD * (-0.003) \quad [\text{Eq. 03}]$$

2.2.a.1. Protocolo de cálculo

Constantes:

$$K_v = 2.81 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$K_p = 1.08 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$RA = 2 \text{ (adim)}$$

Variables:

$$vol = 50 \text{ a } 10000 \text{ m}^3$$

$$GD = 900 \text{ a } 5000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_m = 1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \text{ para } 900 \text{ }^\circ\text{C} \text{ a } 0.624 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \text{ para } 5000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$K_t = 0.83 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \text{ para } 900 \text{ }^\circ\text{C} \text{ a } 0.546 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \text{ para } 5000 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$FVO = 0.24 \text{ para } 900 \text{ }^\circ\text{C} \text{ a } 0.13 \text{ para } 5000 \text{ }^\circ\text{C}$$

Ecuaciones:

$$i = 1 \text{ a } 12$$

$$y = 50 \text{ a } 10000$$

$$Suphab = vol(i, y) / 2.7$$

$$Suppiso = \text{SQR}(Suphab) * 4$$

$$Supvidrio = Suppiso * 2.7 * FVO(y)$$

$$Supmuros = (Suppiso * 2.7) - Supvidrio$$

$$permuros = K_m(y) * Supmuros$$

$$\begin{aligned} \text{perpisos} &= K_p * \text{Suppiso} \\ \text{pervidrios} &= K_v * \text{Supvidrio} \\ \text{pertechos} &= K_t(y) * \text{Suphab} \end{aligned}$$

$$\text{perdidasconduccion} = \text{permuros} + \text{perpisos} + \text{pervidrios} + \text{pertechos}$$

$$\text{Gadm}(i, y) = \text{perdidasconduccion} / \text{vol}(i, y) + .35 * \text{RA}$$

Donde:

- Kv*: Transmitancia térmica de vidriados en W/m².K
- Kp*: Transmitancia térmica de puertas en W/m².K
- Km*: Transmitancia térmica de muros en W/m².K
- Kt*: Transmitancia térmica de techos en W/m².K
- RA*: Cantidad de renovaciones de aire interior, adimensional
- vol*: Volumen a calefaccionar en m³
- GD*: Grados día de calefacción para temperatura confort 18°C
- FVO*: Factor de área vidriada sobre área opaca; adimensional
- Suphab*: Superficie a calefaccionar en m²
- Suppiso*: Superficie de piso en contacto con el terreno en m²
- Supvidrio*: Superficie de ventanas m²
- Supmuros*: Superficie de muros en m²
- permuros*: Pérdidas por muros en W
- perpisos*: Pérdidas por pisos en W
- pervidrios*: Pérdidas por vidrios en W
- pertechos*: Pérdidas por techos en W
- perdidasconduccion*: Pérdidas totales de calor en W
- Gadm*: Coeficiente volumétrico de pérdidas de calor en W/m³ °C

2.2.a.2. Resultados

En la tabla 8-2 se sintetizan los valores propuestos de G admisibles que se muestran graficados en las Figuras 8-2 y 8-3.

Tabla 8-2: Valores de G admisibles en función del volumen calefaccionado y los grados día de calefacción

Volumen calef (m ³)	Grados Día de calefacción (base 18°C)											
	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	2000	2500	3000	4000	5000
50	2.713	2.661	2.606	2.560	2.530	2.493	2.469	2.457	2.409	2.353	2.287	2.118
100	2.213	2.173	2.133	2.099	2.077	2.050	2.032	2.022	1.986	1.942	1.893	1.762
200	1.860	1.828	1.798	1.773	1.757	1.737	1.723	1.715	1.687	1.652	1.613	1.510
300	1.704	1.676	1.650	1.629	1.615	1.598	1.587	1.579	1.554	1.523	1.490	1.399
400	1.610	1.585	1.562	1.543	1.531	1.516	1.505	1.498	1.475	1.446	1.416	1.332
500	1.547	1.523	1.502	1.485	1.473	1.459	1.449	1.443	1.421	1.394	1.366	1.287
1000	1.389	1.368	1.352	1.339	1.330	1.319	1.311	1.306	1.287	1.264	1.241	1.174
1500	1.319	1.300	1.286	1.274	1.266	1.257	1.250	1.245	1.228	1.206	1.185	1.124
2000	1.277	1.259	1.246	1.236	1.228	1.220	1.213	1.208	1.193	1.172	1.152	1.094
2500	1.249	1.232	1.219	1.210	1.203	1.195	1.188	1.184	1.169	1.149	1.130	1.074
3000	1.228	1.211	1.199	1.190	1.184	1.176	1.170	1.165	1.151	1.131	1.113	1.059
3500	1.211	1.195	1.184	1.175	1.169	1.162	1.156	1.151	1.137	1.118	1.100	1.048
4000	1.198	1.182	1.171	1.163	1.157	1.150	1.144	1.140	1.126	1.107	1.090	1.038
4500	1.187	1.172	1.161	1.153	1.147	1.140	1.135	1.130	1.117	1.098	1.081	1.030
5000	1.178	1.163	1.152	1.145	1.139	1.132	1.127	1.122	1.109	1.091	1.074	1.024
7500	1.147	1.132	1.123	1.116	1.110	1.104	1.099	1.095	1.082	1.065	1.049	1.002
10000	1.128	1.114	1.105	1.099	1.093	1.088	1.083	1.079	1.067	1.050	1.035	0.988

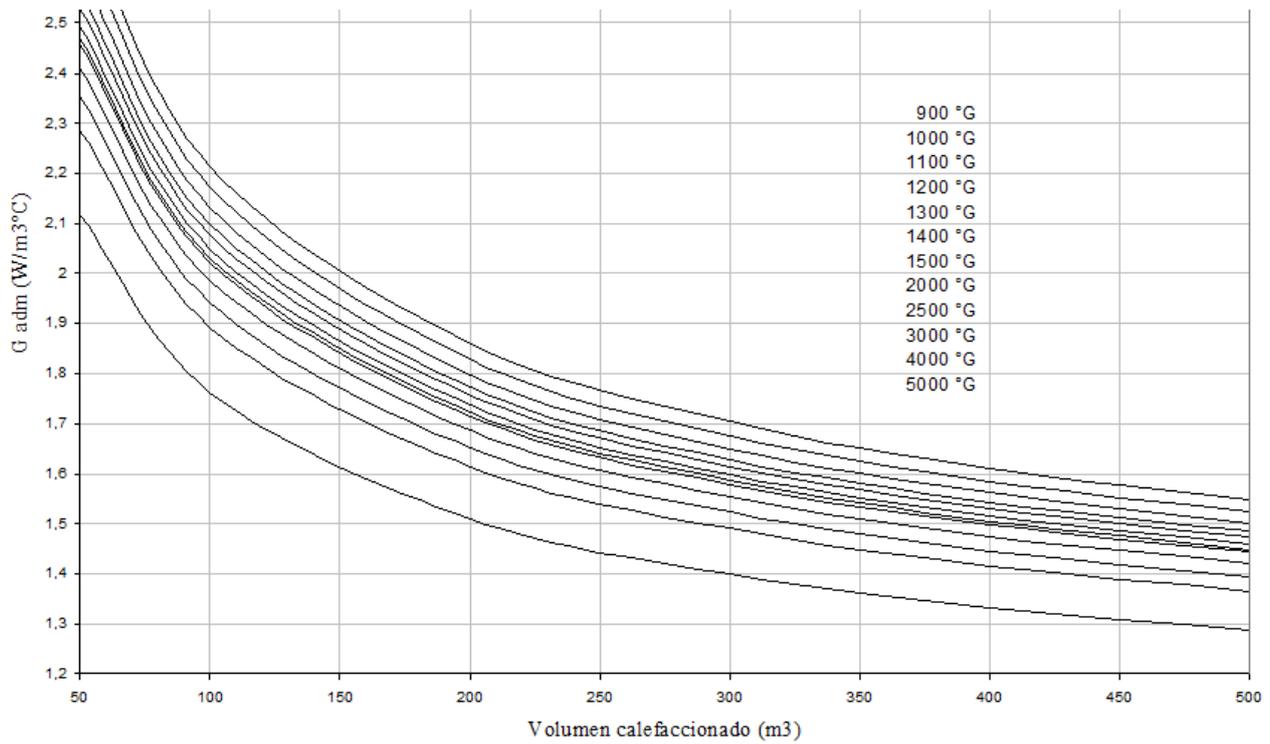


Figura 8-2: Valores máximos admisibles ($G_{CAL adm}$) para edificios de vivienda en función del volumen calefaccionado (Rango 50 a 500 m^3)

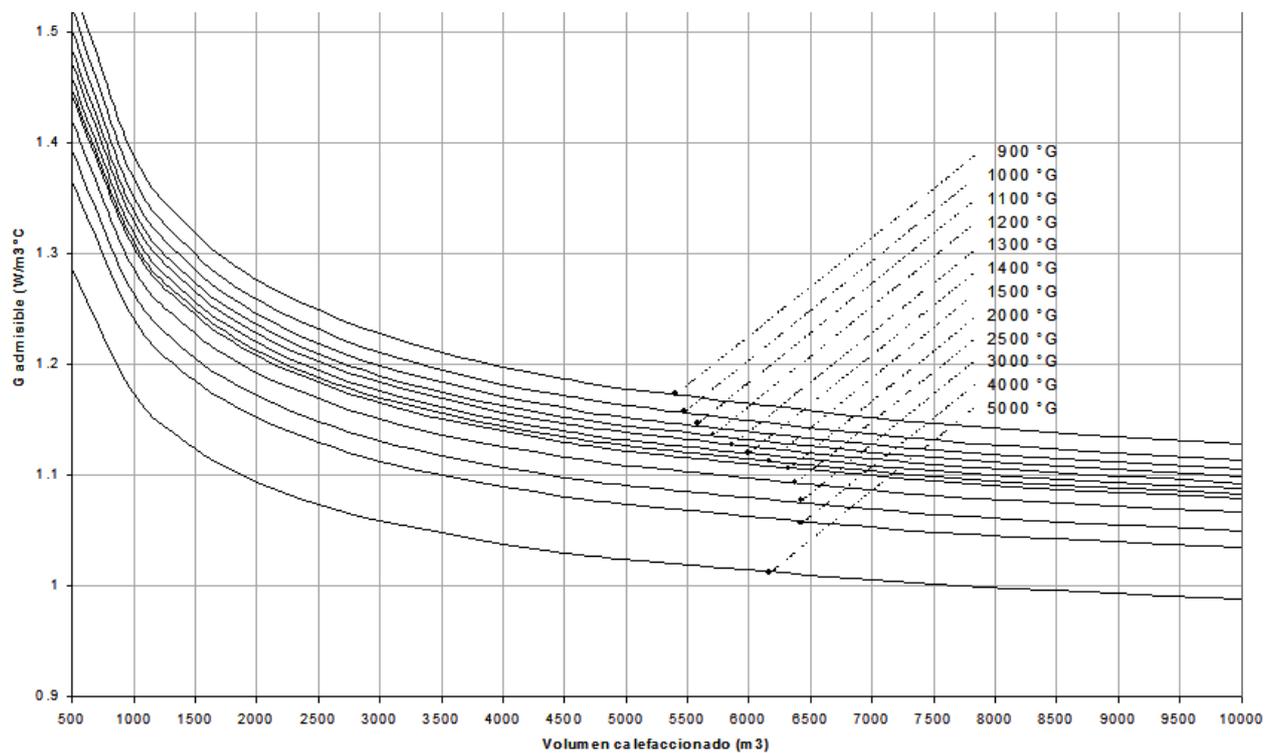


Figura 8-3: Valores máximos admisibles ($G_{CAL adm}$) para edificios de vivienda en función del volumen calefaccionado (Rango 500 a 10000 m^3)

2.3. Adaptación a otros tipos edilicios

En el año 2003 la provincia de Buenos Aires aprueba la Ley 13.059 sobre la aplicación obligatoria de las Normas IRAM sobre acondicionamiento térmico de edificios. Un año después y habiendo decretado el PE que el Instituto de Vivienda debía encarar su reglamentación no conseguían el objetivo. En 2005 se me convoca con el rol de Secretario de la comisión ad-hoc para impulsar la reglamentación mediante el consenso.

Entre los considerandos del decreto reglamentario de la ley se menciona:

"Que la totalidad del espacio construido del sector terciario provincial no cumple con los estándares de calidad establecidos por la normativa vigente y genera el derroche de recursos energéticos no renovables provocando un hábitat insustentable con seria inequidad social."

"Que existe, un problema real de insustentabilidad energético-ambiental del hábitat edilicio en la Provincia de Buenos Aires y una urgencia en implementar un marco regulatorio conducente al mejoramiento de la calidad térmica en edificios."

"Que a fin de elevar la calidad de vida de la población mediante la construcción de edificios que garanticen condiciones de habitabilidad higrotérmica, de higiene y de salubridad e introduciendo mejoras en la habitabilidad, se provocará una reducción de costos en salud y la preservación del patrimonio edilicio y sus bienes."

"Que se ha detectado un riesgo potencial de deterioro del patrimonio cultural edilicio, caso museos, y de los bienes que estos contienen en salas y resguardos."

"Que es obligación impostergable la cumplimentación de la normativa para construcciones que alberguen actividad humana obteniendo una mejor calidad de vida en la población y una consiguiente disminución del impacto ambiental producido a través del ahorro y uso racional de la energía."

"Que dicha Ley establece el marco regulatorio de aplicación para establecer las condiciones de acondicionamiento higrotérmico exigibles en los edificios que se construyan en jurisdicción de la Provincia de Bs. As."

"Que es necesario incentivar el uso de las energías renovables en la edificación a fin de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, estimular micro-emprendimientos productivos, generar oportunidades de inversión y privilegiar la producción de origen provincial y nacional."

El principal problema suscitado que se planteó en la primer reunión, y fue que las Normas IRAM fueron pensadas para viviendas de interés social y no para *"todo edificio para habitación humana"* como propugna la ley y dado que la ley enlaza el reglamento con las normas no sería posible en los tiempos políticos tener normas adaptadas a cualquier tipo de edificio para cualquier uso y función.

En la emergencia se trabajó en ver que *arreglo* era posible incorporar en el decreto reglamentario para poder extender su aplicación a la totalidad del hábitat construido provincial.

A fin de adecuar los niveles admisibles del $G_{CAL adm}$ a edificios con una relación vidriado / opaco superior a 0,2 se propuso que a mismo volumen calefaccionado el $G_{CAL adm}$ podría corregirse según la siguiente expresión:

$$G_{CAL adm} \text{ corregido} = G_{CAL adm} \times (0,0175 \times (S_v / S_o) - 0,347) \text{ [Eq. 4]}$$

Donde:

Sv : Superficie envolvente vidriada en m²

So : Superficie envolvente opaca en m²

Con esta expresión y tomando como base un edificio de oficinas tipo torre de una altura de 12 pisos y una planta de 10 por 20 m con dos de sus caras totalmente vidriadas ($K = 2,86 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$) se cumpliría con la Ley 13059/03.

Un año después se hace la presentación final del reglamento en la sede del Ministerio de Obras y Servicios Públicos y se eleva al Poder Ejecutivo para su aprobación. Hasta la fecha y por fuertes presiones surgidas desde varios operadores del sector construcciones nunca se obtuvo la firma del PE provincial.

3. Modelo de ahorro de energía en refrigeración edilicia

La República Argentina cuenta con normativa relacionada con la calidad térmica edilicia desde principios de los `70 que son continuamente revisadas y actualizadas. En cuanto a edificios y su envolvente se utilizan dos indicadores: el coeficiente volumétrico G_{CAL} de pérdidas de calor orientado al ahorro de energía en calefacción y la transmitancia térmica K para muros y techos. Estos indicadores permitirían regular la calidad térmica de las construcciones y ser instrumentos para la regulación de emisiones de gases de efecto invernadero - GEI, pero no es así ya que no son de cumplimiento obligatorio.

El único indicador que afecta al comportamiento de edificios en el período estival o en las zonas del país con clima cálido y muy cálido es el K de verano aunque de forma indirecta para uso en muros y cubiertas.

Así surgió la necesidad de contar con un antecedente para ser presentado al Instituto Argentino de Normalización y ser debatido y mejorado para convertirlo en norma.

Desde los `90 se venían realizando transferencias para el mejoramiento y actualización de las normas como: datos bioclimáticos para 165 estaciones meteorológicas y determinación de grados día de calefacción, enfriamiento y días tipo de diseño (Czajkowski, 1993); modelo de ahorro de energía en calefacción y determinación del coeficiente volumétrico G_{CAL} de pérdidas de calor (Czajkowski, 2000-2001); procedimiento para la verificación de la resistencia superficial interior en aristas verticales y horizontales (Czajkowski, 1999).

En la búsqueda para adecuar la enseñanza del balance térmico de verano al diseño ambientalmente consciente nos encontramos con el problema en que los modelos de balance eran muy complejos o excesivamente simples. Llegando al extremo del procedimiento usado por instaladores que afectan a la superficie del local o edificio un coeficiente dado por el fabricante de equipos de aire acondicionado.

Luego de haber desarrollado un procedimiento simplificado que incorporó lo esencial en cargas térmicas sensible y latente notar que no había un indicador de referencia por tipo edilicio o función que indicara si dicha carga térmica calculada era válida. Todo esto llevó a pensar en el desarrollo de un modelo de ahorro de energía en refrigeración que en su aplicación brindara uno o más parámetros de referencia para antecedentes homologados, un procedimiento simple para calcular

la carga térmica en refrigeración y el desarrollo de un indicador que sugiera un límite de referencia o valor admisible.

Dada la complejidad del problema se lo dividió en partes. Así la primera parte contiene el vocabulario, definiciones, junto a tablas y datos para determinar la carga térmica del edificio. Mientras en algunos temas se encontró consenso entre autores en otros debió partirse de cero. Fue el caso de las tablas con valores de radiación solar horaria para zonas del país que se trata más adelante. Este antecedente se convirtió en la Norma IRAM 11659-1.

Posteriormente se comenzó a elaborar el modelo que se decidió dividir en tipos edilicios con complejidad creciente. En primer lugar un modelo adecuado a viviendas y edificios multifamiliares para luego continuar con edificios de oficinas, administración, comercio, etc.

3.1. Metodología:

El trabajo llevado adelante para la definición de valores admisibles de pérdidas globales en calefacción mostró la necesidad de trabajar con simplificaciones, variables continuas y constantes. En el caso de ahorro de energía en calefacción no solamente el problema fue más sencillo sino que había menos variables.

Al tratar de seguir un modelo semejante para el problema del ahorro en energía en refrigeración veremos que es necesario proponer "constantes" en variables que son continuas o discretas y esta aparente "arbitrariedad" redundará en un modelo simple y claro.

Aunque esto implica un trabajo previo a nivel de variable en particular con la transmitancia térmica K , la radiación solar horaria sobre cada plano y orientación junto a la forma edilicia.

Primero trataremos el procedimiento para la obtención del coeficiente volumétrico de refrigeración (G_{REF}) de proyecto y luego el modelo con los coeficientes admisibles ($G_{REF adm}$) para un rango comprendido entre 30°C a 40°C de temperatura de diseño exterior y 30 a 1000 m³ de volumen refrigerado.

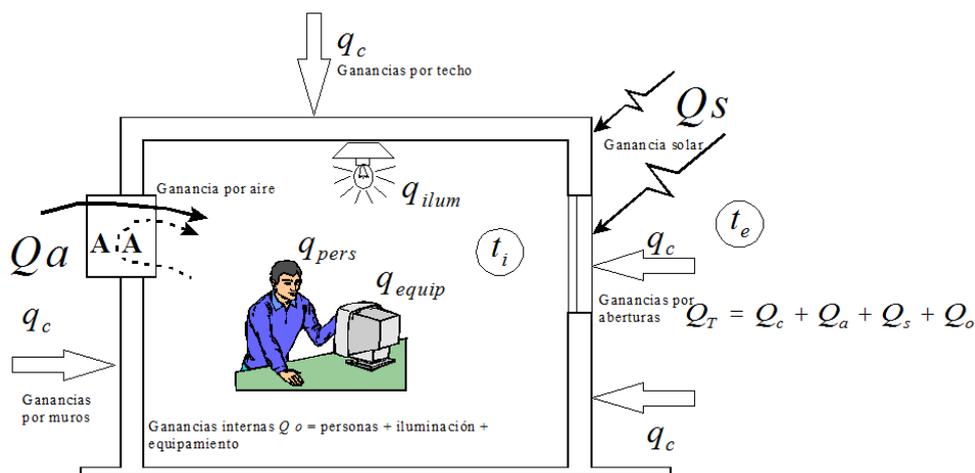


Figura 6: Situación de verano en un local

3.1.1. Cálculo del coeficiente volumétrico de refrigeración (G_{REF}).

El valor del coeficiente volumétrico de refrigeración del edificio o local refrigerado, se calcula con la siguiente expresión:

$$G_R = \frac{Q_T}{V} = \frac{Q_C + Q_S + Q_O + Q_A}{V} \quad [\text{Eq. 5}]$$

donde:

Q_T : Carga total en refrigeración

V : Volumen refrigerado en m^3

Q_C : Carga térmica por conducción

Q_S : Carga térmica solar

Q_O : Carga térmica por ocupación

Q_A : Carga térmica por ventilación

3.1.2. Carga total en refrigeración:

$$Q_T = Q_C + Q_S + Q_O + Q_A \quad [\text{Eq. 6}]$$

Donde:

Q_T : Cantidad de calor total aportado al local analizado

Q_C : Cantidad de calor aportado por conducción a través de la envolvente del local

Q_S : Cantidad de calor aportado al local por el sol

Q_O : Cantidad de calor aportado por ocupación (personas + equipamiento + iluminación)

Q_A : Cantidad de calor aportado por el aire exterior

3.1.2.1. Ganancias por Conducción Q_C : tendremos que la ganancia de calor por conducción parcial q_c a través de la envolvente del local será:

$$q_c = K A (t_e - t_i) \quad [\text{Eq. 7}]$$

Donde:

K : Transmitancia térmica del cerramiento (muro, techo, piso, ventana, etc) en $(\text{kcal}/\text{m}^2 \cdot \text{h} \cdot ^\circ\text{C}$ o $\text{W}/\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

A : Superficie del cerramiento en m^2

t_e : Temperatura exterior de diseño en $^\circ\text{C}$

t_i : Temperatura interior en $^\circ\text{C}$

Tendremos así que la sumatoria de todas las pérdidas parciales q_c por conducción a través de la envolvente nos dará las pérdidas totales por conducción Q_C , según la siguiente ecuación:

$$Q_C = \sum q_c \quad [\text{Eq. 8}]$$

3.1.2.2. Ganancia Solar - Q_S : Cuando existen superficies vidriadas en el local una parte de los aportes se deberá a la radiación del sol que al atravesar el cristal ingresa al local calentándolo. La radiación del sol varía con cada hora del día solar y también a lo largo de los meses del año. La expresión general para el cálculo de la carga debida al sol es:

$$Q_S = S \times I_S \times F_{GS} \quad [\text{Eq. 9}]$$

Donde:

Q_S : ganancia solar en W

S : superficie vidriada en m^2

I_S : Intensidad de la radiación solar en W/m^2

F_{ES} : Factor de exposición solar del vidrio o la carpintería (adimensional 0 a 1)

3.1.2.3. *Ganancia por Ocupación - Q_O* : En verano el aporte interno no es despreciable y en el caso de una oficina puede llegar a representar el 35 % de la carga total, siendo la suma del calor total por personas, más el calor sensible de la iluminación artificial, más el calor sensible de los artefactos de oficina (computadoras, impresoras, fotocopiadoras, etc). En su cálculo usaremos la siguiente expresión:

$$Q_O = Q_{PERS} + Q_{ILUM} + Q_{EQUIP} \quad [\text{Eq. 10}]$$

Donde:

Q_O : ganancia de calor interno por ocupación en W.

Q_{PERS} : ganancia de calor interno por personas; sensible + latente en W

Q_{ILUM} : ganancia de calor interno por iluminación; sensible en W

Q_{EQUIP} : ganancia de calor interno por equipamiento; sensible + latente en W

3.1.2.4. *Ganancia por aire exterior Q_A* : Este caso es bastante particular ya que en verano se supone al edificio "cerrado" para reducir pérdidas y ahorrar energía. Esto implica que es necesario ventilar una parte o la totalidad del aire interior, así tendremos que introducir al ambiente interior una importante masa de aire caliente y húmeda que el equipo de aire debe acondicionar. Este aire de renovación y recirculado contiene humos, partículas en suspensión y olores que son necesarios eliminar.

$$Q_A = CAR \times (0,29 \times \Delta t + 0,72 \times \Delta w) \quad [\text{Eq. 11}]$$

Donde:

CAR : Cantidad de aire a renovar en m³/h.pers. CAR = cantidad personas x caudal aire/persona

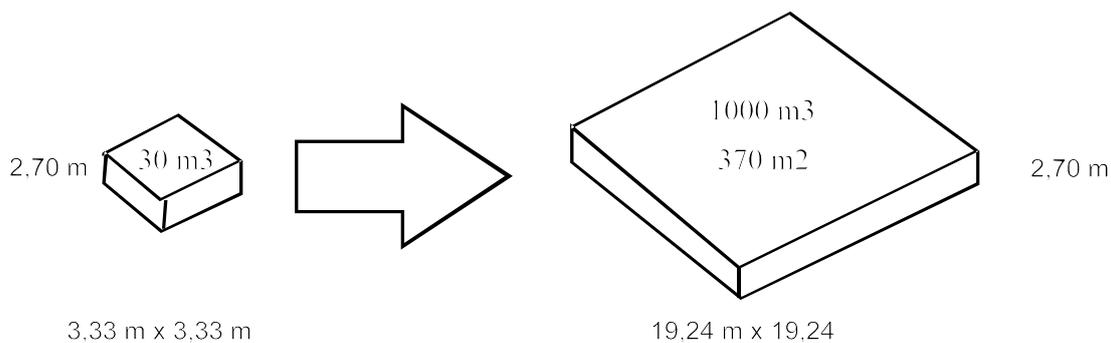
Δt : diferencia entre temperatura exterior y temperatura interior

Δw : diferencia entre la humedad específica exterior e interior en g/kg

3.1.2.5. *Otras ganancias internas de calor sensible*: Existen otros aportes internos debidos a los conductos de de inyección y retorno de aire acondicionado. Es usual que estos se establezcan como un valor estimado porcentual. Existe otra penalización a agregar debida a la calidad en la construcción de los conductos de distribución y retorno y que en general se establece en 4 a 10% de la suma de calor sensible debida a conducción y efecto solar.

3.2. El modelo edilicio

Dado que se obtendrá un valor de G_{REF} adm en relación al volumen refrigerado se propone este último como punto de partida en un rango que va desde una habitación de 30 m³ (10 m²) hasta una gran vivienda de 1000 m³ (370 m²). Se usa la altura de local mínima media según Códigos de Edificación de 2,70 m. Esto implica un volumen creciente a altura constante (figura 7-14). A partir de la figura geométrica generada se obtienen las superficies de la envolvente discriminadas (muros y techo).



Modelo de vivienda con volumen variable a altura constante

Este modelo de crecimiento es simple pero desde lo bioclimático implica locales internos sin iluminación natural. Por esto luego se propone otro modelo de crecimiento que mantenga la posibilidad de iluminación y ventilación natural en los locales principales de una vivienda con fachadas principales norte sur.

Otro problema es definir las características y distribución por orientaciones de las superficies vidriadas. Esto es importante ya que mientras en el modelo de ahorro de energía en calefacción no tiene en cuenta el aporte solar, en refrigeración esto no puede ignorarse. Ahora bien. ¿Tomamos un % de superficie vidriada y la distribuimos de manera homogénea en su envolvente vertical? ¿Usamos algún otro criterio?

Tabla 8-3: Distribución de áreas vidriadas

	Relación vidriado / opaco	
	Sobre total envolvente	Sobre el 20% vidriado
Horizontal	0	0
Norte	0,5	0,1
Sur	0,05	0,01
Este	0,25	0,05
Oeste	0,2	0,04
Total	1	0,2

Adoptamos para viviendas que un 20% de la superficie envolvente sea vidriada. Esta relación la modificaremos cuando trabajemos en variaciones del modelo para otros usos y tipos edificios (oficinas, comercios, bancos, cultura, etc).

Se adopta un modelo de distribución de los vidriados por orientación con un criterio bioclimático según se establece en la Norma IRAM 11603 inciso 6.2 cuando trata sobre asoleamiento de invierno, requisitos de verificación, orientaciones que permiten obtener un asoleamiento mínimo y recomendaciones sobre protecciones solares.

3.3. Calidad térmica de la envolvente

La Norma IRAM 11605 sugiere tres niveles de calidad térmica para muros y techos, conocidos como niveles A - B y C. El nivel C lo descartamos ya que fue elaborado para ser implementado en viviendas de interés social y solamente previene el riesgo de condensación superficial.

Luego de algunas pruebas se encuentra que lo adecuado para cerramientos opacos es la media entre los niveles A y B. Esto implica un $K_{TECHO} = 0,335 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $K_{MURO} = 0,875 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ para una $t_e = 30^\circ\text{C}$ a un $K_{TECHO} = 0,315 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ y $K_{MURO} = 0,775 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ para una $t_e = 40^\circ\text{C}$.

En cerramientos transparentes se adopta doble vidriado hermético (DVH) $K = 2,86 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ para todas las zonas del país.

3.4. Sobre referencia climática

El grupo de Normas IRAM 11.601/3/4/5 usan varios criterios diferentes para adoptar un valor de referencia climática del sitio donde se implantará el edificio. Así se utiliza la zona bioambiental que surge de una regionalización bioambiental, la temperatura mínima de diseño, los grados día de calefacción. Para la situación de verano puede utilizarse la temperatura de diseño máxima elaborada para la IRAM 11603 o los grados día de enfriamiento. Utilizar los grados días de enfriamiento implica que debe modificarse la Norma IRAM 11603.

De cualquier manera se hizo un análisis comparativo del antecedente respecto de las necesidades de refrigeración en el territorio nacional y se concluye que hay un rango que va de los 100 °DRef en el norte de la patagonia (lat= 40° sur) a los 1000 °DRef en la zona chaqueño-formoseña (lat= 25° sur). Esto implica un rango de temperaturas de diseño máximas que va de los 30°C a 40°C. Mientras los grados día de enfriamiento aparecen como un indicador muy útil en la determinación de la carga térmica anual en refrigeración con fines de economía y gestión ambiental de la energía no es así en cuanto a verificar la calidad térmica y diseño ambiental de la envolvente; aunque estén relacionados.

Por esto y debido a que es habitual para los especialistas y técnicos de refrigeración usar la temperatura de diseño exterior se adopta esta.

3.5. Radiación solar:

La radiación solar es un componente significativo en la carga térmica de un local o edificio y no es sencillo encontrar una correlación de fácil implementación ya que en la Argentina a temperaturas estivales similares tenemos variaciones por latitud, altitud o amplitud térmica de cada sitio. Para obtener un modelo sencillo que se refleje en un solo gráfico o tabla de valores admisibles es necesario adoptar algún criterio que nos permita tratar a la radiación solar como una constante. Esto no descarta que pueda discutirse o proponerse otro criterio.

Así analizando los valores de radiación solar establecidos en la IRAM 11659-1 se buscó un criterio que pondere la radiación solar incidente en cada cara del edificio y a su vez contemple la variación en latitud y longitud. Otro problema es en que hora del día hacer la verificación. Fue un tema bastante debatido en la Subcomisión de Aislamiento Térmico de Edificios. Se sugirió que se realice una validación inicial a las 13 hs y luego una segunda verificación a la hora donde la incidencia sobre la mayor superficie vidriada sea significativa. Desde ya adoptándose la peor condición. La propuesta fue aceptada.

Para este modelo se adoptan los siguientes valores para las 13hs: Plano horizontal 736 W/m^2 ; Norte 370 W/m^2 ; Sur 268 W/m^2 ; Este 268 W/m^2 ; y Oeste 360 W/m^2 . Se adopta un factor de ganancia solar de 0,2 que implica la utilización de algún sistema o mecanismo que permita reducir la carga solar sobre las áreas vidriadas. Es un valor que puede alcanzarse con cortinas de enrollar o tipo Barrios exteriores, toldos o parasoles, films reflejantes o vidrios fuertemente coloreados en su masa con cortinas interiores. Todos de uso muy frecuente en las ciudades del país.

El modelo no tiene en cuenta el aporte de calor por conducción en la envolvente opaca ya que presupone la presencia de un aislamiento térmico que minimice dicho aporte, esto al adoptar el Nivel B para muros y techos. No se realizó un análisis exhaustivo sobre este punto.

3.6. Carga térmica por iluminación artificial

Se adoptó lo consensuado en la Subcomisión donde el 50% de las necesidades en iluminación se cubrirían con lámparas incandescentes (25 W/m^2) y el resto con fluorescente (10 W/m^2) con un factor de uso de 0,5. Los coeficientes de iluminación en W/m^2 se obtienen de la Norma IRAM 11659-1 para 250 lux.

Lo usual en grandes espacios de oficinas son 500 lux pero la tendencia en la actualidad es a proyectar una iluminación general a 250 lux y luego utilizar iluminación de "destaque" o localizada controlada por el usuario o un sistema automático.

3.7. Carga térmica por ocupación de personas y equipamiento:

En el caso de la carga térmica por personas se adoptó una densidad de $12 \text{ m}^2/\text{persona}$ con trabajo liviano (Norma IRAM 11659-1) y 99 W/persona de calor total (sensible + latente).

El tema del equipamiento es un tema de debate sobre que coeficiente o rango de valores por tipo de edificio y nivel de ocupación e intensidad de uso debe ser utilizado. Por otra parte está la cuestión de definir si locales como la cocina entran o no en el análisis y con que características de utilización.

Como hipótesis de trabajo se adoptó un coeficiente de $16,4 \text{ W/m}^2$ de calor sensible y $2,12 \text{ W/m}^2$ en calor latente que da $18,52 \text{ W/m}^2$ de calor total. Esto contempla las emisiones de una heladera, una hornalla mediana, un televisor, una computadora, entre otros, en un análisis diario contemplando un factor de uso medio a partir de información obtenida en auditorias ambientales en viviendas de clase media a media alta. Luego se obtiene un valor medio por m^2 .

Para la carga de calor total por renovaciones de aire se usa una tasa de ventilación sanitaria de $15 \text{ m}^3/\text{h/persona}$.

En las gráficas presentadas a continuación se optó por restringir las cargas por ocupación a personas e iluminación artificial por la dificultad en acordar una emisión tipo por equipamiento.

3.8. Análisis de resultados

No es sencillo proponer un modelo de ahorro de energía en refrigeración lo suficientemente asequible para que pueda ser comprendido y utilizado por profesionales de la construcción del hábitat (ingenieros civiles o arquitectos) con un mínimo de entrenamiento. Las curvas de las figuras 2 a 5 muestran los valores admisibles de G_{Ref} , carga térmica en refrigeración Q_{Ref} y carga térmica en refrigeración por superficie a climatizar S_{Ref} .

En todos los casos los valores se muestran en un rango comprendido entre 30 y 1000 m^3 a refrigerar y se dispone de curvas para un rango que va de 30°C a 40°C de temperatura exterior de diseño.

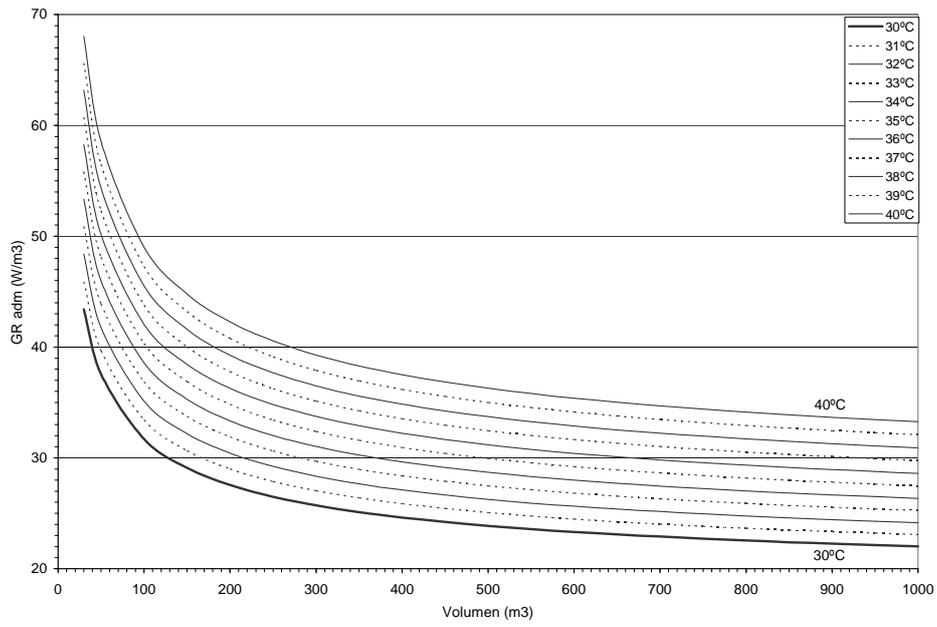


Figura 15: Valores admisibles de GR en refrigeración en W/m^2

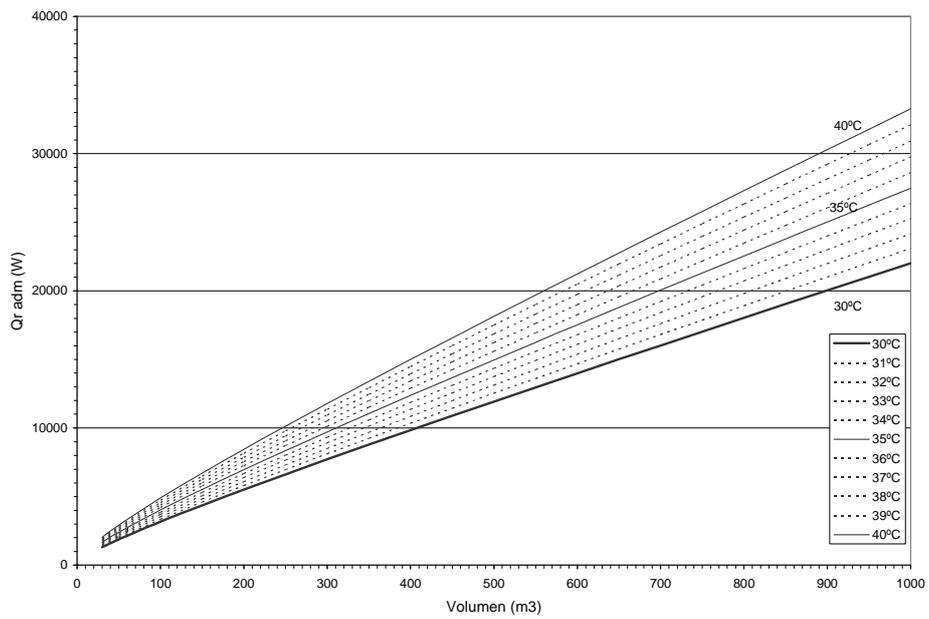


Figura 16: Valores admisibles de Q en refrigeración en W .

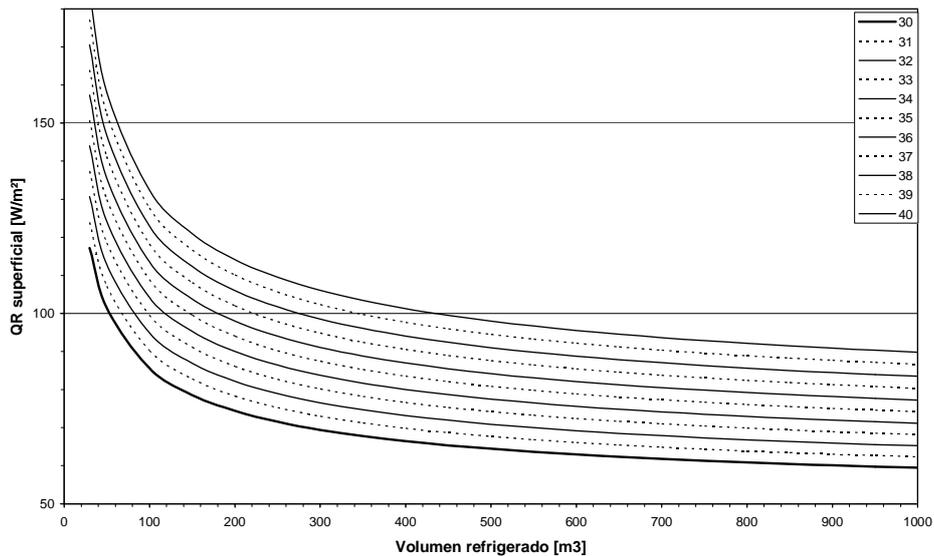


Figura 17: Valores admisibles de SR en refrigeración en W.

3.9. Valores admisibles para los tipos casa, bloque y torre.

El modelo anterior se aplicó a varios ejemplos de edificios construidos en varias localidades del país y se encontró que un modelo tan simplificado no funcionaba bien cuando se sobrepasaba cierto tamaño de edificio. El principal problema radica en las ganancias de calor solar por superficies vidriadas que tienen un "peso" significativo en la carga térmica de verano.

En función de esto se regresó a los antecedentes tipológicos ya tratados, se analizaron normas extranjeras con características similares y se llegó a la conclusión que había que trabajar con tres tipos ideales de edificios de viviendas. Así surgieron los tipos "casa", "bloque" y "torre" que son los más difundidos en la obra privada del país.

El tipo "casa" se lo considera una forma de dos pisos que va de un mínimo de 30 m³ a un máximo de 500 m³ a refrigerar. Dado que se encontraron viviendas de hasta 3000 m² en barrios cerrados se notó que a los fines prácticos se la podía zonificar y trabajar en módulos refrigerables. En la figura 7-18 se muestra el modelo de crecimiento.

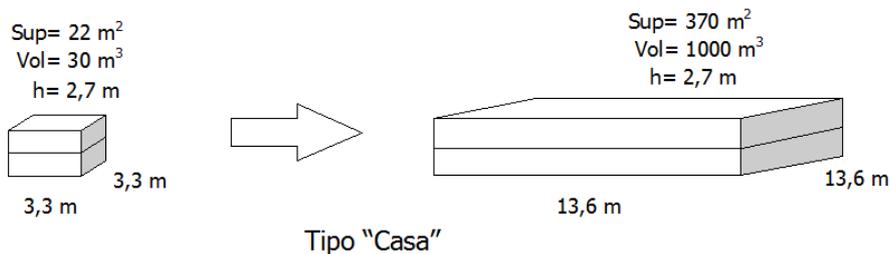


Figura 18: Modelo de crecimiento del tipo ideal "casa".

El tipo "bloque" surge de suponer dos a cuatro departamentos superpuestos en dos a cuatro pisos, usualmente sin ascensor, que crecen desde un frente mínimo de 10 m hasta 83,3 m y 10000 m³ de volumen a refrigerar. Esto puede verse en la figura 7-19.

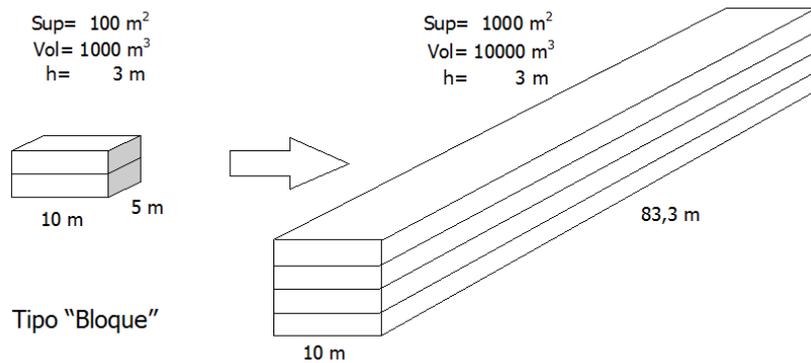


Figura 19: Modelo de crecimiento de tipo ideal "Bloque"

El tipo ideal "Torre" de la figura 7-20 se le da una forma similar al bloque pero en vez de crecer en horizontal crece en vertical hasta alcanzar una altura máxima de 100m. En la actualidad en la ciudad de Buenos Aires se están construyendo edificios de mayor tamaño que escapan a los metros cuadrados o metros cúbicos a refrigerar previstos en el trabajo. Para estos casos y similar al tipo "casa" se propone la zonificación del edificio.

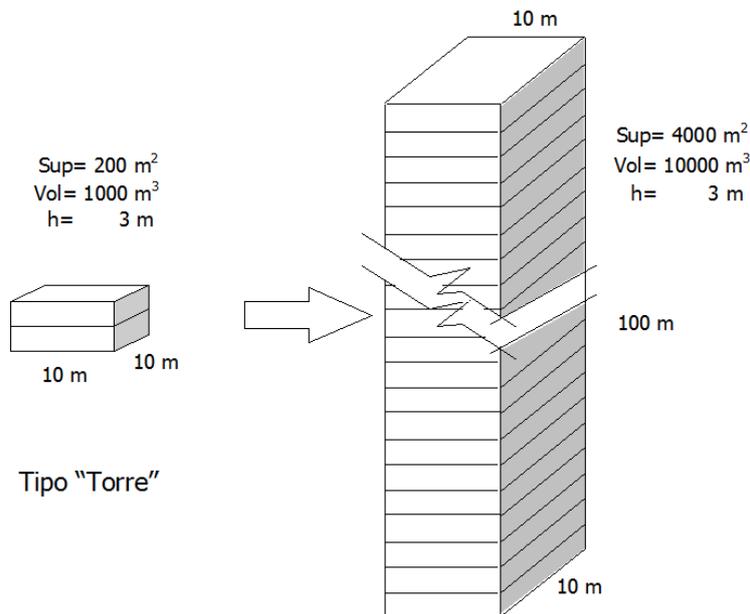


Figura 20: Modelo de crecimiento del tipo ideal "Torre".

Con un criterio similar a la primera parte se calculan las cargas térmicas en refrigeración para cada tipo ideal en un rango de temperaturas de diseño de 30°C a 40°C. Esto se sintetiza en las tablas 8-4 a 8-12 con sus correspondientes nomogramas. Una vez conocidas las cargas térmica $Q_{REF adm}$ se aplican las siguientes expresiones para determinar los indicadores por m^3 y por m^2 $G_{REF adm}$ y $S_{REF adm}$:

$$G_R = \frac{Q_R}{V}$$

$$S_R = \frac{Q_R}{A}$$

G_R el coeficiente volumétrico de refrigeración, en watt por metro cúbico;

S_R la carga térmica por unidad de superficie, en watt por metro cuadrado;

Q_R la carga térmica total en refrigeración, en watt;

Q_R la carga térmica total en refrigeración, en watt;

V el volumen de la vivienda o del edificio de viviendas refrigeradas, en metros cúbicos.

A la superficie de la vivienda o del edificio de viviendas, en metros cuadrados.

Tabla 8-4: Valores de Q_{Radm} (tipo casa), en W

Vol. m ³	Temperatura (°C)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
30	1152	1228	1304	1380	1455	1531	1606	1681	1755	1830	1904
50	1551	1654	1756	1859	1960	2063	2164	2266	2367	2469	2570
100	2276	2424	2570	2717	2862	3008	3153	3299	3443	3588	3731
150	2886	3071	3254	3438	3620	3803	3985	4167	4348	4529	4709
200	3436	3654	3871	4088	4303	4520	4734	4950	5164	5379	5591
250	3948	4197	4444	4693	4939	5187	5432	5679	5923	6169	6412
300	4433	4712	4988	5266	5541	5818	6093	6369	6642	6918	7191
350	4897	5204	5508	5814	6117	6423	6725	7030	7331	7635	7936
400	5345	5679	6010	6343	6673	7006	7335	7667	7996	8327	8655
450	5780	6140	6497	6856	7212	7572	7927	8286	8641	8999	9353
500	6203	6589	6971	7356	7738	8123	8504	8889	9269	9653	10034
550	6618	7028	7435	7845	8251	8662	9068	9478	9884	10293	10699
600	7023	7459	7889	8324	8755	9190	9620	10055	10486	10921	11351
650	7422	7881	8336	8795	9249	9708	10163	10622	11077	11537	11992
700	7814	8297	8775	9257	9735	10219	10697	11180	11659	12143	12622
750	8201	8707	9207	9714	10215	10721	11223	11730	12233	12740	13243
800	8583	9111	9634	10163	10687	11217	11742	12273	12798	13330	13856
850	8959	9510	10056	10608	11154	11707	12255	12809	13357	13912	14462
900	9332	9905	10473	11047	11616	12192	12762	13339	13910	14488	15060
950	9700	10296	10885	11482	12073	12671	13263	13863	14457	15058	15653
1000	10065	10682	11293	11912	12525	13145	13760	14382	14998	15622	16240

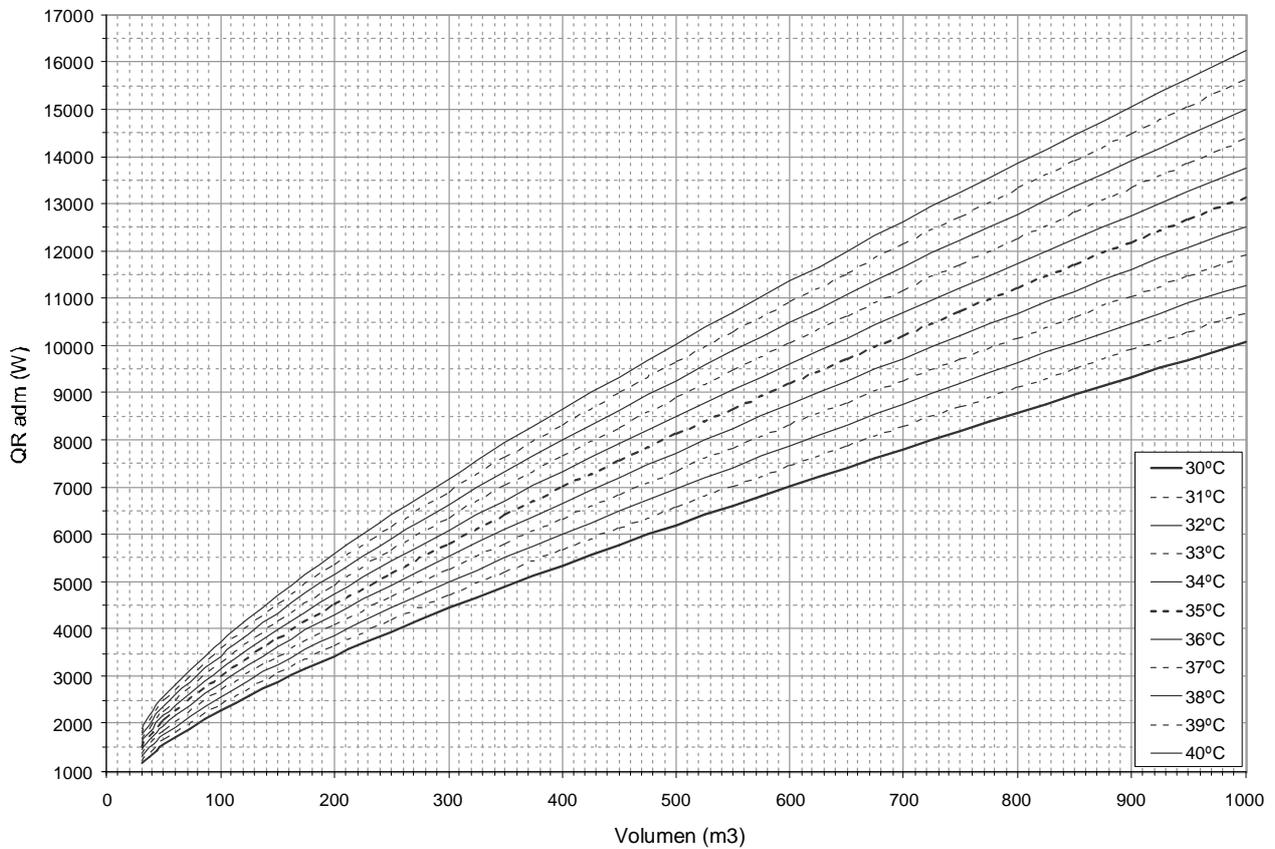


Figura 23: Curvas Q_{Radm} (tipo casa)

Tabla 8-5: Valores de G_{Radm} (tipo casa), en W/m^3

Vol. m^3	Temperatura ($^{\circ}C$)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
30	38,40	40,95	43,47	46,00	48,51	51,03	53,53	56,03	58,51	61,01	63,48
50	31,02	33,08	35,12	37,17	39,20	41,25	43,28	45,32	47,34	49,38	51,39
100	22,76	24,24	25,70	27,17	28,62	30,08	31,53	32,99	34,43	35,88	37,31
150	19,24	20,47	21,69	22,92	24,13	25,36	26,56	27,78	28,98	30,19	31,39
200	17,18	18,27	19,35	20,44	21,52	22,60	23,67	24,75	25,82	26,89	27,96
250	15,79	16,79	17,78	18,77	19,76	20,75	21,73	22,72	23,69	24,68	25,65
300	14,78	15,71	16,63	17,55	18,47	19,39	20,31	21,23	22,14	23,06	23,97
350	13,99	14,87	15,74	16,61	17,48	18,35	19,21	20,08	20,95	21,81	22,67
400	13,36	14,20	15,02	15,86	16,68	17,51	18,34	19,17	19,99	20,82	21,64
450	12,84	13,64	14,44	15,24	16,03	16,83	17,62	18,41	19,20	20,00	20,79
500	12,41	13,18	13,94	14,71	15,48	16,25	17,01	17,78	18,54	19,31	20,07
550	12,03	12,78	13,52	14,26	15,00	15,75	16,49	17,23	17,97	18,78	19,45
600	11,71	12,43	13,15	13,87	14,59	15,32	16,03	16,76	17,48	18,20	18,92
650	11,42	12,12	12,82	13,53	14,23	14,94	15,64	16,34	17,04	17,75	18,45
700	11,16	11,85	12,54	13,22	13,91	14,60	15,28	15,97	16,66	17,35	18,03
750	10,93	11,61	12,28	12,95	13,62	14,30	14,96	15,64	16,31	16,99	17,66
800	10,73	11,39	12,04	12,70	13,36	14,02	14,68	15,34	16,00	16,66	17,32
850	10,54	11,19	11,83	12,48	13,12	13,77	14,42	15,07	15,71	16,37	17,01
900	10,37	11,01	11,64	12,27	12,91	13,55	14,18	14,82	15,46	16,10	16,73
950	10,21	10,84	11,46	12,09	12,71	13,34	13,96	14,59	15,22	15,85	16,48
1000	10,07	10,68	11,29	11,91	12,52	13,15	13,76	14,38	15,00	15,62	16,24

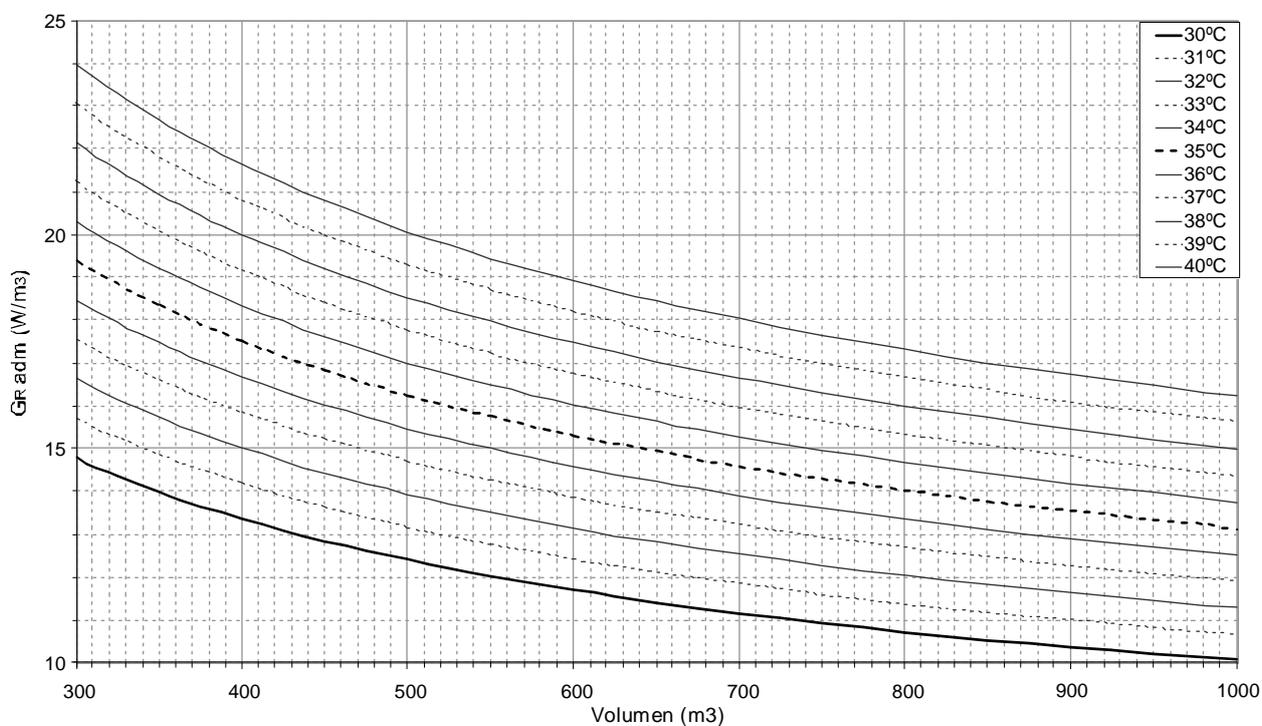


Figura 24: Curvas G_{Radm} (tipo casa de 300 m^3 a 1000 m^3)

Tabla 8-6: Valores de S_{Radm} (tipo casa), en W/m^2

Sup. m^2	Temperatura ($^{\circ}C$)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
10	102,04	108,86	115,61	122,38	129,02	135,81	142,47	149,14	155,75	162,43	168,95
20	78,60	83,77	88,88	94,02	99,04	104,21	109,27	114,35	119,38	124,47	129,44
30	67,47	71,86	76,20	80,58	84,84	89,26	93,56	97,89	102,18	106,52	110,76
40	60,54	64,45	68,33	72,22	76,02	79,97	83,81	87,67	91,50	95,38	99,17
50	55,66	59,24	62,78	66,35	69,82	73,43	76,95	80,49	83,99	87,55	91,02
60	51,96	55,29	58,58	61,90	65,13	68,49	71,76	75,06	78,32	81,63	84,86
70	49,03	52,16	55,26	58,38	61,41	64,57	67,65	70,75	73,82	76,94	79,98
80	46,63	49,59	52,53	55,48	58,36	61,36	64,28	67,22	70,13	73,09	75,98
90	44,60	47,43	50,23	53,05	55,79	58,66	61,45	64,26	67,04	69,86	72,62
100	42,87	45,58	48,26	50,97	53,60	56,35	59,02	61,71	64,38	67,09	69,73
150	36,80	39,10	41,38	43,68	45,91	48,26	50,54	52,83	55,10	57,41	59,67
200	33,02	35,07	37,10	39,16	41,14	43,24	45,27	49,35	49,35	51,41	53,43
250	30,36	32,24	34,09	35,97	37,78	39,70	41,56	43,44	45,30	47,19	49,04
300	28,34	30,09	31,81	33,56	35,24	37,03	38,76	40,51	42,24	44,00	45,72
350	26,74	28,38	30,01	31,65	33,23	34,91	36,54	38,18	39,81	41,47	43,09
400	25,43	26,99	28,52	30,08	31,58	33,18	34,72	36,28	37,82	39,39	40,93
450	24,33	25,81	27,28	28,76	30,19	31,72	33,19	34,68	36,15	37,65	39,12
500	23,85	25,30	26,73	28,18	29,58	31,07	32,52	33,97	35,41	36,88	38,32

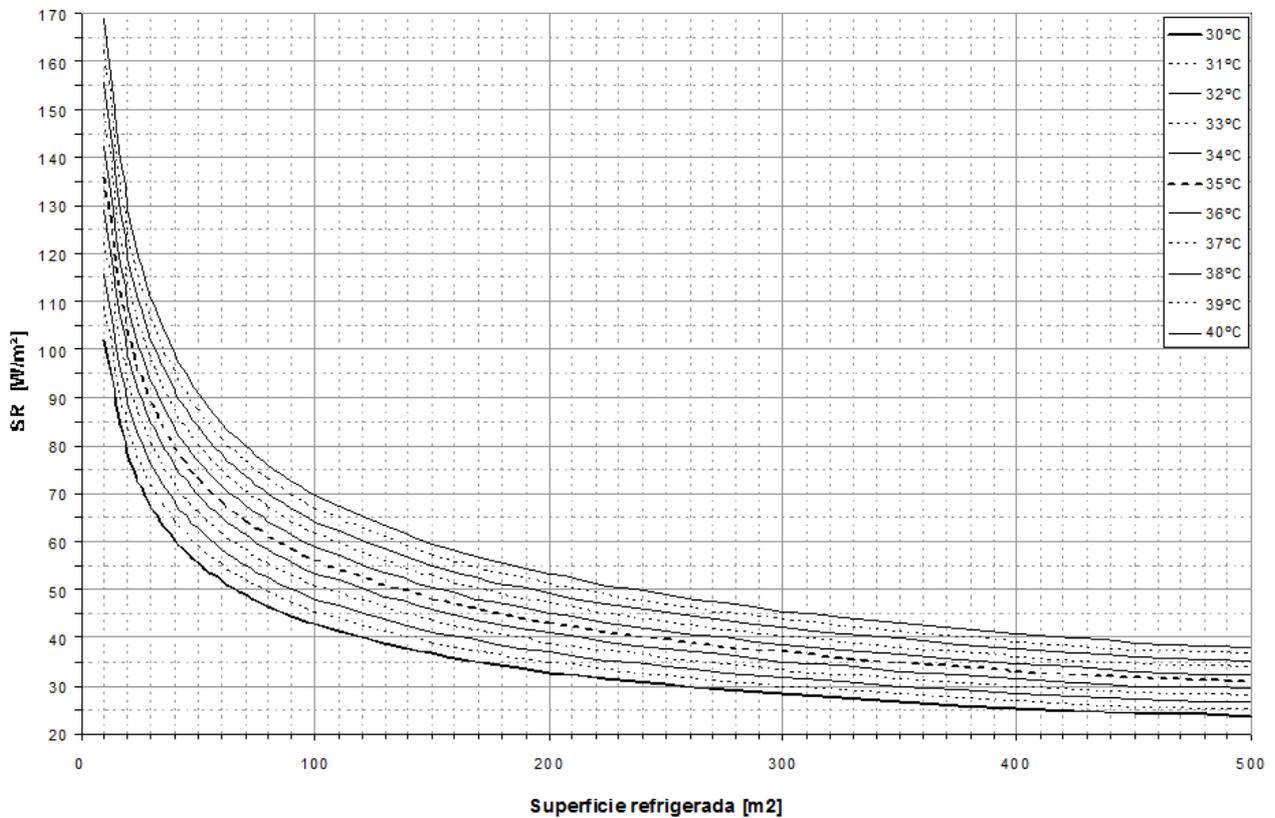


Figura 25: Curvas S_{Radm} (tipo casa)

Tabla 8-7: Valores de Q_{Radm} (tipo bloque), en W

Vol. m ³	Temperatura (°C)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1000	19543	20429	21308	22207	23098	24008	24911	25834	26749	27684	28611
1500	27071	28255	29430	30635	31832	33060	34278	35528	36769	38040	39302
2000	34294	35756	37208	38703	40188	41714	43231	44790	46340	47931	49512
2500	41314	43043	44761	46533	48294	50109	51913	53770	55617	57518	59408
3000	48191	50178	52153	54194	56223	58318	60401	62550	64687	66889	69080
3500	54958	57198	59424	61728	64019	66388	68744	71177	73598	76097	78582
4000	61640	64126	66598	69160	71708	74346	76970	79684	82385	85175	87951
4500	68251	70980	73694	76510	79311	82214	85103	88093	91069	94147	97210
5000	74803	77771	80723	83790	86841	90006	93156	96420	99668	103031	106378
5500	81305	84509	87697	91011	94309	97733	101141	104676	108194	111838	115467
6000	87763	91201	94622	98181	101723	105404	109068	112871	116657	120581	124488
6500	94183	97852	101504	105306	109091	113026	116944	121013	125064	129266	133450
7000	100569	104468	108348	112391	116416	120604	124774	129107	133422	137900	142359
7500	106925	111051	115158	119441	123704	128143	132564	137159	141736	146488	151221
8000	113254	117606	121938	126458	130959	135647	140316	145173	150010	155035	160041
8500	119557	124134	128690	133447	138183	143119	148036	153152	158249	163545	168822
9000	125838	130638	135417	140408	145379	150562	155725	161100	166454	172021	177568
9500	132098	137120	142120	147346	152549	157978	163386	169019	174630	180466	186281
10000	138339	143582	148802	154260	159696	165370	171021	176910	182778	188882	194965

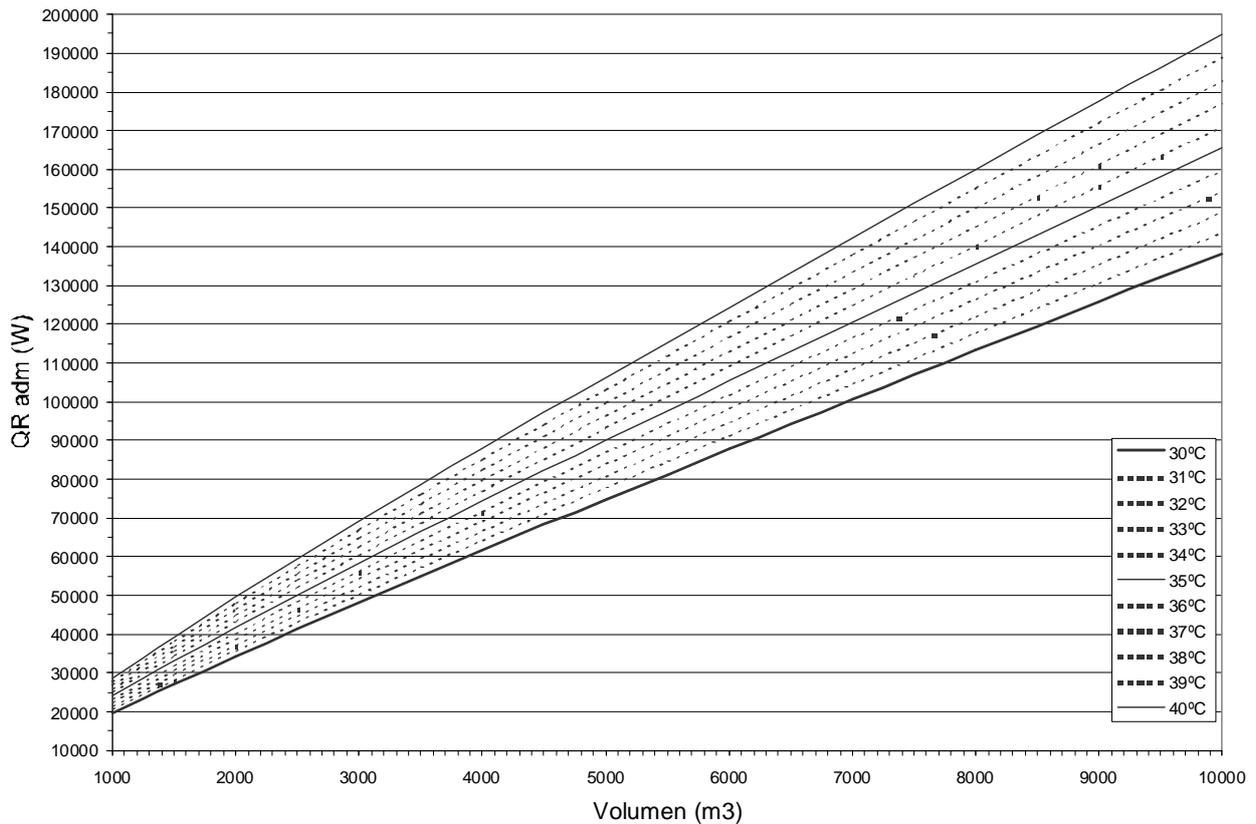


Figura 26: Curvas Q_{Radm} (tipo bloque)

Tabla 8-8: Valores de G_{Radm} (tipo bloque), en W/m^3

Vol. m^3	Temperatura ($^{\circ}C$)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1000	19,54	20,43	21,31	22,21	23,10	24,01	24,91	25,83	26,75	27,68	28,61
1440	18,05	18,84	19,62	20,42	21,22	22,04	22,85	23,69	24,51	25,36	26,20
2000	17,15	17,88	18,60	19,35	20,09	20,86	21,62	22,40	23,17	23,97	24,76
2500	16,53	17,22	17,90	18,61	19,32	20,04	20,77	21,51	22,25	23,01	23,76
3000	16,06	16,73	17,38	18,06	18,74	19,44	20,13	20,85	21,56	22,30	23,03
3500	15,70	16,34	16,98	17,64	18,29	18,97	19,64	20,34	21,03	21,74	22,45
4000	15,41	16,03	16,65	17,29	17,93	18,59	19,24	19,92	20,60	21,29	21,99
4500	15,17	15,77	16,38	17,00	17,62	18,27	18,91	19,58	20,24	20,92	21,60
5000	14,96	15,55	16,14	16,76	17,37	18,00	18,63	19,28	19,93	20,61	21,28
5500	14,78	15,37	15,94	16,55	17,15	17,77	18,39	19,03	19,67	20,33	20,99
6000	14,63	15,20	15,77	16,36	16,95	17,57	18,18	18,81	19,44	20,10	20,75
6500	14,49	15,05	15,62	16,20	16,78	17,39	17,99	18,62	19,24	19,89	20,53
7000	14,37	14,92	15,48	16,06	16,63	17,23	17,82	18,44	19,06	19,70	20,34
7500	14,26	14,81	15,35	15,93	16,49	17,09	17,68	18,29	18,90	19,53	20,16
8000	14,16	14,70	15,24	15,81	16,37	16,96	17,54	18,15	18,75	19,38	20,01
8500	14,07	14,60	15,14	15,70	16,26	16,84	17,42	18,02	18,62	19,24	19,86
9000	13,98	14,52	15,05	15,60	16,15	16,73	17,30	17,90	18,49	19,11	19,73
9500	13,91	14,43	14,96	15,51	16,06	16,63	17,20	17,79	18,38	19,00	19,61
10000	13,83	14,36	14,88	15,43	15,97	16,54	17,10	17,69	18,28	18,89	19,50

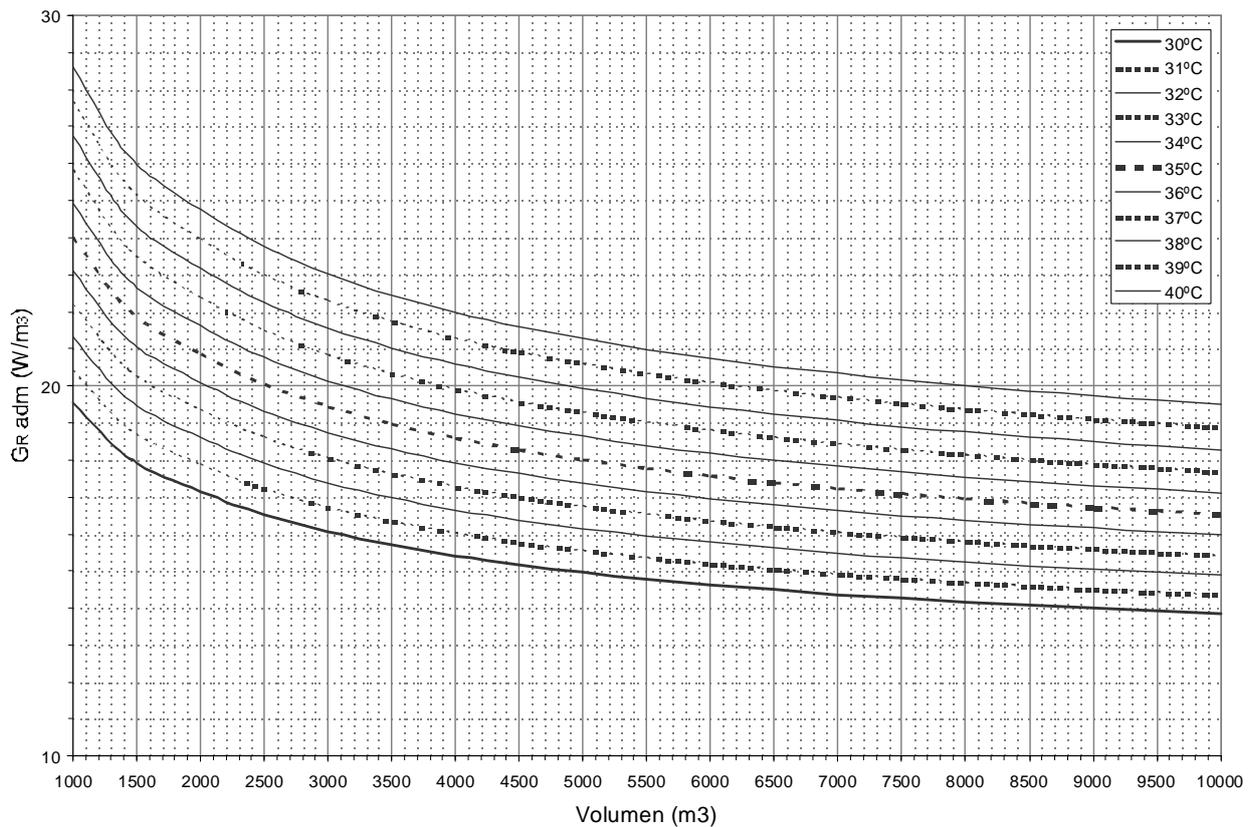


Figura 27: Curvas G_{Radm} (tipo bloque)

Tabla 8-9: Valores de S_{Radm} (tipo bloque), en W/m^2

Sup. m^2	Temperatura ($^{\circ}C$)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
100	50,82	53,09	55,34	57,64	59,93	62,27	64,59	66,97	69,33	71,74	74,13
150	47,93	50,01	52,07	54,19	56,29	58,46	60,60	62,80	64,99	67,23	69,46
200	45,98	47,93	49,87	51,87	53,85	55,89	57,92	60,01	62,08	64,21	66,33
250	44,52	46,38	48,23	50,13	52,03	53,98	55,92	57,92	59,91	61,96	63,99
300	43,36	45,15	46,93	48,76	50,58	52,47	54,34	56,27	58,20	60,18	62,15
350	42,41	44,14	45,85	47,63	49,39	51,22	53,04	54,92	56,78	58,71	60,63
400	41,60	43,28	44,94	46,67	48,39	50,17	51,94	53,77	55,59	57,47	59,35
450	40,90	42,53	44,16	45,84	47,51	49,26	50,98	52,77	54,56	56,40	58,23
500	40,28	41,88	43,46	45,11	46,75	48,45	50,15	51,90	53,65	55,46	57,26
550	39,73	41,29	42,85	44,46	46,07	47,74	49,40	51,12	52,84	54,62	56,39
600	39,23	40,77	42,29	43,87	45,45	47,10	48,73	50,42	52,11	53,87	55,61
650	38,78	40,29	41,78	43,34	44,89	46,51	48,12	49,79	51,45	53,18	54,90
700	38,37	39,85	41,32	42,86	44,38	45,98	47,56	49,21	50,85	52,55	54,25
750	37,99	39,45	40,90	42,41	43,91	45,49	47,05	48,67	50,29	51,98	53,65
800	37,64	39,07	40,50	41,99	43,48	45,03	46,57	48,18	49,78	51,44	53,10
850	37,31	38,73	40,13	41,61	43,07	44,61	46,13	47,72	49,30	50,95	52,59
900	37,00	38,40	39,79	41,25	42,69	44,21	45,72	47,29	48,85	50,48	52,11
950	36,71	38,10	39,47	40,91	42,34	43,84	45,33	46,88	48,43	50,05	51,66
1000	36,44	37,81	39,17	40,59	42,01	43,49	44,96	46,50	48,04	49,64	51,23

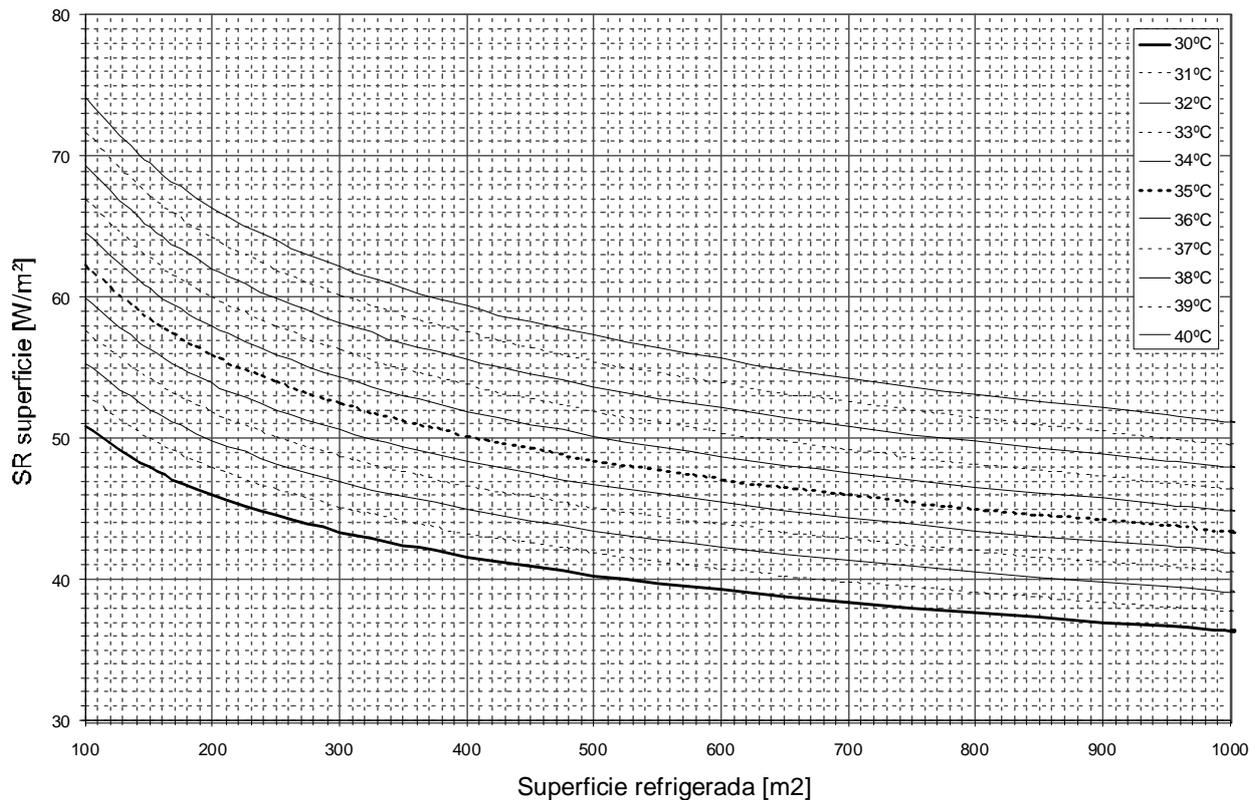


Figura 28: Curvas S_{Radm} (tipo bloque)

Tabla 8-10: Valores de Q_{Radm} (tipo torre), en W

Vol. m ³	Temperatura (°C)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1000	17174	18099	19017	19956	20888	21841	22787	23753	24712	25692	26665
1500	24682	26026	27361	28725	30080	31465	32840	34245	35641	37067	38483
2000	32190	33953	35704	37494	39272	41089	42894	44738	46570	48441	50301
2500	39698	41880	44047	46263	48463	50713	52947	55231	57499	59816	62118
3000	47206	49807	52390	55032	57655	60337	63001	65724	68428	71191	73936
3500	54714	57735	60733	63801	66846	69961	73054	76216	79357	82566	85753
4000	62222	65662	69076	72569	76038	79585	83108	86709	90285	93941	97571
4500	69730	73589	77419	81338	85230	89209	93161	97202	101214	105316	109389
5000	77239	81516	85762	90107	94421	98833	103215	107694	112143	116690	121206
5500	84747	89443	94106	98876	103613	108458	113268	118187	123072	128065	133024
6000	92255	97370	102449	107645	112804	118082	123322	128680	134001	139440	144842
6500	99763	105298	110792	116414	121996	127706	133375	139173	144930	150815	156659
7000	107271	113225	119135	125183	131187	137330	143429	149665	155859	162190	168477
7500	114779	121152	127478	133952	140379	146954	153482	160158	166787	173564	180295
8000	122287	129079	135821	142721	149571	156578	163536	170651	177716	184939	192112
8500	129795	137006	144164	151490	158762	166202	173589	181144	188645	196314	203930
9000	137303	144933	152507	160259	167954	175826	183643	191636	199574	207689	215748
9500	144811	152661	160850	169027	177145	185450	193696	202129	210503	219064	227565
10000	152320	160788	169194	177796	186337	195074	203750	212622	221432	230438	239383

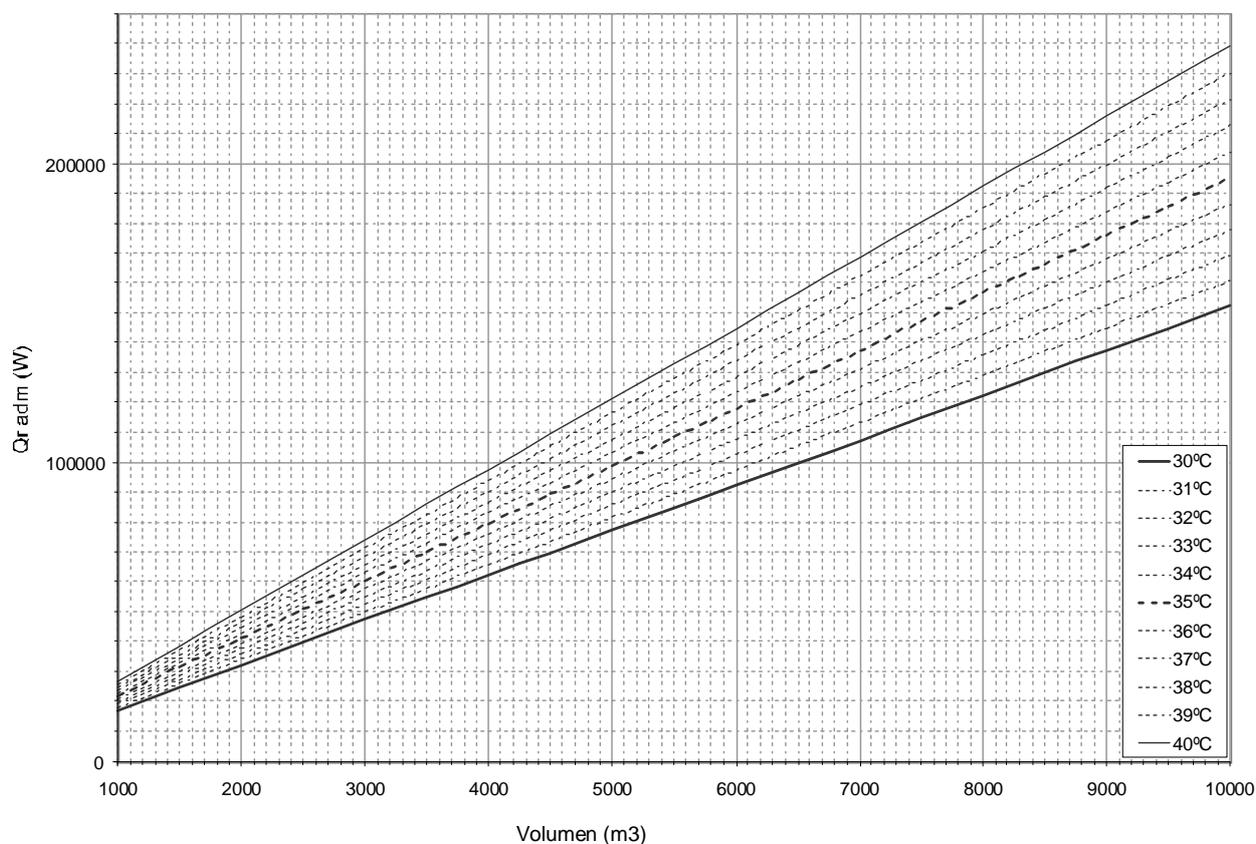


Figura 29: Curvas Q_{Radm} (tipo torre)

Tabla 8-11: Valores de G_{Radm} (tipo torre), en W/m^3

Vol. m^3	Temperatura ($^{\circ}C$)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
1000	17,17	18,10	19,02	19,96	20,89	21,84	22,79	23,75	24,71	25,69	26,67
1500	16,45	17,35	18,24	19,15	20,05	20,98	21,89	22,83	23,76	24,71	25,66
2000	16,09	16,98	17,85	18,75	19,64	20,54	21,45	22,37	23,29	24,22	25,15
2500	15,88	16,75	17,62	18,51	19,39	20,29	21,18	22,09	23,00	23,93	24,85
3000	15,74	16,60	17,46	18,34	19,22	20,11	21,00	21,91	22,81	23,73	24,65
3500	15,63	16,50	17,35	18,23	19,10	19,99	20,87	21,78	22,67	23,59	24,50
4000	15,56	16,42	17,27	18,14	19,01	19,90	20,78	21,68	22,57	23,49	24,39
4500	15,50	16,35	17,20	18,08	18,94	19,82	20,70	21,60	22,49	23,40	24,31
5000	15,45	16,30	17,15	18,02	18,88	19,77	20,64	21,54	22,43	23,34	24,24
5500	15,41	16,26	17,11	17,98	18,84	19,72	20,59	21,49	22,38	23,28	24,19
6000	15,38	16,23	17,07	17,94	18,80	19,68	20,55	21,45	22,33	23,24	24,14
6500	15,35	16,20	17,04	17,91	18,77	19,65	20,52	21,41	22,30	23,20	24,10
7000	15,32	16,17	17,02	17,88	18,74	19,62	20,49	21,38	22,27	23,17	24,07
7500	15,30	16,15	17,00	17,86	18,72	19,59	20,46	21,35	22,24	23,14	24,04
8000	15,29	16,13	16,98	17,84	18,70	19,57	20,44	21,33	22,21	23,12	24,01
8500	15,27	16,12	16,96	17,82	18,68	19,55	20,42	21,31	22,19	23,10	23,99
9000	15,26	16,10	16,95	17,81	18,66	19,54	20,40	21,29	22,17	23,08	23,97
9500	15,24	16,09	16,93	17,79	18,65	19,52	20,39	21,28	22,16	23,06	23,95
10000	15,23	16,08	16,92	17,78	18,63	19,51	20,37	21,26	22,14	23,04	23,94

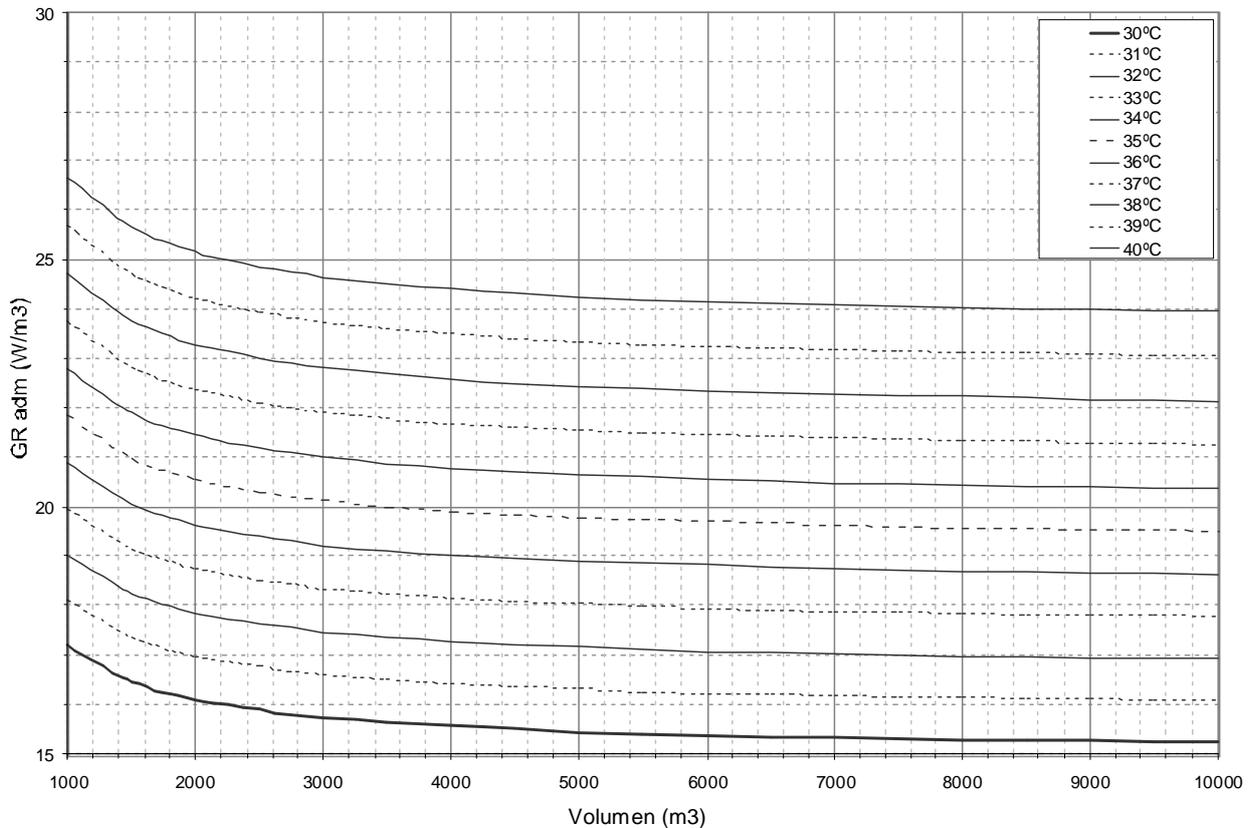


Figura 30: Curvas G_{Radm} (tipo torre)

Tabla 8-12: Valores de S_{Radm} (tipo torre), en W/m^2

Sup. m ²	Temperatura (°C)										
	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
300	46,37	48,87	51,35	53,88	56,40	58,97	61,52	64,13	66,72	69,37	72,00
500	44,43	46,85	49,25	51,70	54,14	56,64	59,11	61,64	64,15	66,72	69,27
700	43,46	45,84	48,20	50,62	53,02	55,47	57,91	60,40	62,87	65,40	67,91
900	42,87	45,23	47,57	49,96	52,34	54,77	57,18	59,65	62,10	64,60	67,09
1100	42,49	44,83	47,15	49,53	51,89	54,30	56,70	59,15	61,58	64,07	66,54
1300	42,21	44,54	46,85	49,22	51,57	53,97	56,36	58,80	61,22	63,69	66,15
1500	42,00	44,32	46,63	48,98	51,33	53,72	56,10	58,53	60,94	63,41	65,86
1700	41,84	44,15	46,45	48,80	51,14	53,53	55,90	58,32	60,73	63,19	65,63
1900	41,71	44,02	46,31	48,66	50,99	53,37	55,74	58,15	60,56	63,01	65,45
2000	41,60	43,91	46,20	48,54	50,86	53,24	55,60	58,02	60,42	62,87	65,30
2200	41,51	43,82	46,10	48,44	50,76	53,14	55,49	57,91	60,30	62,75	65,18
2400	41,44	43,74	46,02	48,36	50,68	53,05	55,40	57,81	60,20	62,65	65,07
2600	41,38	43,67	45,95	48,28	50,60	52,97	55,32	57,73	60,12	62,56	64,98
2800	41,32	43,61	45,89	48,22	50,54	52,90	55,25	57,66	60,04	62,48	64,91
3000	41,27	43,56	45,84	48,17	50,48	52,85	55,19	57,59	59,98	62,42	64,84
3100	41,23	43,52	45,79	48,12	50,43	52,79	55,14	57,54	59,92	62,36	64,78
3300	41,19	43,48	45,75	48,08	50,39	52,75	55,09	57,49	59,87	62,31	64,72
3500	41,16	43,44	45,72	48,04	50,35	52,71	55,05	57,45	59,83	62,26	64,68
4000	41,13	43,41	45,68	48,01	50,31	52,67	55,01	57,41	59,79	62,22	64,63

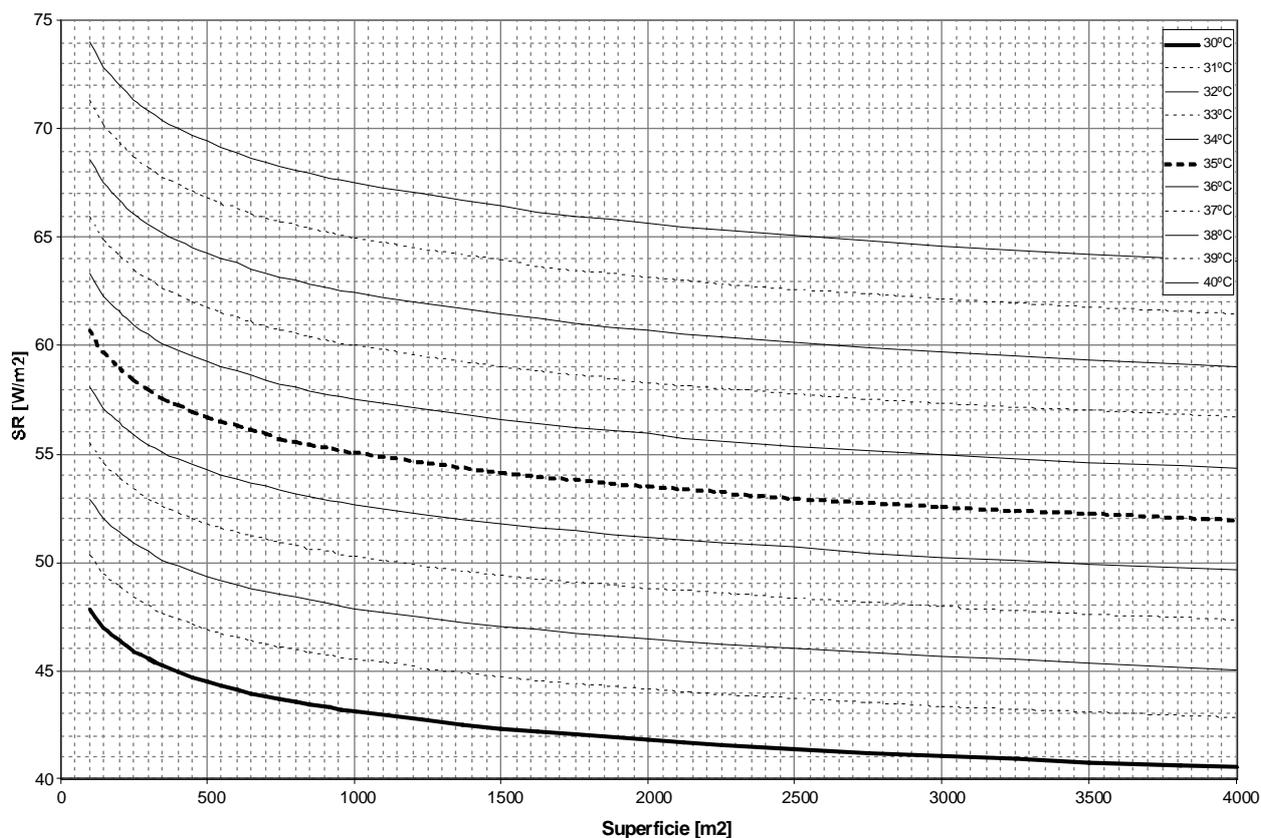


Figura 31: Curvas S_{Radm} (tipo torre)

Conclusión

Al inicio de la investigación se consideraba al AMBA + GLP como una gran mancha urbanizada donde podían reconocerse zonas en función de usos, densidad poblacional y habitacional, regulados por planes urbanos y puestos en práctica por códigos municipales de edificación.

La necesidad de comprender y desagregar dicho tejido urbano con fines energéticos llevó a la realización de un análisis tipológico. Se construyeron tipos edificatorios para los sub-sectores residencial y administrativo, en particular hospitales y edificios oficinas.

Mediante auditorías globales se tendió a la construcción de matrices con el fin de validar los tipos construidos y evaluar el comportamiento de los *dtu* (diferenciales de tejido urbano). Este análisis mostró que con el correr de los años la eficiencia energética decrecía con diversa pendiente. Ineficiencia más acelerada en el sub-sector residencial y algo menor en el sub-sector administrativo.

En los años ´70 con la crisis del petróleo hubo una preocupación por parte de organismos como la Secretaría de Energía de la Nación o la Subsecretaría de Vivienda de la Nación que por una parte financiaron proyectos de investigación que en algunos casos se convirtieron en Normas. Estas normas fueron de cumplimiento obligatorio en viviendas de interés social hasta que en los ´90 se implementó la desregulación y descentralización. Se llegó a la paradoja que la demanda de energía crecía a mayor velocidad que la población.⁽¹⁾

Pero curiosamente en los países desarrollados, principalmente Europa, se daba la situación inversa. A mayor crecimiento poblacional menor demanda de energía, impulsado por estrictas regulaciones a la construcción. Salvo España, que a pesar de un gran esfuerzo de regulación impulsado desde el *IDAE* todavía no consigue revertir la tendencia positiva o al menos estabilizarla.

Esta preocupación devenida en problema de investigación, llevó a trabajar en dos campos: el conocimiento del comportamiento del hábitat por una parte y la relación con el medio mediante difusión y transferencia de resultados.

⁽¹⁾ Rosenfeld, Elias . 2007. Las interacciones entre la energía y el hábitat en la Argentina. EdUNLP. Tesis doctoral en ciencias, área energías renovables, Salta, 2005.

Lamentablemente la investigación muestra que prácticamente la totalidad del hábitat construido nacional es energéticamente ineficiente. Esta ineficiencia crónica y creciente en el tiempo genera un derroche de energía en particular en fuentes no renovables. Principalmente debido a que desde hace 50 años la Argentina es netamente dependiente de combustibles fósiles (gas natural, petróleo y derivados) y todavía no hay políticas suficientemente activas e intensas que busquen reducir dicha dependencia.

Se ha discutido que el modo de construir es relativamente constante en todo el país, y la variable es el consumo de energía.

Debiéramos tender a que el modelo de construcción sea variable y el consumo debiera ser constante en cualquier punto del país. Parece una utopía pero en los casos analizados en el capítulo 6 se muestra que esto podría ser factible.

Desde hace dos décadas y de forma creciente se subsidia el consumo de energía, devenido en derroche, y no la eficiencia energética. Principalmente a la población patagónica que aunque de poco peso en la demanda total implica un ejemplo de lo que no debe hacerse. Esta perturbación se mostró en el Capítulo 3 con datos oficiales.

También se discutió que un edificio eficiente no implica condicionar el diseño formal y prueba de esto es el caso 2 del capítulo 6, materializado en la ciudad de La Plata.

Debemos volver a preguntarnos ¿cómo revertir esta insustentable tendencia? Posiblemente un camino sea hacer de uso obligatorio los modelos de ahorro de energía desarrollados en el Capítulo 8. Pero para esto los estándares debieran ser obligatorios y no voluntarios como en la actualidad.

En diversos foros funcionarios del estado han manifestado que en el país no hay normas o están desactualizadas. No solo no es verdad sino que se busca que se mantengan actualizadas y se les menciona que su trabajo debe ser hacer cumplir dichas normas. La respuesta es que no está en sus manos esta posibilidad. Surge una nueva pregunta ¿de quien es esta responsabilidad? Y regresa como respuesta la necesidad de leyes u algún otro tipo de regulación a nivel nacional y provinciales.

Pues bien, estas leyes existen, están vigentes aunque no cuentan con decretos reglamentarios. Y ¿cuál es el impedimento?... diversos actores sociales con poder de decisión que evitan todo tipo de cambio o modificación del modelo de desarrollo insustentable.

Esto ha sido extensamente tratado (Rosenfeld, 2007) y fundamentado y se ha propuesto un modelo de desarrollo basado en la calidad de vida urbana. También se encontró que hay dos Argentinas, una de medio a alto nivel económico que cuenta con acceso a todos los servicios y otra de medios a bajos recursos que, o no cuenta con los servicios básicos, o estos son de baja calidad.

Pero la constante es la baja calidad de la envolvente térmica, con independencia del sector social que analicemos. Y que deriva en crecientes consumos de energía apoyados en un concepto de *confort consumista* que se opone al concepto de *habitabilidad*.

Esto se mostró en el caso 1 del Capítulo 6 cuando se audita una vivienda del plan Federal

2 en una apartada localidad del oeste bonaerense y donde solo pueden calefaccionar con EE y las temperaturas medias de invierno apenas alcanzan los 13°C con una media exterior de 8°C. Tal como están materializadas y a pesar de encuadrarse dentro de lo que se da en llamar “viviendas dignas” no es posible brindarles habitabilidad cuando no hay redes de GN. Dado que no se encuentran en la Patagonia, tampoco pueden acceder a subsidios. Entonces la variable de ajuste es la salubridad del aire interior que termina afectando a la sociedad.

Aquí también se valida una de las hipótesis sobre la posibilidad de modificar el diseño tecnológico a fin de lograr un mínimo grado de habitabilidad higrotérmica. En el caso 1 se muestra que mediante el diseño ambientalmente consciente es posible una buena habitabilidad en los momentos más crudos del invierno y el verano, con mínimo aporte de energía adicional o implementando estrategias del diseño solar pasivo. Es posible conseguir una amplitud térmica interior cercana a los 2°C con temperaturas interiores medias de 15°C en invierno y en verano en 26°C.

Desde los primeros trabajos realizados en los ´90 a los más recientes, se indica que a pesar de haberse actualizado y creado nuevas normativas para aminorar el gasto de energía en funcionamiento de los edificios para habitación humana, ha sido a la fecha inútil.

El poder haber participado en el tiempo en diversos foros con diversos actores del hábitat, se muestra una fuerte resistencia a invertir en eficiencia. Hasta el presente no solo se ha subsidiado la ineficiencia energética edilicia sino que esta ineficiencia se ha extendido a escala territorial. Recién a principios de este año el ENARGAS convocó a un reducido grupo de referentes, entre los cuales me encontraba, a una tormenta de ideas para ver que caminos podían seguirse para tender a contener la creciente ineficiencia de las construcciones.

Producto de esto el 5 de agosto del 2009 se crea el subcomité de Eficiencia Energética Edilicia y comienza a debatirse el esquema de Norma IRAM 11900 para el etiquetado energético de edificios. Solo el tiempo dirá si se efectivizará su aplicación.

En el Capítulo 2 se propuso como objetivo principal el desarrollo de un método de análisis y modelización energético-ambiental de la edilicia urbana basado en técnicas de auditoría y procedimientos estadísticos multivariados.

Este objetivo se consiguió y está volcado en la tesis, donde también se expresa que no hubiera sido posible sin la interacción con un equipo de investigación de excelencia. Tampoco hubiera sido posible sin el continuo financiamiento de diversos organismos como la UNLP, el CONICET, la ANPCyT, la Secretaría de Energía de la Nación, entre otros.

En lo específico se decía que la complejidad del universo de análisis era tal que por una parte debía segmentarse y tipificarse los *dtu* y por otra construir herramientas de análisis y simulación que también permitieran el diseño asistido por computadora para el mejoramiento energético de los casos y/o tipos en estudio. Este objetivo se cumplió con el desarrollo del *EnergoCAD* primero y el *AuditCAD* luego.

Asimismo que todo el trabajo permitiera dejar la información sistematizada en bases de datos, objetivo que también se cumplió.

Quizá el objetivo específico de mayor complejidad era la construcción de un modelo de ahorro de energía en calefacción y refrigeración de alcance nacional pero los resultados pueden encontrarse en el Capítulo 8. De ser obligatorios estos modelos podrían revertir la tendencia histórica de derroche energético de nuestro país.

En este punto nos encontramos con la incertidumbre de saber cual es el nivel de derroche de energía y que posibilidad hay de contenerla con fines de generar un *yacimiento potencial de ahorro de energía*.

Se trabajó al respecto en cooperación con el ENARGAS preocupado en revertir la tendencia histórica bajo el presupuesto de saber comparativamente que relación hay entre un valor medio nacional de consumo medido por ellos y que valor surge con un análisis centrado en la demanda mediante el modelo tipológico propuesto en esta tesis.

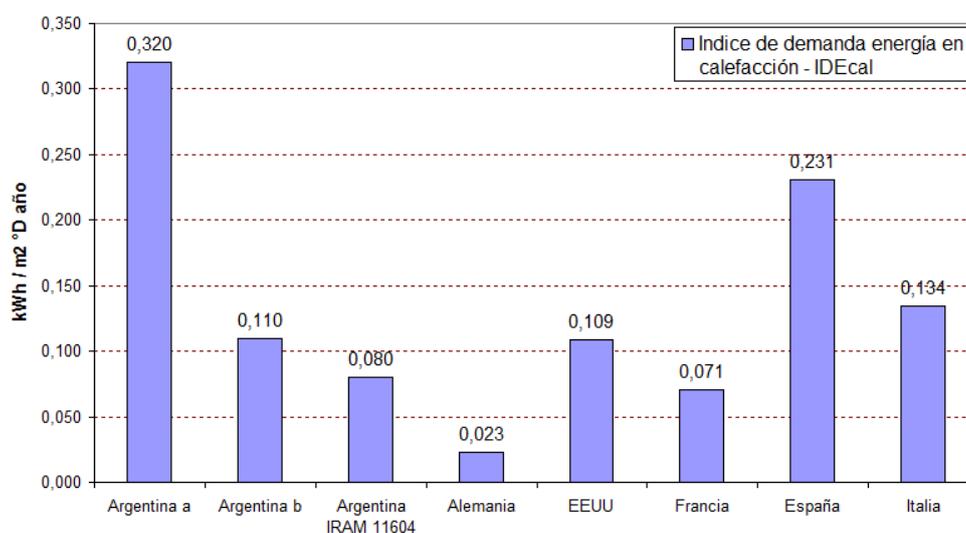


Figura 9-1: Comparación de la demanda de energía en viviendas tipo medias de Argentina y otros países. Fuente: Elaboración propia.

Mientras el *ENARGAS* determinó que el consumo medio diario de *GN* en viviendas es de $0,56 \text{ m}^3/\text{°C día}$ el modelo desarrollado arroja un valor algo superior de $0,73 \text{ m}^3/\text{°C día}$. Esto muestra varias cosas: por una parte el valor medio de *ENARGAS* es un 30% inferior al obtenido por esta tesis mediante auditorías, e implica que se calefacciona menos de lo que se ha encuestado.

Otra posibilidad es que la muestra auditada tiene una tendencia hacia sectores económicos medios a medios altos, lo cual implica que es significativo el impacto de los sectores de bajos recursos que habitan viviendas de similares características tanto en dimensiones como en sistemas constructivos.

La diferencia es que los sectores sociales medios bajos y bajos consumen menos y esto solo se puede lograr por menor tiempo de calefacción, menor superficie calefaccionada y por ende temperaturas medias interiores muy por debajo de un confort a 18°C . Entre otras posibles hipótesis.

Otro interrogante surge cuando hablamos de derroche energético y la figura 9-1 sintetiza varias cuestiones:

-
- **Argentina a** representa lo que debiera consumirse para mantener las viviendas a 18°C y es claro que prácticamente triplica el valor de Argentina b.
 - **Argentina b** representa lo que realmente se consume y es mucho menos de lo que debiera consumirse. Esto implica que, con el modelo de construcción tradicional vigente se condena a que los habitantes nunca alcancen condiciones de habitabilidad higrotérmica. Salvo, desde ya, que cuenten con los recursos económicos para hacerlo. Curiosamente *Argentina b*, a fuerza de no alcanzar condiciones de confort adecuados, es comparable con consumos medios de EE.UU., Francia o Italia.
 - **Argentina IRAM 11604** o lo propuesto en el modelo de ahorro de energía en calefacción del Capítulo 8 también es comparable con los países citados e inferior en un 27,3% de *Argentina b*, pero con confort a 18°C.

Pero los estándares propuestos en esta tesis están lejos de las exigencias de Alemania que primero buscaron contener la demanda, luego fueron en busca de impulsar edificios de baja energía y hoy comienzan a exigir edificios de energía cero o energía plus.

Esto implica una revolución en el modo de entender a un edificio como sistema energético como se mostró en el Capítulo 4. Allí decíamos que un edificio puede entenderse como un sistema en el que deben ingresar vectores energéticos para mantenerlo funcionando y luego de ser usado en diversos servicios, emitir desechos al ambiente en forma de calor, gases, líquidos o sólidos.

Un modelo "sustentable" busca que el *edificio sistema* minimice el uso de vectores energéticos y servicios y mantenga sus condiciones de habitabilidad alimentando a los sistemas urbanos.

Implica romper el modelo de dependencia del territorio, para pasar a que cada *dtu* genere más recursos de los que demanda, minimizando el impacto ambiental local, regional y global.

Esta es la tendencia actual y es la reflexión hacia donde debe continuar la línea de trabajo iniciada hace dos décadas.

Referencias bibliográficas

Capítulo 1:

- ADEME 2007. Qualité Environnementale des batiments. En Manuel a l'usage de la maitrise d'ouvrage et des acteurs du batiment. Valbonne, France. [www.ademe.fr]
- AFNOR. Performance thermique des bâtiments. Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage. Bâtiments résidentiels. Norma europea, versión francesa. PrEN 832:1994.
- ASHRAE Fundamentals. 1977.
- Barton, A. 1985. Concepto de espacio de atributos en Sociología, en Metodología de las Ciencias Sociales, Vol.1., Edit. Laia, Barcelona.
- Cedric Green. 1988. CAD and Thermal Design Methods, de las Actas del PLEA'88, Porto, Portugal.
- Harvey, D. 1983. Teorías, leyes y modelos en geografía. Versión española de G.L.Rodrigo. Alianza Editorial, Madrid.
- Hughes, M; Griffon, B.; y Bouveyron, C. 1988. Segmentación y Tipología, Edit. Saltés, Madrid.
- INDEC 2005. Anuario estadístico de la República Argentina. Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. Buenos Aires.
- IRAM 11604. 2001. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. Buenos Aires.
- IRAM 11659-1. 2006. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de verano. Buenos Aires.
- IRAM 11659-2. 2007. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Edificios para viviendas. Buenos Aires.
- Laponche, B. 1988. Una Conception Globale de la Politique de Maitrise de l'Energie, Revue de l'Energie N°404, París, Francia.
- Rosenfeld E. y Czajkowski J. 1992. Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático. Edit FAU, La Plata.
- Rosenfeld, E., Discoli C., Czajkowski J., San Juan G., Ferreyro C. 1996. Reducción de la contaminación urbana por ahorro energético en el sector residencial. El caso del área metropolitana de Buenos Aires, Argentina. Actas ASADES'19, Mar del Plata. Pág 08.5-8.
- Rosenfeld, E., Discoli C., Czajkowski J., San Juan G., Ferreyro C. 2000. Consumo energético y URE en los sectores residencial y terciarios metropolitanos. La aglomeración del gran La Plata. Revista Avances en energías renovables y medio ambiente. ISSN 0329-5184. Volumen 4, Nro 2, pág 07.35
- Rosenfeld, E. 2007. Las interacciones entre la energía y el hábitat en la Argentina. EdUNLP, La Plata. ISBN 978-987-595-048-1.

-
- Roux, J.J.; Depecker, P.; Krauss, G.. 1988. Pertinence and Performance of a Thermal Model Adapted to a CAD Context. Actas del PLEA' 88, Porto, Portugal.

Capítulo 3:

- BEN-MECON. 2005. Balance Energético Nacional. Secretaría de Energía de la Nación. Ministerio de Economía de la Nación. Buenos Aires.
- Czajkowski J. 1991. Tipologías de viviendas para el análisis energético urbano en el área metropolitana de Buenos Aires. Informe final beca pre iniciación CONICET. La Plata.
- Czajkowski, J; Corredera, C; Díaz, C. y Merro, D. 2006. Comportamiento higrotérmico de la casa Curutchet de Le Corbusier en La Plata, Buenos Aires, Argentina. Actas ENTAC 06. Florianópolis, Brasil.
- DiNIECE - Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa. Relevamiento Anual 2007. [<http://diniece.me.gov.ar/images/stories/diniece/anuarios/anuario2007.zip>]
- ENARGAS, 2008. Ente Nacional Regulador del Gas. Buenos Aires.
- Filippin, C. y Bernardós, J. 1995. Evaluación energética de un sector de las viviendas de interés social de la Ciudad de Santa Rosa. Actas ASADES'18, San Luis, Pág 02.69-76.
- Filippin, C. et Al. 1995. Evaluación tipológica, tecnológica y energética de viviendas de interés social en base a técnicas estadísticas multivariadas. Actas ASADES'18, San Luis, Pág 02.45-52.
- Filippin, C. 1999. Tipologías edilicias escolares en distintas localizaciones geográficas de la pampa. Un análisis estadístico del consumo energético. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 3/1999. ASADES, Salta. ISSN 0329-5184.
- IAS/FABA, 1979. Programa CESAD. Modelo climático energético de la zona templada húmeda. En libro: *Conjuntos habitacionales con energía solar*. Páginas 152-153. Edit, Summa, Buenos Aires.
- INDEC, 2005. Op cit.
- IRAM 11549. 1993. Acondicionamiento térmico de edificios. Vocabulario. Buenos Aires.
- IRAM 11603. 1996. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. Buenos Aires.
- Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología. Secretaría de educación. Subsecretaría de Equidad y Calidad. Dirección Nacional de Información y Evaluación de la Calidad Educativa. Relevamiento Anual 2003.
- MECyT. 2003. Criterios y normativa básica de arquitectura escolar. Buenos Aires.
- San Juan, G. et Al 1996. Evaluación del funcionamiento energético y habitabilidad higrotérmica de la red tipológica de edificios de educación de la provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'19, Mar del Plata, Pág 02.17-20.
- San Juan G. , Hoses S. , González D. 2000. Sensibilidad de variables edilicias y energéticas de tipologías edilicias escolares en dos situaciones regionales de nuestro país. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente 4/2000. ASADES, Salta. ISSN 0329-5184.
- SiNIE - Sistema Nacional de Indicadores Educativos. 2003. Dirección Nacional de Educación y Calidad Educativa. Ministerio de Educación. Presidencia de la Nación. Buenos Aires. [<http://diniece.me.gov.ar/externo/download.php?archivo=sistema%20nacional%20de%20indicadores%20educativos.pdf>]

Capítulo 4:

- AFNOR. Performance thermique des bâtiments. Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage. Bâtiments résidentiels. Norma europea, versión francesa. PrEN 832:1994.

-
- ASHRAE Handbook. 1978 Applications. Pp.7/2.
 - Audibaires - Proyecto Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas en el Área de Capital Federal y Gran Buenos Aires. 1985-9. IAS, Instituto de Arquitectura Solar La Plata. La Plata.
 - Clark, William H. Análisis y gestión energética de edificios. Métodos, proyectos y sistemas de ahorro energético. *Edit Mc Graw Hill*. Madrid, 1998.
 - Cole, R. y Rousseau, D. Environmental auditing for building construction: Energy and air pollution indices for building materials. *Building and Environment*, Vol.27, N°1, pp. 23-30, 1992.
 - Czajkowski, J y Rosenfeld, E. 1990. Resultados del análisis energético y de habitabilidad higrotérmica de las tipologías del sector residencial urbano del área metropolitana de Buenos Aires. *Actas 14ª Reunión de Trabajo de ASADES*. Pág 131-136. Mendoza.
 - Czajkowski Jorge y Rosenfeld Elías. 1990. Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético. *Actas de la 14ª Reunión de trabajo de ASADES*. Mendoza.
 - Czajkowski, J. 1992. Base de datos tipológica y proceso CAD para la simulación de alternativas edilicias y control de la red tipológica. Aplicación a la racionalización energética del hábitat bonaerense. Informe Final de beca de Iniciación CONICET, La Plata.
 - Czajkowski J. y Rosenfeld E. 1992. ENERGOCAD. Sistema informatizado para el diseño bioclimático de alternativas edilicias. *Actas 15º Reunión de Trabajo de ASADES*. 1º Encuentro Nacional de la International Asociation for Solar Energy Education. Catamarca.
 - Czajkowski, J. 1994. Base de datos tipológica de salud y técnicas CAD para el perfeccionamiento de alternativas edilicias. *Informe Final Beca Perfeccionamiento CONICET*. La Plata.
 - Czajkowski, J. 1999. Desarrollo del programa AuditCAD para el análisis de edificios a partir de auditorías ambientales. *Revista Avances en energías renovables y medio ambiente*. ISSN 0329-5184. Pág. 08-5 a 8. Vol 3. Nro 2.
 - Czajkowski J, Corredera C y Saposnik M. 2003. Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según EnergoCAD y consumos reales en viviendas unifamiliares del gran La Plata. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 7, Tomo 1, 6 Pág.
 - Czajkowski, J. y Brázzola, R. 2005. Auditorías energéticas en viviendas de interés social en Oberá, Misiones. Situación de verano. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 9, Tomo 1, 6 Pág.
 - Czajkowski, J; Corredera, C; Díaz, C y Merro, D. 2006. Comportamiento higrotérmico de la casa Curutchet de Le Corbusier en La Plata, Buenos Aires, Argentina. *Actas ENTAC 06*. Florianópolis, Brasil.
 - Cristian Díaz y Czajkowski Jorge. 2003. Comportamiento térmico en viviendas populares en Tierra del Fuego (Argentina). *Actas VII Encontro Nacional e III Encontro Latino-Americano sobre Conforto no ambiente Construido y III Conferencia Latinoamericana sobre confort y Comportamiento Térmico de Edificaciones*. Curitiba, Brasil.
 - Díaz, C. Corredera, C y Czajkowski, J. 2005. Resultados de mediciones de confort higrotérmico en viviendas de interés social en Tierra del Fuego. Campaña de verano. *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 9, Tomo 1, 5 Pág.
 - Discoli Carlos y Rosenfeld Elías. Método de diagnóstico temprano de la gestión energética en edificios de salud. *Actas de la 14ª Reunión de trabajo de ASADES*. Mendoza, abril 1990.
 - EHaHuCH - Edificios para habitación humana en climas húmedos. Evaluación y propuesta de medidas para la mitigación del cambio climático. Proyecto Acreditado 11/U079. Cátedra Instalaciones Czajkowski-Gómez-FAU-UNLP. La Plata, 2006-09.
 - EREN - Ente regional de la energía de Castilla y León. 2001. Manual de procedimiento para la realización de auditorías energéticas en edificios. Sorles, España.

-
- Evans J.M. et al. 1997. Confort Térmico y demanda energética en edificios. Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. pags. 586.
 - Filippi, M ; Aghemo, C. 1996. Comfort as Design Parameter in Architect Education. Dipartimento di Energetica, Politecnico di Torino, Italy.
 - Gestión Inteligente de los recursos energéticos en edificios de las redes de los sectores residencial y terciario 1 y 2. Proyecto Acreditado UNLP. UI N°2. IDEHAB-FAU. La Plata, 1998-01; 2001-05.
 - Givoni, B. Models of Passive Cooling System. Actas PLEA'88 Energy and Buildings for Temperate Climates. Pergamon Press. Porto, Portugal, 1988. Pág 521-526.
 - IRAM-ISO. Sistemas de gestión ambiental. Directivas generales sobre principios, sistemas y técnicas de apoyo. Norma IRAM-ISO 14004, diciembre 1996.
 - IRAM-ISO. Sistemas de gestión ambiental. Especificaciones y directivas para su uso. Norma IRAM-ISO 14001, diciembre 1996.
 - IRAM-ISO. Auditorías ambientales. Criterios para la calificación de auditores. Norma IRAM-ISO 14012, diciembre 1996.
 - IRAM-ISO. Auditorías ambientales. Procedimientos de auditorías de sistemas de gestión ambiental. Norma IRAM-ISO 14011, diciembre 1996.
 - IRAM-ISO. Auditorías ambientales. Principios generales para su realización. Norma IRAM-ISO 14010, diciembre 1996.
 - ISO. Environmental performance evaluation. Draft ISO/CD 14031.2, 1997.
 - MAE - Modelización ambiental edilicia. La transferencia como problema en la interacción investigación-medio. Proyecto Acreditado 11/U059. Cátedra Instalaciones Czajkowski-Gómez-FAU-UNLP. La Plata, 2001-05.
 - Mejoramiento BsAs - Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del hábitat Bonaerense. UI N°2. IDEHAB-FAU-UNLP. PID CONICET. La Plata, 1989-91.
 - PIGUR - Programa Informatizado de Gestión Urbana y Regional. PID-BID-CONICET. UI N°2. IDEHAB-FAU-UNLP. La Plata, 1993-95.
 - Río Turbio - Plan de Conservación de la Energía en la Micro-región de Río Turbio, Provincia de Santa Cruz. UI N°2. IDEHAB-FAU-UNLP. Secretaría de Energía de la Nación. La Plata, 1988-90.
 - Rosenfeld, Elias et al. 1986. Plan piloto de evaluaciones energéticas en viviendas del área metropolitana. Actas 11ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 9-12.
 - Rosenfeld, E. et Al 1993. Pautas para mejorar la habitabilidad higrotérmica en la provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'16, La Plata. Pág 81-86.
 - Rosenfeld E. y Czajkowski J. 1992. Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático. *Publicado por el Instituto de Estudios del Hábitat. Facultad de Arquitectura y Urbanismo.* UNLP. La Plata.
 - Sayigh A y Hamid M. 1998. Thermal Comfort and the development of bioclimatic concept in building design. In Architecture, Comfort and Energy. ISBN: 0-080-43004-X.
 - Thumann, Albert. Handbook of Energy Audits. *The Fairmont Press, Inc.* USA, 1998.
 - UREAM - Políticas de uso racional de la energía en áreas metropolitanas y sus efectos en la dimensión ambiental. PIP-CONICET. UI N°2. IDEHAB-FAU-UNLP. La Plata, 1997-99.
 - UREAM2. PICT 98-ANPCyT. UI N°2. IDEHAB-FAU-UNLP. La Plata, 1999-01.
 - Yarke, E. Et al. 1988. Diagnóstico del comportamiento energético de viviendas urbanas y rurales localizadas en los parques nacionales Lanin y Nahuel Huapi. Actas ASADES'13, Salta. Pág 253-262.

Capítulo 5:

- Czajkowski, J. 1989. Tipologías de Edificios del Sector Residencial y Terciario para el Análisis Energético Urbano del Area Metropolitana. Informe Final CONICET.
- Czajkowski, J. 1992. Base de datos tipológica y proceso CAD para la simulación de alternativas edilicias y control de la red tipológica. Aplicación a la racionalización energética del habitat bonaerense. Informe Final de beca de Iniciación CONICET, La Plata.
- Czajkowski J. 1992. Tabla de datos bioclimáticos correspondiente a 164 localidades de la República Argentina. Publicado como antecedente de la Norma Esquema 2-IRAM 11603/1992 *Clasificación bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires.
- Discoli, C. 1990. Metodología para el control de la gestión energética - productiva del habitat. Subsector salud. Informe beca de Formación Superior de CONICET, La Plata.
- Discoli, C. et al. 1993. Sistema Informatizado para el Control de Gestión en la Infraestructura de Salud. Expuesto en las Primeras Jornadas de Informática Médica. La Plata
- Rosenfeld, E. 1981. Programa CESAD. Modelo climático energético de la zona templada húmeda. IAS-FIPE, La Plata.
- Rosenfeld E. 1987. AUDIBAIRES, Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la zona de Capital Federal y Gran Buenos Aires. Informe Final. IAS-FIPE, La Plata.
- Rosenfeld, E. et al. 1988. Plan Integral Para la Conservación de la Energía en la Micro-región de Río Turbio. Informe Ejecutivo. IDEHAB-FAU-UNLP.
- Rosenfeld E. et al. 1991. PIGUR, Programa Informatizado de Gestión Urbana y Regional. Proyecto PID-BID CONICET (1991)

Capítulo 6:

- Blasco Lucas I.; Albarracín O.; Hoes L. 2000. Procedimiento de evaluación bioclimática de viviendas. Revista Avances en energías renovables y ambiente. Vol 4, Nro 1.
- Casabianca, G y Evans, M 1990. La envolvente solar: El derecho al sol en los códigos de ordenamiento urbano. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Pág. 55-60.
- Cortés,A. 1996. Posibilidades de la Tierra Cruda en la construcción en la Zona Pampeana. Uso de la Energía Solar. Actas de la 19º Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar, T.I., 02.1, Mar del Plata
- Cortés,A. 1996. Ensayos para el Aprovechamiento de Tierra Cruda en la construcción con utilización de Energía Solar en la Zona Pampeana. Revista Energías Renovables y Ambiente. Volumen 1. ISSN 0328-932X
- Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. 1990. Op cit.
- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld E. 1993. Condiciones higrotérmicas mínimas de muros y techos para la Provincia de Buenos Aires. 16a Reunión de Trabajo de ASADES (Asociación Argentina de Energía Solar) en La Plata.
- Czajkowski, J.; et Al. 1997. Estrategias bioclimáticas en viviendas de interés social. En Avances Energías Renovables y Medio Ambiente. ISSN 0329-5184. Vol 1, No 1. Revista de la Asociación Argentina de Energía Solar. Págs. 137-140.
- Czajkowski Jorge. 1999. Programa AuditCAD para el análisis del comportamiento energético edilicio basado en auditorías energéticas y de confort. Anais del V Encontro de Conforto no Ambiente Construido. 6 Pág. CD.
- Czajkowski, J; et Al. 1999. Hacia un modelo de confort integral. Auditorías ambientales en viviendas. En Avances en energías renovables y medio ambiente. ISSN 0329-5184. Pág. 08-13 a 16. Vol 3. Nro 2.

-
- Czajkowski, Jorge. 2000. Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la República Argentina. Avances en energías renovables y medio ambiente. Vol. 4. Nro 2. Pág. 01.39 A 01.42 ISSN 0329-5184.
 - Czajkowski Jorge , et al. 2003. Evaluación del comportamiento energético en viviendas urbanas auditadas en La Plata, Buenos Aires, Argentina. Anais ENCAC - ELACAC 2003. Brasil.
 - De Rosa, C. 1988. Potencial de ahorro energético de las nuevas operatorias de vivienda de la provincia de Mendoza. Actas ASADES'13, Salta, 1988. Pág 305-312.
 - de Schiller, S., Gomes da Silva, V., Gojberg, N. y Treviño, C. 2003. Edificación sustentable: consideraciones para la calificación del habitat construido en el contexto regional latinoamericano. ASADES Formosa.
 - Discoli, Carlos. 1990. Op cit.
 - Discoli, Carlos. 1998. El diagnóstico de la gestión productiva-energético-ambiental de las redes territoriales del sector salud. Edit UNLP.
 - EnergyPlus 2.0.0 2007. Energy Efficiency and Renewable Energy. US Department of Energy. [<http://www.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>]
 - Evans J.M. et al. 1997. Confort Térmico y demanda energética en edificios. Anais IV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construido. pags. 586.
 - Estévez A., Gelardi y Oliva. 1996. Nueva medida para evaluar la contribución del aspecto morfológico en la conservación de energía de los diseños bioclimáticos. Actas ASADES 19, tomo 2. Pág. 8.25-28.
 - Fernández A, et Al. 1990. Viento en espacios urbanos: desarrollo y aplicación de una metodología de evaluación. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Pág. 69-74.
 - Filippin, C. y Bernardós, J. 1995. Evaluación energética de un sector de las viviendas de interés social de la Ciudad de Santa Rosa. Actas ASADES'18, San Luis, 1995. Pág 02.69-76.
 - Filippin C, et al. 2001. Comportamiento térmico y energético de viviendas solares para estudiantes de escasos recursos en La Pampa. AVERMA Volumen 9
 - Filippin C., Flores Larsen S. , Flores L. 2007. Comportamiento energético de verano de una vivienda másica y una liviana en la región central de Argentina. Avances en energías renovables y ambiente vol 11. ISSN 0329-5184
 - Fucaraccio, J y Rébora, R. 1988. Especificaciones para el diseño de la envolvente de edificios para la nueva Capital. Pautas para la conservación y uso racional de la energía. Actas 13ª Reunión de trabajo de ASADES. Pág. 363-370.
 - Givoni, Baruch A. Op Cit.
 - IDAE-Institut Cerdá-Ministerio de Fomento. 1999. Guía de la edificación sostenible. Calidad energética y medioambiental en edificación. Dirección general de la vivienda, la Arquitectura y e Urbanismo, Institut Cerdá, IDAE. Madrid. ISBN 84-87104-38-X.
 - IRAM. Normas sobre acondicionamiento térmico de edificios. 11601, 11603, 11605, 11604. Buenos Aires, Argentina.
 - Johnson, B.G. et al Buildings and health: indoor climate and effective energy use: a summary. Stockholm, Swedish Council for Buildings Research, 1991. (Document D3:1991).
 - Klainsek, J.C. Energy Saving in Office Buildings Design and Retrofitting. Actas PLEA'88 Energy and Buildings for Temperate Climates. Pergamon Press. Porto, Portugal, 1988. Pág 173-178.
 - López, C. et Al. 1992. Determinación del potencial de conservación de energía del parque edilicio urbano de la provincia de Mendoza. Estrategias técnico-económicas para su recuperación. Actas ASADES'15, Catamarca. Pág 45-48.
 - Marusic, J.A. 1999. Ensayos y optimización de aspectos bioclimáticos para el diseño de edificios en altura. AVERMA 3 Vol 1. pág 5.25-28.

-
- Raspall, C. y Evans, J. M. 2003. Espesores económicos de aislación térmica. Impacto de la crisis económica. AVERMA, Salta.
 - Rosenfeld, E. et Al 1993. Pautas para mejorar la habitabilidad higrotérmica en la provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'16, La Plata. Pág 81-86.
 - San Juan, G. y Rosenfeld, E. 1992. Mejoramiento de la racionalidad energética de tipos predominantes de vivienda de producción oficial reciente en la Provincia de Buenos Aires. Actas ASADES'15, Catamarca. Pág 35-44.

Capítulo 7:

- Asdrubali, F.; Bonaut, M.; M. Battisti, M. Venegas. 2008. Comparative study of energy regulations for buildings in Italy and Spain. *Energy and Buildings* 40, 1805–1815
- Corredera Cecilia; Czajkowski, Jorge Daniel; et al. 2003. Análisis de las características energético-formales de edificios de oficinas en Buenos Aires. Anais ENCAC - COTEDI 2003, Curitiba, PR, Brasil. Pp 897.
- Corredera Cecilia; Czajkowski, Jorge Daniel; et al. 2005. Comportamiento energético de oficinas tipo torre. Actas Congreso Nacional de Arquitectura – FAU - UNLP, La Plata, BA, Argentina. Pp 10.
- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld Elias. 1990. Metodología para el análisis de las clasificaciones complejas y construcción de tipologías mediante la reducción del espacio de atributos. Un enfoque energético. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Mendoza. Pág 27-34.
- Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. 1993. Un enfoque bioclimático de las tipologías de edificios hospitalarios de la región metropolitana de Buenos Aires. Actas ASADES'16, La Plata. Pág 107-114.
- Czajkowski, J. y Rosenfeld, E. 1994. Evaluación del comportamiento energético de hospitales de complejidad media en la región del gran La Plata. Actas ASADES'17, Rosario. Pág 463-472.
- Czajkowski, Jorge y Rosenfeld Elias. 1996. Procedimiento de calificación tipológico-energética mediante el uso del método REAT. Aplicación a unidades de internación hospitalaria. Actas 14ª Reunión de trabajo de ASADES. Mar del Plata. Pág 09.9 - 09.12.
- Czajkowski, Jorge 2000. Desarrollo de un modelo de ahorro de energía en edificios de vivienda y determinación de valores límite de calidad térmica para la república Argentina. *Avances en Energías Renovables y Ambiente* N° 4. CD.
- Czajkowski J; Rosenfeld E y Moreno J.M. 2003. Confort integral y auditorias ambientales para el mejoramiento del proyecto edilicio. Actas IV Congreso Arquisur. "Investigación y proyecto en arquitectura y urbanismo". Organizado por la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP. La Plata. Pág. 17.
- Czajkowski, J.; Corredera, C.; Saposnik, M. 2003. Análisis de la relación entre demanda de gas natural en calefacción según "EnergocAD" y consumos reales en viviendas unifamiliares del gran La Plata. En *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 7, Tomo 1, 6 Pág.
- Czajkowski, J.; Gómez, A. y Bianciotto, M.G. (2008) Comportamiento térmico de viviendas sociales mediante incorporación de mejoras de diseño en la envolvente. *Avances en energías renovables y medio ambiente*. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 12, Tomo 1.
- Esteves A y De Rosa C. 1996. Duración de las reservas de combustibles fósiles y su relación con la vida útil de los edificios. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 09.9 - 09.14.
- Evans M. y de Schiller S. 1988. Diseño bioambiental y arquitectura solar. Serie Ediciones Previas. Ediciones EUDEBA. Buenos Aires.
- Evans, Martin 1996. Transmitancia térmica de paredes y techos. Actualización de la norma IRAM 11605. Actas 18ª Reunión de Trabajo de ASADES. San Luis. Pp. 02.29 - 02.32.

-
- Rosenfeld E. Et al. 1999. Op cit.
 - Rosenfeld E. Et al. 2000. Op cit.
 - Rosenfeld, E; Discoli, C.; Martini, I.; Czajkowski, J.; San Juan, G.; Barbero, D.; Ferreyro, C.; Corredera, C.; Diaz, C. 2003. El uso de la energía en el sector residencial del gran La Plata. Discriminación de consumos, cambios tecnológicos y opinión de los usuarios en las décadas del '80 y '90. En Avances en energías renovables y medio ambiente. Edit. INENCO-UNSa, Salta. ISSN 0329-5184. Vol: 7, Tomo 1, 6 Pág.
 - Heiple Shem, Sailor David J. 2008. Using building energy simulation and geospatial modeling techniques to determine high resolution building sector energy consumption profiles. *Energy and Buildings* 40, 1426–1436.
 - INDEC. 2005. Op cit.
 - Landsberg H.E. 1972. The Assessment of human bioclimate. A limited review of physical parameters. World Meteorological Organization. WMO N°331. Geneve.
 - Maier, T., Krazaczrk, M., J. Tejchman, J. 2009. Comparison of physical performances of the ventilation systems in low-energy residential houses. *Energy and Buildings* 41, 337–353.
 - Olgyay V. 1963. *Desing with climate*. Princeton University Press. USA.
 - Roberts S.D. 1988. *Estadística para IBM-PC*. Edit. Mc Graw Hill. México.
 - Tiberiu Catalina, Virgone Joseph, Blanco Eric. 2008. Development and validation of regression models to predict monthly heating demand for residential buildings. *Energy and Buildings* 40, 1825–1832
 - Rosenfeld, Elias et al. 1988. El consumo de energía del área metropolitana argentina. Potencial de URE. Actas 13ª Reunión de Trabajo de ASADES. Salta. Pp. 281-288.
 - Rosenfeld, Elias et al. 2001. Consumo energético y URE en los sectores residencial y terciario metropolitanos. La aglomeración del gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Ambiente* N° 5.

Capítulo 8:

- AFNOR. Performance thermique des bâtiments. Calcul des besoins d'énergie pour le chauffage. Bâtiments résidentiels. Norma europea, versión francesa. PrEN 832:1994.
- Czajkowski, Jorge Daniel; Rosenfeld, Elias. 1993. Datos meteorológicos de 154 localidades de la República Argentina que incorporan variables bioclimáticas de uso normativo. 16º Reunión de Trabajo de ASADES. 2do Encuentro Nacional de la International Asociation for Solar Energy Education. La Plata.
- Czajkowski, Jorge Daniel. 1995. Radiac 2.1. Programa para el cálculo de la radiación solar horaria para cualquier plano y orientación. <http://www.arquinstal.com.ar/bioclim/radiac2.exe>
- Czajkowski, Jorge; Gentile, C; Stange, S; y Moreno, J.M. 1999. Condensación superficial en encuentros de planos verticales y horizontales en viviendas de uso permanente: su evaluación y diagnóstico. *Anais del V Encontro de Conforto no Ambiente Construido*.
- Czajkowski, Jorge. 2001. Aire Acondicionado II: Balance térmico verano. Modelo simplificado de cálculo de la carga térmica en refrigeración. TP N° 12. Cátedra instalaciones I-II. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UNLP. La Plata.
- Czajkowski, J. 2001-6. Antecedente de balance térmico simplificado de verano. http://arquinstal03.tripod.com/publicaciones/i2-tp12_2006_aa2_baltermver.pdf
- Czajkowski, Jorge Daniel. 2001. Modelo de ahorro de energía en edificios para la República Argentina. *Anais ENCAC 2001*, San Pedro, SP, Brasil.
- Czajkowski, Jorge Daniel; et al. 2003. Comportamiento energético ambiental de viviendas en el gran La Plata. *Avances en Energías Renovables y Medio ambiente*. Vol 7, N° 1, Pp 07.43.

Argentina.

- Czajkowski, Jorge Daniel; et al. 2003. Evaluación del comportamiento energético en viviendas urbanas auditadas en La Plata, Buenos Aires, Argentina. Anais ENCAC - COTEDI 2003, Curitiba, PR, Brasil. Pp 889.
- Czajkowski, Jorge Daniel. 2004. Modelo de ahorro de energía en refrigeración. aplicable a edificios del sector terciario: viviendas, administración, oficinas, comercios, educación y salud. Parte 2: Procedimiento de cálculo. Caso viviendas. Informe. 25 páginas.
- Gonzalo G., Ledesma S.L., y Nota V.M. 2000. Habitabilidad en edificios. Propuestas de normas para Tucumán. Edit CEEMA-FAU-UNT. ISBN: 987-43-2618-2
- IRAM, Instituto Argentino de Normalización. 2002. Norma 11601 - Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. www.iram.org.ar
- ----- 1996. Norma 11603 - Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- ----- 2001. Norma 11604 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites.
- ----- 1996. Norma 11605 - Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos.
- ----- 2000. Norma 11625 y 30 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en los paños centrales (25) puntos singulares (30) de muros exteriores, pisos y techos de edificios en general.
- ----- 2004. Norma 11659-1 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 1: Vocabulario, definiciones, tablas y datos para determinar la carga térmica de refrigeración.
- ----- 2006. Proyecto 11659-2 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas.
- ----- 2006. Esquema 11659-3 - Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 3: Oficinas.

Capítulo 9:

- Rosenfeld, Elias. 2007. Las interacciones entre la energía y el hábitat en la Argentina. EdULP. Tesis doctoral en ciencias. Área energías renovables. Salta.

Abreviaturas

ADEME	Agence de l'Environnement et Maîtrise de l'Énergie
AEA	Auditoría energética ambiental
AFME	Agence Francaise pour la Maitrise de l'Énergie
AMBA	Área Metropolitana de Buenos Aires
CAD	Diseño Asistido por Computadora (Computer Aided Design)
CO ₂	Dióxido de carbono
dtu	diferencial de tejido urbano
EE	Energía eléctrica
EGB	Educación general básica
ENARGAS	Ente Nacional Regulador del Gas.
ENRE	Ente Nacional Regulador de la Electricidad
FAU	Facultad de Arquitectura y Urbanismo
G	Coefficiente volumétrico global de pérdidas térmicas
GE	Gas envasado propano-butano
GEI	Gases de efecto invernadero
GLP	Gran La Plata (partidos de La Plata, Berisso y Ensenada)
GN	Gas natural
GNr	Gas natural por red
IAS/FABA	Instituto de Arquitectura Solar - Federación de Arquitectos Buenos Aires
IDEHAB	Instituto de Estudios del Hábitat - FAU - UNLP
INDEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
IRAM	Instituto Argentino de Normalización
NOx	Oxidos de nitrógeno
K	Transmitancia térmica de un material de construcción en W/m ² .K
R	Resistencia térmica de un material de construcción en m ² .K/W
SOx	Óxidos de azufre
TEP	Tonelada equivalente de petróleo
URE	Uso racional de la energía
URE-AM	Utilización Racional de la Energía en áreas metropolitanas

Listado programa EnergoCAD

```

CLS : REM "PROGRAMA - EnergoCAD- PARA LA REALIZACIÓN DE BALANCES"
SCREEN 0, 1: COLOR 7, 1: PRINT " ":
CLS
r$ = STRING$(79, 220)

REM Incluye una modificación substancial en el manejo de registros de muros y
REM ventanas que corrige el error causado en edificios complejos.
REM Gentileza del Lic. Dante Barbero. La Plata, 3 de abril 2003.

LOCATE 2, 1: PRINT r$
LOCATE 3, 2: PRINT "Este programa realiza un balance estacionario anual según Norma IRAM 11604/99"
LOCATE 4, 2: PRINT "con arreglo para aportes de ganancia directa por ventanas (modelo Liu&Jordan)"
LOCATE 5, 2: PRINT "y difusa (modelo Orgill&Holland) "
LOCATE 6, 2: PRINT " "
LOCATE 7, 5: PRINT " "
LOCATE 8, 5: PRINT "          E N E R G O C A D  2 0 0 3"
LOCATE 9, 5: PRINT " "
PRINT r$
LOCATE 11, 2: PRINT "Autor: Arq. Jorge Czajkowski          Versión 4.8"
LOCATE 12, 2: PRINT "      CONICET - IDEHAB-FAU-UNLP          La Plata 02/04/03"
PRINT r$
PregPres:
COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "          Desea continuar [S/N]          "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "N" OR x$ = "S" THEN GOTO ContPres ELSE GOTO PregPres
ContPres:
IF x$ = "N" THEN END

REM " VECTORES Y MATRICES "

' $DYNAMIC

NM = 900: NT = 500: NV = 900: NP = 300: NL = 300

'RO      = Reflectividad del suelo
'NUVENT  = Rendimiento de una ventana de vidrio simple (fuente CESAD)
'SUPEFEC = Superficie efectiva de una ventana de madera vidrio repartido
'TBE     = Temperatura base de enfriamiento

RO = .2
NUVENT = .85
SUPEFEC = .95

GOSUB IngrDatos

REM Datos climaticos
DIM LOCALIDAD$(12), PROV$(12), LAT(12), LONGIT(12), ASNM(12), mes$(12)
DIM KT(12), RAD(12), TMED(12), tmax(12), TMIN(12), TMXA(12), TMNA(12)
DIM GDMES(12), VV(12), TV(12), HR(12), GDENFMES(12), NI(12), GENF(12)
DIM GENFSOL(12), GENFASOL(20), GMES(20)

GOSUB IngrDatClima

DIM nombrem$(NM), tipom$(NM), acimutm(NM), LARGOM(NM), ESPESORM(NM)
DIM ALTOM(NM), PROTM(NM), KPISO(NM), KMURO(NM), supm(NM)
DIM nombret$(NT), tipot$(NT), LARGOT(NT), ANCHOT(NT)

```

```

DIM PROTT(NT), KTECHO(NT), PEND(NT), SUPT(NT)
DIM nombrev$(NV), tipov$(NV), acimutv(NV)
DIM LARGOV(NV), ALTOV(NV), KVENT(NV), supv(NV), SUPEFEC(NV)
DIM nombrep$(NP), tipop$(NP), ACIMUTP(NP)
DIM ANCHOP(NP), ALTOP(NP), KPUER(NP), SUPP(NP)
DIM NOMBREL$(NL), TIPOL$(NL), NUML(NL), SUPL(NL), PERL(NL)
DIM ALTOL(NL)

```

```
GOSUB DatCAD
```

```

DIM GNATSOLL(12), GENVSOLL(12)
DIM QMEST(NVENT, 12), QANOT(NVENT)
DIM QMes(12), QMESV(NVENT, 12), ACIm(NVENT)
DIM AporteSolar(12)
DIM AporteSolarTotal(12)
DIM AporteSolarTotalMensual(12)

```

```
GOSUB RadCAD
```

```

DIM PERDMP(NMUR), PERDME(NMUR), supmuro(NMUR), SUPMUROP(NMUR), SUPMUROE(NMUR)
DIM PERDMTOT(NMUR), PROTMURO(NMUR)
DIM PERDPP(NMUR + 10), PERDPE(NMUR + 10), SUPPISO(NMUR + 10), SUPPISOP(NMUR + 10)
DIM SUPPISOE(NMUR + 10), PROTPISO(NMUR + 10)
DIM SUPTECHO(NTECH), SUPTECHP(NTECH), SUPTECHE(NTECH), PERDTP(NTECH)
DIM PERDTE(NTECH), PROTOCHO(NTECH)
DIM supvent(NVENT + 10), PERDVENT(NVENT)
DIM SUPPUERTA(NPUER), PERDPUERTA(NPUER)
DIM VOLLOC(NLOC)
DIM TMES(12), GNAT(12), GENV(12), GNATSOL(12), GENVSOL(12), RELAPERD(12)

```

```
GOSUB Calculo
```

```

titbal$ = " BALANCE TERMICO Y DEMANDA DE ENERGIA MENSUAL - GRADOS DIA CALEFACCION "
lsup$ = "===== "
lmed$ = "===== "
linf$ = "===== "
meses$ = "³ ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV DIC AÑO ³"
titporc$ = "ASIGNACION PORCENTUAL DE PERDIDAS TERMICAS SEGUN BALANCE"
titres$ = "RESUMEN CARACTERISTICAS DIMENSIONALES Y TERMICAS DEL EDIFICIO"
titbal2$ = " CARGA TERMICA MENSUAL EN REFRIGERACION - GRADOS DIA ENFRIAMIENTO "

```

```

GOSUB SalMonitor
GOSUB SalImpr
GOSUB SalDat

```

```
END
```

```
'* INICIO DEL CALCULO *
```

```

Calculo:
CLS

```

```
'-- PERDIDAS POR MUROS
```

```
Muros:
```

```
CLS
```

```

j = 1
k = 1

```

```
FOR I = 1 TO NMUR
```

```
    SUPMURO(I) = SUPM(I)
```

```
    DO WHILE j <= NVENT
```

```
        IF (ACIMUTM(I) = ACIMUTV(j)) AND (SUPMURO(I) - SUPV(j) >= 0) THEN SUPMURO(I) = SUPMURO(I) - SUPV(j)
```

```
        j = j + 1
    LOOP

```

```
    DO WHILE k <= NPUER
```

```

        IF (ACIMUTM(I) = ACIMUTP(k)) AND (SUPMURO(I) - SUPP(k) >= 0) THEN SUPMURO(I) = SUPMURO(I) -
SUPP(k)
        k = k + 1
    LOOP

NEXT I

MURO = 0: AMUROP = 0: AMUROE = 0

FOR i = 1 TO NMUR

    IF PROT M(i) <= 0 THEN GOSUB ExpuestoTotal ELSE GOSUB ExpuestoParcial

    AMUROP = AMUROP + SUPMUROP(i)
    AMUROE = AMUROE + SUPMUROE(i)
    PERDMTOT(i) = PERDMP(i) + PERDME(i)
    MURO = MURO + PERDMTOT(i)

GOTO Brinco
ExpuestoTotal:
    SUPMUROE(i) = supmuro(i)
    PERDME(i) = SUPMUROE(i) * KMURO(i)
    PERDMP(i) = 0
RETURN

ExpuestoParcial:
    SUPMUROP(i) = supmuro(i) * PROT M(i) / 100
    SUPMUROE(i) = supmuro(i) - SUPMUROP(i)
    PERDME(i) = SUPMUROE(i) * KMURO(i)
    PERDMP(i) = SUPMUROP(i) * KMURO(i) * .5
RETURN

Brinco:

NEXT i

'-- PERDIDAS POR PISOS
Pisos:

PISO = 0: APISOP = 0: APISOE = 0
ALFA = 360 * (18 - TMA) / GD: IF ALFA < 1 THEN ALFA = 1
FOR i = 1 TO NMUR
    SUPPISO(i) = LARGOM(i)
    PROTPISO(i) = PROT M(i) / 100
    IF PROTPISO(i) > 0 THEN SUPPISOP(i) = SUPPISO(i) * PROTPISO(i)
    SUPPISOE(i) = SUPPISO(i) - SUPPISOP(i)
    PERDPP(i) = ALFA * SUPPISOP(i) * KPISO(i) * .5
    PERDPE(i) = ALFA * SUPPISOE(i) * KPISO(i)
    APISOP = APISOP + SUPPISOP(i)
    APISOE = APISOE + SUPPISOE(i)
    PISO = PISO + PERDPP(i) + PERDPE(i)
NEXT i

'-- PERDIDAS POR TECHOS
Techos:
TECHO = 0: ATECHOP = 0: ATECHOE = 0
FOR i = 1 TO NTECH
    SUPTECHO(i) = SUPT(i)

    PROTOCHO(i) = PROTT(i) / 100
    IF PROTOCHO(i) > 0 THEN SUPTECHP(i) = SUPTECHO(i) * PROTOCHO(i)
    SUPTECHE(i) = SUPTECHO(i) - SUPTECHP(i)
    PERDTP(i) = SUPTECHP(i) * KTECHO(i) * .5
    PERDTE(i) = SUPTECHE(i) * KTECHO(i)
    ATECHOP = ATECHOP + SUPTECHP(i)
    ATECHOE = ATECHOE + SUPTECHE(i)
    TECHO = TECHO + PERDTP(i) + PERDTE(i)

```

NEXT i

'-- PERDIDAS POR VENTANAS

Ventanas:

VENTANA = 0: AVENT = 0

FOR i = 1 TO NVENT

supvent(i) = supv(i)

PERDVENT(i) = supvent(i) * KVENT(i)

AVENT = AVENT + supvent(i)

VENTANA = VENTANA + PERDVENT(i)

NEXT i

'-- PERDIDAS POR PUERTAS

Puertas:

PUERTA = 0: APUER = 0

FOR i = 1 TO NPUER

SUPPUERTA(i) = SUPP(i)

PERDPUERTA(i) = SUPPUERTA(i) * KPUER(i)

APUER = APUER + SUPPUERTA(i)

PUERTA = PUERTA + PERDPUERTA(i)

NEXT i

'-- CALCULO VOLUMEN LOCALES

Locales:

VOLUMEN = 0

SUPHAB = 0

FOR i = 1 TO NLOC

VOLLOC(i) = SUPL(i) * ALTOL(i)

VOLUMEN = VOLUMEN + VOLLOC(i)

SUPHAB = SUPHAB + SUPL(i)

NEXT i

'-- INICIO VERIFICACION COEF. G

CoefG:

AH = SUPHAB

AEXP = AMUROE + ATECHOE + AVENT + APUER

AENV = AMUROE + AMUROE + ATECHOE + ATECHOP + AVENT + APUER

AIRE = .35 * NR * VOLUMEN

AIREG = .35 * NR

PERDIDAS = MURO + TECHO + VENTANA + PISO + PUERTA + AIRE

G = (MURO + TECHO + VENTANA + PISO + PUERTA) / VOLUMEN + AIREG: COEF = 100 / PERDIDAS

Q = 24 * GD * PERDIDAS / 1000

CONTROL = 100

FE = AEXP / AENV

FF = AENV / VOLUMEN

COMP = AH / AENV

GNA = 0: GEA = 0: GNASOL = 0: GEASOL = 0: GENFA = 0: GENFASOL = 0

FOR mes = 1 TO 12

QMes(mes) = (24 * GDMES(mes) * PERDIDAS / 1000)

GNAT(mes) = (24 * GDMES(mes) * PERDIDAS / 1000) * .092

GENV(mes) = (24 * GDMES(mes) * PERDIDAS / 1000) * .071

GENF(mes) = (24 * GDENFMES(mes) * PERDIDAS / 1000)

GNATSOL(mes) = GNAT(mes) - AporteSolarTotal(mes) * .092

GENVSOL(mes) = GENV(mes) - AporteSolarTotal(mes) * .071

GENFSOL(mes) = GENF(mes) + AporteSolarTotal(mes)

```

GNA = GNA + GNAT(mes): GEA = GEA + GENV(mes): GENFA = GENFA + GENF(mes)
IF GNATSOL(mes) < 0 THEN GNATSOL(mes) = 0
IF GENVSOL(mes) < 0 THEN GENVSOL(mes) = 0
IF GENFSOL(mes) < 0 THEN GENFSOL(mes) = 0
GNASOL = GNASOL + GNATSOL(mes): GEASOL = GEASOL + GENVSOL(mes)
GENFASOL = GENFASOL + GENFSOL(mes)
QMesAux = QMes(mes): IF QMesAux = 0 THEN QMesAux = -1
RELAPERD(mes) = AporteSolarTotal(mes) / QMesAux * 100
IF RELAPERD(mes) < 0 THEN RELAPERD(mes) = 0
NEXT mes
RelaPerAnual = QAnoTotV / Q * 100

RETURN

'SUBPROGRAMA RADCAD Modelo de LIU & JORDAN
RadCAD:
CLS
'DIM QMes(12)
BETA = 90: L = LAT

P = 3.14159: ERE = 180 / P: L = L / ERE: BETA = BETA / ERE: SL = SIN(L): CL = COS(L)
CB = COS(BETA): SB = SIN(BETA)

LOCATE 12, 30: PRINT " C A L C U L A N D O"

PASO = 0
FOR ORIENT = 1 TO NVENT

    IF PASO = 0 THEN GOTO Calcrad
    IF acimutv(ORIENT) = ACImut THEN GOTO Nocalc

Calcrad:
ACImut = acimutv(ORIENT)
IF acimutv(ORIENT) <= 180 THEN ACI = 180 + acimutv(ORIENT) ELSE ACI = -(180 - acimutv(ORIENT))
ACI = ACI / ERE: CA = COS(ACI): SA = SIN(ACI)
QANO = 0: QTOTANO = 0
FOR mes = 1 TO 12
    QMes(mes) = 0: QTOTMES = 0
    FOR DIA = 1 TO 30 STEP 10
        QDIA = 0: HTOT = 0
        N = 30 * (mes - 1) + DIA
        DECL = .4092 * SIN(2 * P * (N + 284) / 365)
        CD = COS(DECL): SD = SIN(DECL)
        FOR H = 1 TO 24
            OME = .2618 * (H - 12)
            CON = COS(OME): SOM = SIN(OME)
            COSTETA = SD * SL * CB - SD * CL * SB * CA + CD * CL * CB * CON + CD * SL * SB * CA * CON
            + CD * SB * SA * SOM
            COSTETO = SD * SL + CL * CD * CON
            IF COSTETO < 0 THEN GOTO Saltoch
            IF COSTETA > 0 THEN RB = COSTETA / COSTETO ELSE RB = 0
            IF KT(mes) > .75 THEN K = .177: GOTO Rad1
            IF KT(mes) < .35 THEN K = 1 - .249 * KT(mes): GOTO Rad1
            K = 1.557 - 1.84 * KT(mes)

Rad1:
            R1 = (1 - K) * RB: R2 = (1 + CB) * K / 2: R3 = (1 - CB) * RO / 2
            HDIR = R1 * KT(mes) * 1353 * COSTETO / 1000
            HDIF = R2 * KT(mes) * 1353 * COSTETO / 1000
            HREF = R3 * KT(mes) * 1353 * COSTETO / 1000
            HTOT = HDIR + HDIF + HREF
            QDIA = QDIA + HTOT

Saltoch:
            NEXT H
            QMes(mes) = QMes(mes) + QDIA * 9.87
        NEXT DIA
        QMEST(ORIENT, mes) = QMes(mes)
        QANO = QANO + QMes(mes)

NEXT mes

```

GOTO SALTOR

Nocalc:

```
FOR mes = 1 TO 12
  QMEST(ORIENT, mes) = QMes(mes)
  QANO = QANO + QMes(mes)
NEXT mes
```

SALTOR:

PASO = PASO + 1

QANOT(ORIENT) = QANO

NEXT ORIENT

QAnoTotV = 0

FOR mes = 1 TO 12

FOR ORIENT = 1 TO NVENT

QMESV(ORIENT, mes) = QMEST(ORIENT, mes) * supv(ORIENT) * NUVENT * SUPEFEC

AporteSolarTotal(mes) = AporteSolarTotal(mes) + QMESV(ORIENT, mes)

NEXT ORIENT

QAnoTotV = QAnoTotV + AporteSolarTotal(mes)

NEXT mes

RETURN

*** SUBROUTINA DE INGRESO DE DATOS **

IngrDatos:

CLS

LOCATE 1, 21: PRINT " DATOS CLIMATICOS DISPONIBLES"

GOSUB RAYAS

SHELL "DIR \acad14\CLIM*.DAT/W"

PregClim:

COLOR 15, 1

COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT " Desea continuar [S/N]"; : x\$ =

INPUT\$(1): x\$ = UCASE\$(x\$): COLOR 15, 1

IF x\$ = "N" OR x\$ = "S" THEN GOTO ContClim ELSE GOTO PregClim

ContClim:

IF x\$ = "N" THEN END

'-- DATOS GENERALES

GralDatos:

CLS

PRINT " DATOS GENERALES DEL EDIFICIO "

GOSUB RAYAS

PRINT : PRINT

PRINT " CODIGO DEL EDIFICIO "

PRINT " (seis dıgıtos) : "

PRINT " LOCALIDAD : "

PRINT " APELLIDO Y NOMBRE : "

PRINT : PRINT

PRINT " NUMERO RENOVACIONES DE AIRE : (Usualmente 2)"

PRINT

PRINT " TEMPERATURA BASE DE CALEFACCION : °C (Usualmente 16 18 o 20°C)"

PRINT

PRINT " TEMPERATURA BASE DE ENFRIAMIENTO : °C (Usualmente 23 25 o 27°C)"

COLOR 15, 1

COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1:

PRINT " "; : COLOR 15, 1

LOCATE 6, 32: INPUT COD\$: N\$ = COD\$

LOCATE 7, 32: INPUT LOCALIDAD\$: CLIMA\$ = LOCALIDAD\$

LOCATE 8, 32: INPUT NOM\$

renova:

LOCATE 11, 39: INPUT NR

IF NR < 1 OR NR > 10 THEN LOCATE 11, 39: PRINT " ": GOTO renova

```

calienta:
LOCATE 13, 39: INPUT TBC
IF TBC < 16 OR TBC > 20 THEN LOCATE 13, 39: PRINT "    ": GOTO calienta
enfria:
LOCATE 15, 39: INPUT tbe
IF tbe < 23 OR tbe > 27 THEN LOCATE 15, 39: PRINT "    ": GOTO enfria

PregDat:
COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1:
PRINT "                Los valores ingresados son correctos? [S/N]                ": x$ = INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$):
COLOR 15, 1
IF x$ = "N" OR x$ = "S" THEN GOTO ContDat ELSE GOTO PregDat
ContDat:
IF x$ = "N" THEN GOTO GralDatos
RETURN

*** INGRESO DATOS CLIMATICOS
IngrDatClima:
CLS
'SHELL "C:"
SHELL "CD\acad14\CLIM"
ARCH1$ = CLIMA$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1
GOSUB Titulo
i = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
    i = i + 1
    INPUT #1, LOCALIDAD$(i), PROV$(i), LAT(i), LONGIT(i), ASNM(i), mes$(i), KT(i), RAD(i), TMED(i), tmax(i),
TMIN(i), TMXA(i), TMNA(i), GDMES(i), VV(i), TV(i), HR(i)
    CIUDAD$ = LOCALIDAD$(i): PROVINCIA$ = PROV$(i): LATITUD = LAT(i): LONGITUD = LONGIT(i)
    ALTMAR = ASNM(i)

LOOP
NMES = i
CLOSE 1
SHELL "CD\acad14"
    LOCATE 4, 3: PRINT " LOCALIDAD: "; CIUDAD$;
    PRINT "                PROVINCIA: "; PROVINCIA$;
    LOCATE 5, 3: PRINT " LATITUD : "; : PRINT USING " ###.##"; LATITUD;
    PRINT " LONGITUD: "; : PRINT USING " ###.##"; LONGITUD;
    PRINT "                ASNM: "; : PRINT USING " #####"; ALTMAR
    LOCATE 7, 1: PRINT " MES "; : PRINT " KT "; : PRINT " RAD "; : PRINT "TMED ";
    PRINT " TMAX "; : PRINT " TMIN "; : PRINT " TMXA "; : PRINT " TMNA";
    PRINT " GDC"; : PRINT USING "## "; TBC;
    PRINT " GDE"; : PRINT USING "## "; tbe;
    PRINT " VV"; : PRINT " TV"; : PRINT " HR": PRINT

FOR mes = 1 TO 12
    READ NI(mes)
NEXT mes
DATA 31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31

GD = 0
FOR i = 1 TO 12
    IF TMED(i) < TBC THEN XC = 1 ELSE XC = 0
    GDMES(i) = (TBC - TMED(i)) * NI(i) * XC
    GD = GD + GDMES(i)
NEXT i

GDENFANU = 0: TMTOT = 0
FOR mes = 1 TO 12
    IF tmax(mes) > tbe THEN XC = 1 ELSE XC = 0
    GDENFMES(mes) = (tmax(mes) - tbe) * NI(mes) * XC
    GDENFANU = GDENFANU + GDENFMES(mes)
NEXT mes

FOR i = 1 TO NMES
    PRINT " "; : PRINT mes$(i);
    PRINT USING " #.##"; KT(i);
    PRINT USING " ##.##"; RAD(i); TMED(i); tmax(i); TMIN(i); TMXA(i);

```

```

PRINT USING " ###.#"; TMNA(i);
PRINT USING " #### "; GDMES(i);
PRINT USING " #####"; GDENFMES(i);
PRINT USING " ##"; VV(i);
PRINT USING " ##.#"; TV(i);
PRINT USING " #####"; HR(i)
NEXT
TMA = 0: KTM = 0: RADM = 0: TMAXM = 0: TMINM = 0: VVM = 0: TVM = 0: HRM = 0
FOR i = 1 TO NMES
  KTM = KTM + KT(i)
  RADM = RADM + RAD(i)
  TMA = TMA + TMED(i)
  TMAXM = TMAXM + tmax(i)
  TMINM = TMINM + TMIN(i)
  VVM = VVM + VV(i)
  TVM = TVM + TV(i)
  HRM = HRM + HR(i)
NEXT i
KTM = KTM / 12: RADM = RADM / 12: TMA = TMA / 12: TMAXM = TMAXM / 12: TMINM = TMINM / 12: VVM = VVM /
12: TVM = TVM / 12: HRM = HRM / 12

PRINT : PRINT " ";
PRINT USING " #.##"; KTM;
PRINT USING " ##.#"; RADM; TMA; TMAXM; TMINM;
PRINT " ";
PRINT USING " ##### "; GD;
PRINT USING " #####"; GDENFANU;
PRINT USING " ##"; VVM;
PRINT USING " ##.#"; TVM;
PRINT USING " #####"; HRM

PregDatClim:
COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1:
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT " Desea continuar [S/N] "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "N" OR x$ = "S" THEN GOTO ContDatClim ELSE GOTO PregDatClim
ContDatClim:
IF x$ = "N" THEN END
CLS
RETURN

*** INGRESO DE DATOS DEL AUTOCAD **
DatCAD:

'-- INGRESO DATOS DE MUROS --
CLS
"SHELL "C:"
SHELL "CD\acad14\EXTR"
ARCH1$ = "M-" + N$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1

i = 0: PERIMM = 0: SUPMUROS = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
  i = i + 1
  INPUT #1, nombrem$(i), tipom$(i), acimutm(i), LARGOM(i), ALTOM(i), ESPESORM(i), PROTM(i), KPISO(i),
  KMURO(i)
  supm(i) = LARGOM(i) * ALTOM(i)
  PERIMM = PERIMM + LARGOM(i)
  SUPMUROS = SUPMUROS + supm(i)
LOOP
NMUR = i
CLOSE #1
ERASE nombrem$, tipom$

'-- INGRESO DATOS DE TECHOS --
CLS
SHELL "CD\acad14\EXTR"

```

```

ARCH1$ = "T-" + N$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1

i = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
    i = i + 1
        INPUT #1, nombret$(i), tipot$(i), LARGOT(i), ANCHOT(i), PROTT(i), KTECHO(i), PEND(i)

        IF PEND(i) = 0 THEN PENDIENTE = 1
        SUPT(i) = LARGOT(i) * ANCHOT(i)
LOOP
NTECH = i
CLOSE #1
ERASE nombret$, tipot$

'-- INGRESO DATOS DE VENTANAS --
SHELL "CD\acad14\EXTR"
ARCH1$ = "V-" + N$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1
CLS
i = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
    i = i + 1
        INPUT #1, nombrev$(i), tipov$(i), acimutv(i), LARGOV(i), ALTOV(i), KVENT(i)

        supv(i) = LARGOV(i) * ALTOV(i)
LOOP
NVENT = i
CLOSE #1
ERASE nombrev$, tipov$

'-- INGRESO DATOS DE PUERTAS --
CLS
SHELL "CD\acad14\EXTR"
ARCH1$ = "P-" + N$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1
CLS

i = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
    i = i + 1
        INPUT #1, nombrep$(i), tipop$(i), ACIMUTP(i), ANCHOP(i), ALTOP(i), KPUER(i)

        SUPP(i) = ANCHOP(i) * ALTOP(i)
LOOP
NPUER = i
CLOSE #1
ERASE nombrep$, tipop$

'-- INGRESO DATOS DE LOCALES --
CLS
SHELL "CD\acad14\EXTR"
ARCH1$ = "L-" + N$ + ".DAT"
OPEN ARCH1$ FOR INPUT AS #1
CLS

i = 0
DO WHILE NOT EOF(1)
    i = i + 1
        INPUT #1, NOMBREL$(i), TIPOL$(i), NUML(i), SUPL(i), PERL(i), ALTOL(i)
LOOP
NLOC = i
CLOSE #1

SHELL "CD\acad14"

RETURN

*** TITULO
Titulo:

```

```
LOCATE 1, 20: PRINT "DATOS INGRESADOS EN EL ARCHIVO "; ARCH1$
LOCATE 2, 1: PRINT r$
PRINT
RETURN
```

```
'*** TECLA
```

```
tecla:
LOCATE 24, 1: PRINT r$
LOCATE 25, 20: PRINT "OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ";
1 O$ = INKEY$: IF O$ = "" THEN GOTO 1
RETURN
```

```
TECLA1:
```

```
LOCATE 23, 1: PRINT r$
LOCATE 24, 20: PRINT "OPRIMA CUALQUIER TECLA PARA CONTINUAR ";
10 O$ = INKEY$: IF O$ = "" THEN GOTO 10
RETURN
```

```
'*** RAYA
```

```
Raya:
PRINT r$
RETURN
```

```
RAYAS:
```

```
PRINT r$
RETURN
```

```
'*** SALIDA POR MONITOR ***
```

```
SalMonitor:
```

```
Resultados1:
```

```
CLS
PRINT "      "; : PRINT titporc$
GOSUB RAYAS
PRINT
PRINT " CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; MURO; : PRINT USING " ##.##"; (MURO * COEF) + .005; : PRINT " % "
PRINT "          TECHOS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; TECHO; : PRINT USING " ##.##"; (TECHO * COEF) + .005; : PRINT " %"
PRINT "          VENTANAS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; VENTANA; : PRINT USING " ##.##"; (VENTANA * COEF) + .005; : PRINT " %"
PRINT "          PUERTAS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; PUERTA; : PRINT USING " ##.##"; (PUERTA * COEF) + .005; : PRINT " %"
PRINT "          PISOS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; PISO; : PRINT USING " ##.##"; (PISO * COEF) + .005; : PRINT " %"
PRINT "          RENOV. DE AIRE..W/°C...";
PRINT USING " #####"; AIRE; : PRINT USING " ##.##"; (AIRE * COEF) + .005; : PRINT " %"
PRINT
PRINT titres$
GOSUB RAYAS
PRINT
PRINT " COMPACIDAD.....";
PRINT USING " #.##"; COMP
PRINT " FACTOR DE FORMA.....";
PRINT USING " #.##"; FF
PRINT " FACTOR DE EXPOSICION.....";
PRINT USING " #.##"; FE
PRINT
PRINT " CARGA TERMICA DEL EDIFICIO.....KW.h....";
PRINT USING " #####"; Q
PRINT " COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO.....W/°C.....";
PRINT USING " #####"; PERDIDAS
PRINT " COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA.....W/m2°C...";
PRINT USING " #####.##"; PERDIDAS / AH
PRINT " COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN.....W/m3°C...";
PRINT USING " #.##"; G
```

```
PregRes1:
```

```
COLOR 15, 1
```

```

COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "                Ver Resultados [/1 /2 /3 /4 /N]                "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "1" OR x$ = "2" OR x$ = "3" OR x$ = "4" OR x$ = "N" THEN GOTO ContRes1 ELSE GOTO PregRes1
ContRes1:
IF x$ = "1" THEN GOTO Resultados1
IF x$ = "2" THEN GOTO Resultados2
IF x$ = "3" THEN GOTO Resultados3
IF x$ = "4" THEN GOTO Resultados4
IF x$ = "N" THEN RETURN

Resultados2:
CLS
PRINT titbal$
GOSUB RAYAS
PRINT lsup$
PRINT " Energia "; : PRINT meses$
PRINT "                en KWh*"; : PRINT CONTROL; : PRINT "
PRINT lmed$
PRINT " Perdidas ";
FOR mes = 1 TO 12
    PRINT USING "#### "; QMes(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    PRINT USING "#####"; Q / CONTROL; : PRINT "|"
PRINT " Ganancias ";
FOR mes = 1 TO 12
    PRINT USING "#### "; AporteSolarTotal(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    PRINT USING "#####"; QAnoTotV / CONTROL; : PRINT "|"
PRINT " Balance % ";
FOR mes = 1 TO 12
    PRINT USING "#### "; RELAPERD(mes);
NEXT mes
PRINT USING " ###"; RelaPerAnual; : PRINT "|"
PRINT linf$
PRINT lsup$
PRINT "3 Sin sol "; : PRINT meses$
PRINT lmed$
PRINT "3 m3/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: PRINT USING "#### "; GNAT(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT USING "#####"; GNA /
10; : PRINT "3"
PRINT "3 Kg/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: PRINT USING "#### "; GENV(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT USING "#####"; GEA /
10; : PRINT "3"
PRINT linf$
PRINT lsup$
PRINT "3 Con sol "; : PRINT meses$
PRINT lmed$
PRINT "3 m3/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: PRINT USING "#### "; GNATSOL(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT USING "#####";
GNASOL / 10; : PRINT "3"
PRINT "3 Kg/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: PRINT USING "#### "; GENVSOL(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT USING "#####";
GEASOL / 10; : PRINT "3"
PRINT linf$

PregRes2:
COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "                Ver Resultados [/1 /2 /3 /4 /N]                "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "1" OR x$ = "2" OR x$ = "3" OR x$ = "4" OR x$ = "N" THEN GOTO ContRes2 ELSE GOTO PregRes2
ContRes2:
IF x$ = "1" THEN GOTO Resultados1
IF x$ = "2" THEN GOTO Resultados2
IF x$ = "3" THEN GOTO Resultados3
IF x$ = "4" THEN GOTO Resultados4
IF x$ = "N" THEN RETURN

Resultados3:
CLS

```

```

AporteAnual = 0
AporteSolarTotalAnual = 0
PRINT titbal2$
GOSUB RAYAS
PRINT " La determinación del comportamiento térmico edilicio en verano basado"
PRINT " en el modelo de Grados Dja de Enfriamiento se encuentra en discusión."
PRINT " Los resultados obtenidos no son confiables y por lo tanto no deben ser"
PRINT " tomados en consideración. Se recomienda realizar un balance dinámico."
PRINT
PRINT lsup$
PRINT "3 Energia "; : PRINT meses$
PRINT "3 3 en KWh*"; : PRINT CONTROL; : PRINT " 3"
PRINT lmed$
PRINT "3 Env.opaca 3";
FOR mes = 1 TO 12
    PRINT USING "#### "; GENF(mes) / CONTROL;
    AporteSolar(mes) = AporteSolarTotal(mes)
    IF GENF(mes) = 0 THEN AporteSolar(mes) = 0
    AporteAnual = AporteAnual + AporteSolar(mes)
NEXT mes
PRINT USING "#####"; GENFA / CONTROL; : PRINT "3"

PRINT "3 Env.vidrio3";
FOR mes = 1 TO 12

    PRINT USING "#### "; AporteSolar(mes) / CONTROL;
NEXT mes
PRINT USING "#####"; AporteAnual / CONTROL; : PRINT "3"

PRINT "3 Total 3";

FOR mes = 1 TO 12
AporteSolarTotalMensual(mes) = (AporteSolar(mes) + GENF(mes)) / CONTROL
NEXT mes
AporteSolarTotalAnual = (AporteAnual + GENFA) / CONTROL

FOR mes = 1 TO 12
    PRINT USING "#### "; AporteSolarTotalMensual(mes);
NEXT mes
PRINT USING "#####"; AporteSolarTotalAnual; : PRINT "3"
PRINT linf$
PRINT : PRINT

PregRes3:
COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT " Ver Resultados [/1 /2 /3 /4 /N] "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "1" OR x$ = "2" OR x$ = "3" OR x$ = "4" OR x$ = "N" THEN GOTO ContRes3 ELSE GOTO PregRes3
ContRes3:
IF x$ = "1" THEN GOTO Resultados1
IF x$ = "2" THEN GOTO Resultados2
IF x$ = "3" THEN GOTO Resultados3
IF x$ = "4" THEN GOTO Resultados4
IF x$ = "N" THEN RETURN

Resultados4:
CLS
PRINT titbal$
GOSUB RAYAS
PRINT ""
PRINT " PERDIDAS POR MUROS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; MURO; : PRINT USING " #####.##"; (AMUROP + AMUROE); : PRINT " mý"
PRINT " TECHOS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; TECHO; : PRINT USING " #####.##"; (ATECHOP + ATECHOE); : PRINT " mý"
PRINT " VENTANAS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; VENTANA; : PRINT USING " #####.##"; AVENT; : PRINT " mý"
PRINT " PUERTAS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; PUERTA; : PRINT USING " #####.##"; APUER; : PRINT " mý"

```

```

PRINT "          PISOS.....W/°C...";
PRINT USING " #####"; PISO; : PRINT USING " #####.##"; (APISOP + APISOE); : PRINT " mý"
PRINT "          RENOV. DE AIRE..W/°C...";
PRINT USING " #####"; AIRE; : PRINT USING " #####.##"; NR; : PRINT " --"
PRINT
PRINT titres$
GOSUB RAYAS
PRINT
PRINT " Superficie a climatizar.....";
PRINT USING " #####"; AH; : PRINT " mý"
PRINT " Volumen a climatizar.....";
PRINT USING " #####"; VOLUMEN; : PRINT " m3"
PRINT " Superficie bruta muros .....";
PRINT USING " #####"; AMUROE + AMUROP + AVENT; : PRINT " mý"
PRINT " Superficie neta muros expuestos.....";
PRINT USING " #####"; AMUROE; : PRINT " mý"
PRINT " Superficie neta muros protegidos.....";
PRINT USING " #####"; AMUROP; : PRINT " mý"
PRINT " Superficie bruta muros (variable SUPMUROS)...";
PRINT USING " #####"; SUPMUROS; : PRINT " mý"
PRINT " Superficie bruta pisos (variable PERIMM).....";
PRINT USING " #####"; PERIMM; : PRINT " mý"

```

PregRes4:

```

COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "          Ver Resultados [/1 /2 /3 /4 /N]          "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "1" OR x$ = "2" OR x$ = "3" OR x$ = "4" OR x$ = "N" THEN GOTO ContRes4 ELSE GOTO PregRes4
ContRes4:
IF x$ = "1" THEN GOTO Resultados1
IF x$ = "2" THEN GOTO Resultados2
IF x$ = "3" THEN GOTO Resultados3
IF x$ = "4" THEN GOTO Resultados4
IF x$ = "N" THEN RETURN

```

**** MENU DE ELECCION DE IMPRESORA ****

Sallmpr:

PregImpr1:

```

COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "          Desea Imprimir los resultados [/S /N]          "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "S" OR x$ = "N" THEN GOTO ContImpr1 ELSE GOTO PregImpr1
ContImpr1:
IF x$ = "S" THEN GOSUB TipoImpr
IF x$ = "N" THEN END
RETURN

```

TipoImpr:

PregTipoImpr:

```

COLOR 15, 1
COLOR 1, 7: LOCATE 24, 1: PRINT "          impresora Matricial [/M] impresora laser o Inyeccion a tinta [/I]          "; : x$ =
INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15, 1
IF x$ = "M" OR x$ = "I" THEN GOTO ContTipoImpr ELSE GOTO PregTipoImpr
ContTipoImpr:
IF x$ = "M" THEN GOSUB SallmprMatricial
IF x$ = "I" THEN GOSUB SallmprLaser ELSE GOTO Sallmpr
CLS
RETURN

```

*** SALIDA POR IMPRESORA MATRICIAL ***

SallmprMatricial:

'SETEO IMPRESORA *****

```

LPRINT CHR$(15)
WIDTH "LPT1:", 132
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); "ENERGOCAD - BalCAD 4.5/99
LPRINT Raya

```

Jorge Czajkowski"

```

LPRINT TAB(20); "DATOS GENERALES DEL EDIFICIO "
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); "CODIGO DEL EDIFICIO : "; NS; : LPRINT " LOCALIDAD : "; CLIMA$
LPRINT TAB(20); "APELLIDO Y NOMBRE : "; NOM$
LPRINT TAB(20); "NUMERO RENOVACIONES DE AIRE : "; NR
LPRINT TAB(20); "AREA CALEFACCIONADA : "; : LPRINT USING "##### "; AH; : LPRINT "m2"; : LPRINT "
VOLUMEN CALEFACCIONADO : "; : LPRINT USING "##### "; VOLUMEN; : LPRINT "m3"
LPRINT TAB(20); "AREA ENVOLVENTE : "; : LPRINT USING "##### "; AENV; : LPRINT "m2"; : LPRINT "
AREA EXPUESTA : "; : LPRINT USING "##### "; AEXP; : LPRINT "m2"
LPRINT TAB(20); "Albedo del suelo : "; RO
LPRINT TAB(20); "Rendimiento de una ventana de vidrio simple : "; NUVENT
LPRINT TAB(20); "Superficie efectiva de captación en ventanas: "; SUPEFEC
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); titporc$
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); "CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; MURO; : LPRINT USING "###.##"; (MURO * COEF) + .005; : LPRINT " % "
LPRINT TAB(20); " TECHOS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; TECHO; : LPRINT USING "###.##"; (TECHO * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(20); " VENTANAS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; VENTANA; : LPRINT USING "###.##"; (VENTANA * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(20); " PUERTAS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; PUERTA; : LPRINT USING "###.##"; (PUERTA * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(20); " PISOS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; PISO; : LPRINT USING "###.##"; (PISO * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(20); " RENOV. DE AIRE..W/°C...";
LPRINT USING "#####"; AIRE; : LPRINT USING "###.##"; (AIRE * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); titres$
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); "COMPACIDAD.....";
LPRINT USING " ###.##"; COMP
LPRINT TAB(20); "FACTOR DE FORMA.....";
LPRINT USING " ###.##"; FF
LPRINT TAB(20); "FACTOR DE EXPOSICION.....";
LPRINT USING " ###.##"; FE
LPRINT
LPRINT TAB(20); "CARGA TERMICA DEL EDIFICIO.....KW.h.....";
LPRINT USING "#####"; Q
LPRINT TAB(20); "COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO.....W/°C.....";
LPRINT USING "#####"; PERDIDAS
LPRINT TAB(20); "COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA.....W/m2°C...";
LPRINT USING "#####.##"; PERDIDAS / AH
LPRINT TAB(20); "COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN.....W/m3°C...";
LPRINT USING " ###.##"; G
LPRINT " "
LPRINT TAB(20); titbal$
LPRINT TAB(20); lsup$
LPRINT TAB(20); "3 Energia "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(20); "3 3 en KWh*"; : LPRINT CONTROL; : LPRINT " 3"
LPRINT TAB(20); lmed$
LPRINT TAB(20); "3 Perdidas 3";
FOR mes = 1 TO 12
LPRINT USING "#### "; QMes(mes) / CONTROL;
NEXT mes; LPRINT USING "#####"; Q / CONTROL;
LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); "3 Ganancias 3";
FOR mes = 1 TO 12
LPRINT USING "#### "; AporteSolarTotal(mes) / CONTROL;
NEXT mes
LPRINT USING "#####"; QAnoTotV / CONTROL;
LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); "3 Balance % 3";
FOR mes = 1 TO 12
LPRINT USING "#### "; RELAPERD(mes);
NEXT mes
LPRINT USING " ###.##"; RelaPerAnual; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); linf$

LPRINT TAB(20); lsup$
LPRINT TAB(20); "3 Sin sol "; : LPRINT meses$

```

```

LPRINT TAB(20); lmed$
LPRINT TAB(20); "3 m3/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GNAT(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GNA / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); "3 Kg/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GENV(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####"; GEA
/ 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); linf$

LPRINT TAB(20); lsup$
LPRINT TAB(20); "3 Con sol "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(20); lmed$
LPRINT TAB(20); "3 m3/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GNATSOL(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GNASOL / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); "3 Kg/mes/10 3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GENVSOL(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GEASOL / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); linf$

LPRINT TAB(20); titbal2$
LPRINT TAB(20); lsup$
LPRINT TAB(20); "3 Energia "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(20); "3      3      en kWh*"; : PRINT CONTROL; : PRINT "      3"
LPRINT TAB(20); lmed$
LPRINT TAB(20); "3 Env.opaca 3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; GENF(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    LPRINT USING "#####"; GENFA / CONTROL; : LPRINT "3"

LPRINT TAB(20); "3 Env.vidrio3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; AporteSolar(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    LPRINT USING "#####"; AporteAnual / CONTROL; : LPRINT "3"

LPRINT TAB(20); "3 Total 3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; (AporteSolar(mes) + GENF(mes)) / CONTROL; : NEXT mes: LPRINT USING
"#####"; (AporteAnual + GENFA) / CONTROL; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(20); linf$

RETURN

*** SALIDA POR IMPRESORA LASER O DESKJET ***
SalImprLaser:
LPRINT TAB(1); "ENERGOCAD - BaICAD 4.5/03                      Arq. Jorge Czajkowski"
LPRINT TAB(1);
"=====
="
LPRINT TAB(1); "DATOS GENERALES DEL EDIFICIO "
LPRINT " "
LPRINT TAB(1); "CODIGO DEL EDIFICIO : "; N$
LPRINT TAB(1); "LOCALIDAD      : "; CLIMA$
LPRINT TAB(1); "APELLIDO Y NOMBRE : "; NOM$
LPRINT
LPRINT TAB(1); "NUMERO RENOVACIONES DE AIRE : "; NR
LPRINT TAB(1); "AREA CALEFACCIONADA      : "; : LPRINT USING "##### "; AH; : LPRINT "m2"
LPRINT TAB(1); "VOLUMEN CALEFACCIONADO   : "; : LPRINT USING "##### "; VOLUMEN; : LPRINT "m3"
LPRINT TAB(1); "AREA ENVOLVENTE         : "; : LPRINT USING "##### "; AENV; : LPRINT "m2"
LPRINT TAB(1); "AREA EXPUESTA           : "; : LPRINT USING "##### "; AEXP; : LPRINT "m2"

LPRINT " "
LPRINT TAB(1); titporc$
LPRINT " "
LPRINT TAB(1); "CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS.....W/°C...";
LPRINT USING " #####"; MURO; : LPRINT USING " ##.##"; (MURO * COEF) + .005; : LPRINT " % "
LPRINT TAB(1); "      TECHOS.....W/°C...";
LPRINT USING " #####"; TECHO; : LPRINT USING " ##.##"; (TECHO * COEF) + .005; : LPRINT " % "
LPRINT TAB(1); "      VENTANAS.....W/°C...";

```

```

LPRINT USING "#####"; VENTANA; : LPRINT USING "##.##"; (VENTANA * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(1); "          PUERTAS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; PUERTA; : LPRINT USING "##.##"; (PUERTA * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(1); "          PISOS.....W/°C...";
LPRINT USING "#####"; PISO; : LPRINT USING "##.##"; (PISO * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT TAB(1); "          RENOV. DE AIRE..W/°C...";
LPRINT USING "#####"; AIRE; : LPRINT USING "##.##"; (AIRE * COEF) + .005; : LPRINT " %"
LPRINT " "
LPRINT TAB(1); titres$
LPRINT " "
LPRINT TAB(1); "COMPACIDAD.....";
LPRINT USING "  ##"; COMP
LPRINT TAB(1); "FACTOR DE FORMA.....";
LPRINT USING "  ##"; FF
LPRINT TAB(1); "FACTOR DE EXPOSICION.....";
LPRINT USING "  ##"; FE
LPRINT
LPRINT TAB(1); "CARGA TERMICA DEL EDIFICIO.....KW.h.....";
LPRINT USING "#####"; Q
LPRINT TAB(1); "COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO.....W/°C.....";
LPRINT USING "#####"; PERDIDAS
LPRINT TAB(1); "COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA.....W/m2°C...";
LPRINT USING "  ##.##"; PERDIDAS / AH
LPRINT TAB(1); "COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN.....W/m3°C...";
LPRINT USING "  ##.##"; G
LPRINT " "
LPRINT TAB(1); titbal$
LPRINT TAB(1); lsup$
LPRINT TAB(1); "3 Energia  "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(1); "3          3          en kWh*"; : LPRINT CONTROL; : LPRINT "          3"
LPRINT TAB(1); lmed$
LPRINT TAB(1); "3 Perdidas  3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; QMes(mes) / CONTROL;
NEXT mes; LPRINT USING "#####"; Q / CONTROL;
LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); "3 Ganancias  3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; AporteSolarTotal(mes) / CONTROL;
NEXT mes
LPRINT USING "#####"; QAnoTotV / CONTROL;
LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); "3 Balance %  3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; RELAPERD(mes);
NEXT mes
LPRINT USING "  ##"; RelaPerAnual; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); linf$

LPRINT TAB(1); lsup$
LPRINT TAB(1); "3 Sin sol  "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(1); lmed$
LPRINT TAB(1); "3 m3/mes/10  3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GNAT(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GNA / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); "3 Kg/mes/10  3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GENV(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####"; GEA
/ 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); linf$

LPRINT TAB(1); lsup$
LPRINT TAB(1); "3 Con sol  "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(1); lmed$
LPRINT TAB(1); "3 m3/mes/10  3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GNATSOL(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GNASOL / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); "3 Kg/mes/10  3";
    FOR mes = 1 TO 12: LPRINT USING "#### "; GENVSOL(mes) / 10; : NEXT mes: LPRINT USING "#####";
GEASOL / 10; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); linf$

```

```

LPRINT TAB(1); titbal2$
LPRINT TAB(1); lsup$
LPRINT TAB(1); "3 Energia "; : LPRINT meses$
LPRINT TAB(1); "3      3      en kWh*"; : PRINT CONTROL; : PRINT "      3"
LPRINT TAB(1); lmed$
LPRINT TAB(1); "3 Env.opaca 3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; GENF(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    LPRINT USING "#####"; GENFA / CONTROL; : LPRINT "3"

LPRINT TAB(1); "3 Env.vidrio3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; AporteSolar(mes) / CONTROL;
NEXT mes
    LPRINT USING "#####"; AporteAnual / CONTROL; : LPRINT "3"

LPRINT TAB(1); "3 Total 3";
FOR mes = 1 TO 12
    LPRINT USING "#### "; (AporteSolar(mes) + GENF(mes)) / CONTROL; : NEXT mes: LPRINT USING
"#####"; (AporteAnual + GENFA) / CONTROL; : LPRINT "3"
LPRINT TAB(1); linf$
LPRINT TAB(1);
"=====
="
RETURN

'*** SALIDA A DISCO ***
SalDat:

SHELL "CD\acad14\RESU"
ARCH10$ = "R1-" + N$ + ".TXT"
ARCH20$ = "R2-" + N$ + ".TXT"
OPEN ARCH10$ FOR OUTPUT AS #1

PRINT #1, "  DATOS GENERALES DEL EDIFICIO "
PRINT #1, " "
PRINT #1, "  CODIGO DEL EDIFICIO : "; N$
PRINT #1, "  LOCALIDAD      : "; CLIMA$
PRINT #1, "  APELLIDO Y NOMBRE : "; NOM$
PRINT #1, " "
PRINT #1, "  NUMERO RENOVACIONES DE AIRE : "; NR
PRINT #1, "  AREA CALEFACCIONADA : "; : PRINT #1, USING "##### "; AH; : PRINT #1, "m2";
PRINT #1, "  AREA ENVOLVENTE : "; : PRINT #1, USING "##### "; AENV; : PRINT #1, "m2"
PRINT #1, "  VOLUMEN CALEFACCIONADO : "; : PRINT #1, USING "##### "; VOLUMEN; : PRINT #1, "m3";
PRINT #1, "  AREA EXPUESTA : "; : PRINT #1, USING "##### "; AEXP; : PRINT #1, "m2"
PRINT #1, " "
PRINT #1, " "; : PRINT #1, titporc$
PRINT #1, " "
PRINT #1, "  CONSUMO DEBIDO A PERDIDAS POR MUROS      W/°C ";
PRINT #1, USING "#####"; MURO; : PRINT #1, USING "##.##"; (MURO * COEF) + .005; : PRINT #1, " % "
PRINT #1, "      TECHOS      W/°C ";
PRINT #1, USING "#####"; TECHO; : PRINT #1, USING "##.##"; (TECHO * COEF) + .005; : PRINT #1, " % "
PRINT #1, "      VENTANAS.....W/°C...";
PRINT #1, USING "#####"; VENTANA; : PRINT #1, USING "##.##"; (VENTANA * COEF) + .005; : PRINT #1, "
%"
PRINT #1, "      PUERTAS.....W/°C...";
PRINT #1, USING "#####"; PUERTA; : PRINT #1, USING "##.##"; (PUERTA * COEF) + .005; : PRINT #1, " %"
PRINT #1, "      PISOS      W/°C ";
PRINT #1, USING "#####"; PISO; : PRINT #1, USING "##.##"; (PISO * COEF) + .005; : PRINT #1, " %"
PRINT #1, "      RENOV. DE AIRE W/°C ";
PRINT #1, USING "#####"; AIRE; : PRINT #1, USING "##.##"; (AIRE * COEF) + .005; : PRINT #1, " %"
PRINT #1,
PRINT #1, titres$
PRINT #1, " "
PRINT #1, "  COMPACIDAD      ";
PRINT #1, USING " ##.##"; COMP
PRINT #1, "  FACTOR DE FORMA      ";
PRINT #1, USING " ##.##"; FF
PRINT #1, "  FACTOR DE EXPOSICION      ";

```

```

PRINT #1, USING "  #.##"; FE
PRINT #1, " "
PRINT #1, "  CARGA TERMICA DEL EDIFICIO          KW.h  ";
PRINT #1, USING " #####"; Q
PRINT #1, "  COEFICIENTE UA DEL EDIFICIO          W/oC  ";
PRINT #1, USING " #####"; PERDIDAS
PRINT #1, "  COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE AREA      W/m2oC  ";
PRINT #1, USING "  ##.#"; PERDIDAS / AH
PRINT #1, "  COEFICIENTE UA POR UNIDAD DE VOLUMEN    W/m3oC  ";
PRINT #1, USING "  ##.##"; G

CLOSE #1

OPEN ARCH20$ FOR OUTPUT AS #1

PRINT #1, titbal$

PRINT #1, "
PRINT #1, " Energia  "; : PRINT #1, meses$
PRINT #1, "          en KWh*"; : PRINT #1, CONTROL; : PRINT #1, " "
PRINT #1, "
PRINT #1, " Perdidas  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; QMes(mes) / CONTROL; : NEXT mes: PRINT #1, USING
"#####"; Q / CONTROL
PRINT #1, " Ganancias  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; AporteSolarTotal(mes) / CONTROL; : NEXT mes: PRINT #1,
USING "#####"; QAnoTotV / CONTROL
PRINT #1, " Balance %  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; RELAPERD(mes); : NEXT mes: PRINT #1, USING "#####";
RelaPerAnual
PRINT #1, "
PRINT #1, "
PRINT #1, " Sin sol  "; : PRINT #1, meses$
PRINT #1, "
PRINT #1, " m3/mes/10  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; GNAT(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT #1, USING
"#####"; GNA / 10
PRINT #1, " Kg/mes/10  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; GENV(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT #1, USING
"#####"; GEA / 10
PRINT #1, " "
PRINT #1, "
PRINT #1, " Con sol  "; : PRINT #1, meses$
PRINT #1, "
PRINT #1, " m3/mes/10  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; GNATSOL(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT #1, USING
"#####"; GNASOL / 10
PRINT #1, " Kg/mes/10  ";
FOR mes = 1 TO 12: PRINT #1, USING "#### "; GENVSOL(mes) / 10; : NEXT mes: PRINT #1, USING
"#####"; GEASOL / 10
PRINT #1, "
CLOSE #1
SHELL "CD\acad14"
RETURN

```

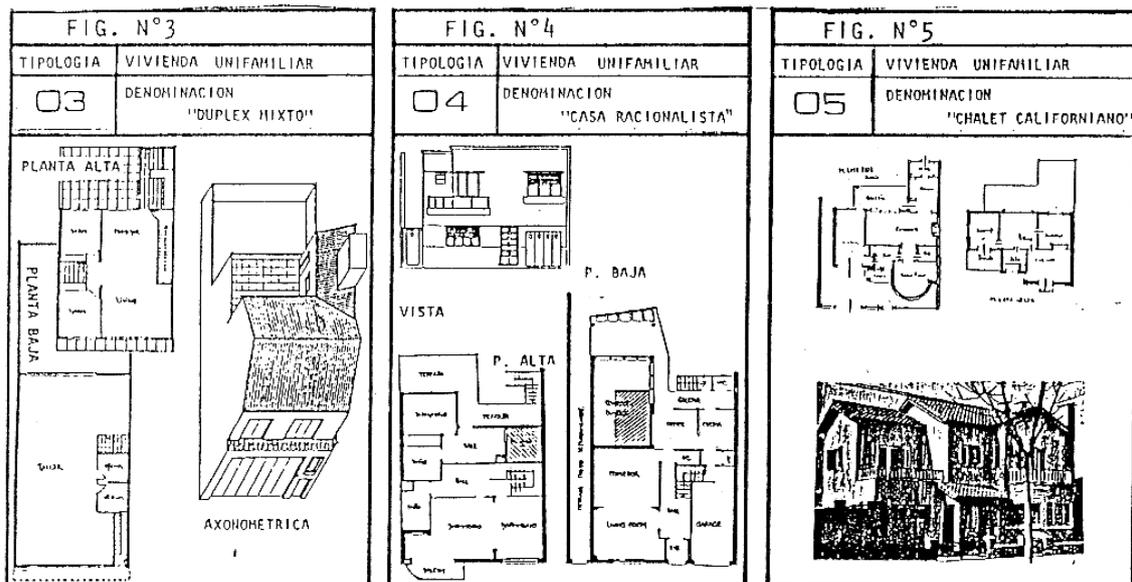
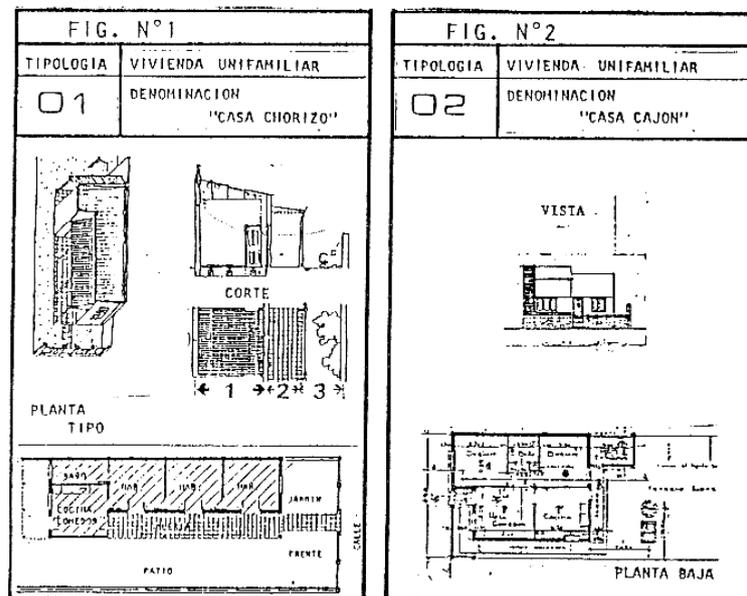
```

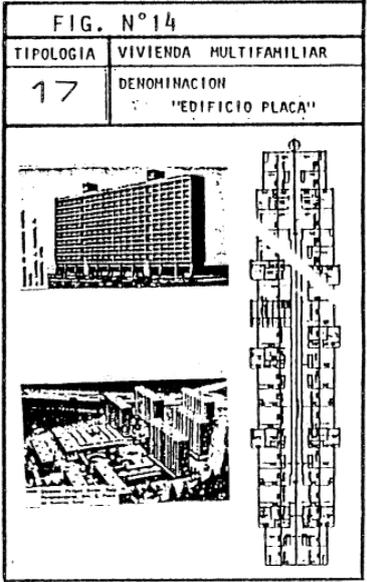
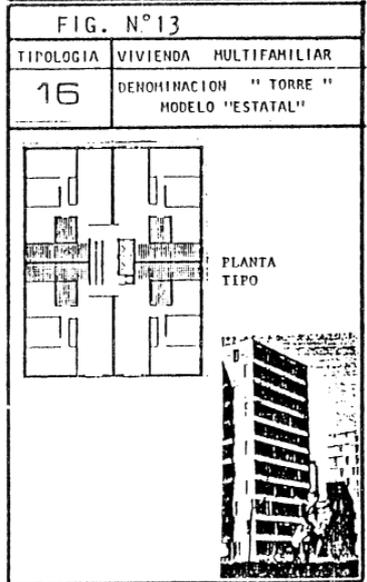
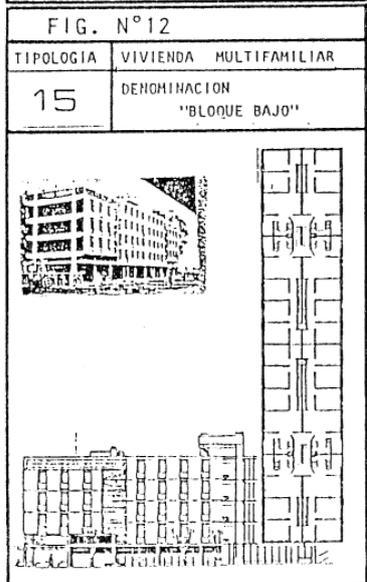
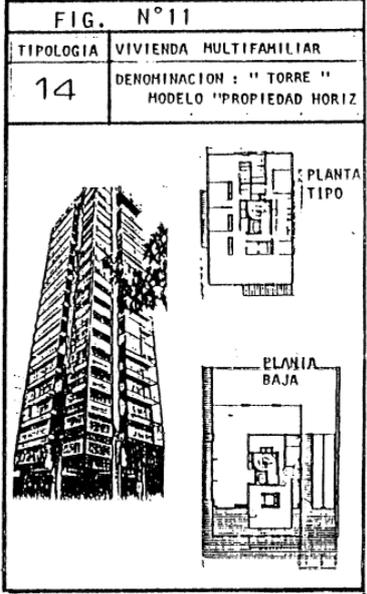
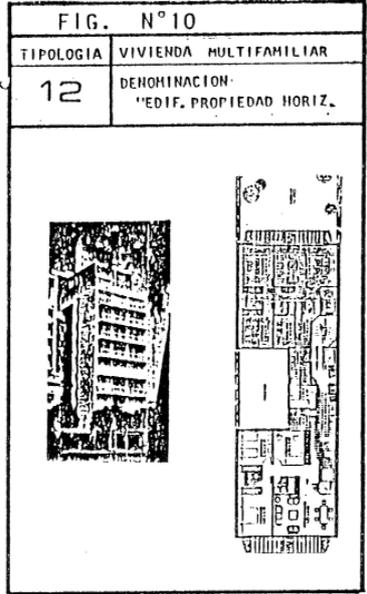
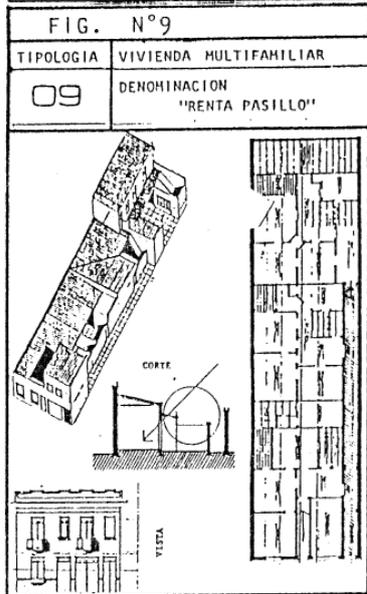
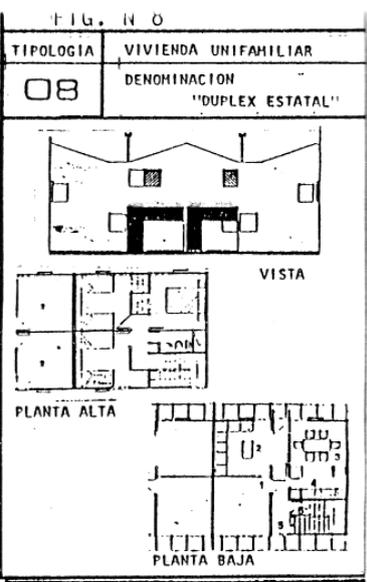
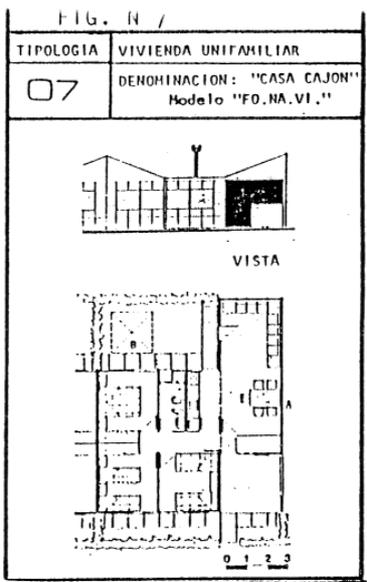
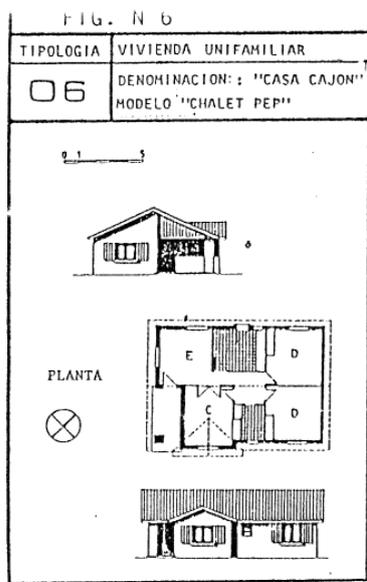
'PregMas1:
'COLOR 15, 1
'COLOR 1, 7: LOCATE 23, 22: PRINT " Los datos son correctos [S/N]"; : x$ = INPUT$(1): x$ = UCASE$(x$): COLOR 15,
1
'IF x$ = "N" OR x$ = "S" THEN GOTO ContMas1 ELSE GOTO PregMas1
'ContMas1:
'IF x$ = "N" THEN GOTO DatosMascara1
'RETURN

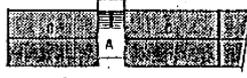
```

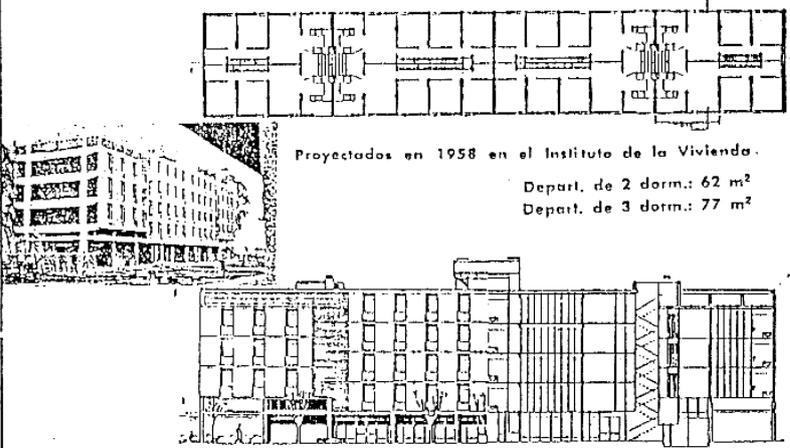
Catálogo sintético de tipos de viviendas

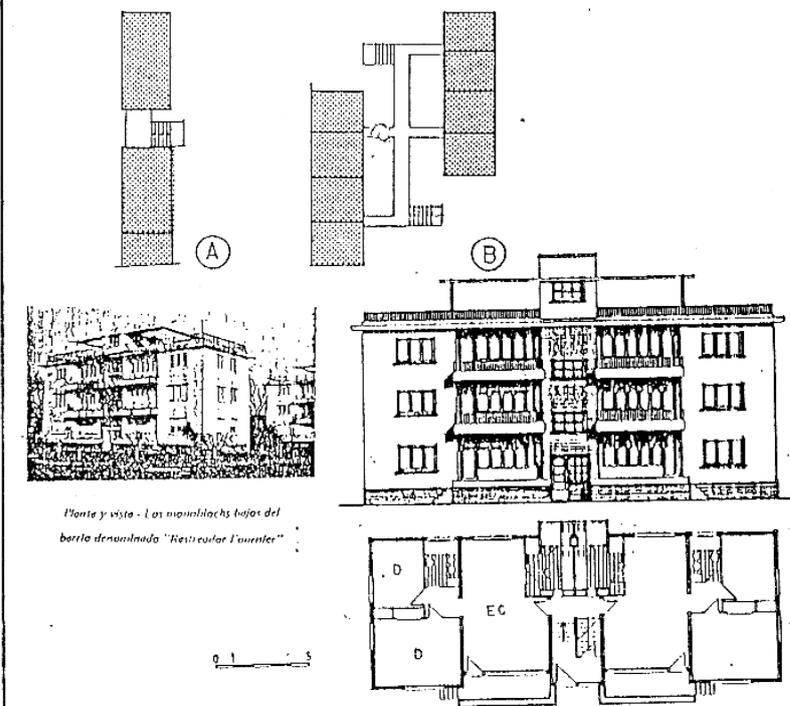
En este anexo se expone una versión sintética del *Catálogo de tipologías de viviendas del área metropolitana de Buenos Aires*, resultado de una beca de iniciación del CONICET (1988-1990). Este catálogo fue publicado como libro por la UNLP en 1992.





	TIPOLOGIA	1.0. VIVIENDA MULTIFAMILIAR	HOJA 1	1.3. LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO :							
	15	1.2. DENOMINACION "BLOQUE BAJO"		34° LATITUD SUR 994 GD - 18 C							
1.4. PERIODO HISTORICO	1950	10	20	30	40	50	60	70	80	90	2000
1.5. DESCRIPCION	CONFORMA UN BLOQUE DE PERIMETRO LIBRE EN EL CUAL EL LARGO ES MAYOR QUE LA ALTURA Y EL ANCHO. LAS CIRCULACIONES VERTICALES SE RESUELVEN POR ESCALERAS QUE ALIMENTAN 3 o 4 NIVELES ALTOS. EL NIVEL CERO SE CONFIGURA CON ESPACIOS DE USO COMUN Y EN ALGUNOS CASOS ESPACIOS PRIVATIVOS DE LAS UNIDADES DE PLANTA BAJA.						ESQUEMA DE PARTIDO  PLANTA A- Núcleo circulatorio vertical: escaleras. C- Unidad de vivienda.				
							CORTE				

2.0. ORGANIZACION Y FUNCIONAMIENTO DEL EDIFICIO	2.1. HABITABILIDAD
 <p>Proyectados en 1958 en el Instituto de la Vivienda.</p> <p>Depart. de 2 dorm.: 62 m² Depart. de 3 dorm.: 77 m²</p>	<p>Varían notablemente según las familias de modelos. Los de simple orientación permiten optimizar la orientación mientras que los de doble requieren un compromiso. Esta tipología permite minimizar las exposiciones desfavorables y las sombras a linderos.</p> <p>Pueden generarse buenas condiciones de ventilación e iluminación. Las unidades del nivel superior quedan comprometidas cuando no se resuelven correctamente las aislaciones de la cubierta.</p>

2.2. MODELOS DEL TIPO - SU IMPLANTACION	2.3. DESCRIPCION
 <p>Planta y vista - Los apartamentos bajos del barrio denominado "Reservar Laureles"</p>	<p>Son comunes dos familias de modelos</p> <p>A- Bloques articulados con circulación vertical descentralizada y acceso a unidades de vivienda por pailer.</p> <p>B- Bloques conectados por corredores y circulación vertical concentrada en algunos puntos.</p> <p>Las variaciones de cada familia se generan: a-nivel o a-medio nivel respecto a la planta tipo; b-por la introducción de unidades duplex. En todos los casos se conforman núcleos húmedos.</p>

✳	TIPOLOGIA	1.6. VIVIENDA MULTIFAMILIAR	HOJA 2	1.3. LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO :
	15	1.2. DENOMINACION "BLOQUE BAJO"		34° LATITUD SUR 99° 40' GD - 18 C

Bloque con unidades de 3 dormitorios - Tipo B.

Nombre original: 17 de Octubre
Nombre actual: José de San Martín, conocido también como barrio Grafiá

Densidad habitacional: 380 Habi/ha
Cantidad de unidades de vivienda: 959
Tipo de unidad de vivienda: 783 de 2 dormitorios: 176 de 3 dormitorios, en 14 alas.

Año de proyecto: 1959

Ubicación: delimitada por las Avenidas Gral. Paz y de los Constituyentes y las calles Ezeiza, Bulacio y Álvarez Basile. Dentro de la Capital Federal en uno de los límites de Villa Pueyrredón

Bloque con unidades de 2 dormitorios - Tipo A. Las alas que están contraindicadas por la simple adición de 2, 3, 4 ó 5 bloques de 2 unidades por planta.

Planta de la misma tira con departamentos de 2 dormitorios y de 3 en los remates

Nombre actual: Barrio Manuel Bungeo
Proyecto y dirección: Comisión Municipal de la Vivienda de la Ciudad de Buenos Aires

Año de proyecto: 1946

Detalle de la cabecera de la tipología de tira donde se encuentran las unidades de 2 y 3 dormitorios

Densidad habitacional: 200 Habi/ha.
Cantidad de unidades de viviendas: 1.068
Ubicación: calles Ezeandri de la Torre, Francisco Bilbao, Corhué y Av. del Trabajo, Mataderos - Capital Federal

PLANTA TIPO

CORTE

VISTA

PLANTA TIPO

CORTE

VISTA

Conjunto habitacional Ciudadela I y II

CORTE

VISTA

Operadora: FONAVI
Año de proyecto: 1979.

	TIPOLOGIA	1.0. VIVIENDA MULTIFAMILIAR	HOJA 3	1.3. LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO : 34°1. ATITUD SUR 994 GD. - 18 C
	15	1.2. DENOMINACION "BLOQUE BAJO"		

4.0. MODO CONSTRUCTIVO	TRADICIONAL RACIONALIZADO DIFERENTES SISTEMAS PREFABRICADOS, INCLUYENDO SISTEMAS MIXTOS. CONSTRUCCION FUNDAMENTALMENTE POR EMPRESAS CONSTRUCTORAS PARA COMITENTES DEL ESTADO, QUE PRODUCE EL DISEÑO ORIGINAL, UNA PARTE IMPORTANTE DE LA PRODUCCION SE ORIGINA EN DISEÑOS SURTIDOS DE CONCURSOS NACIONALES DE ANTEPROYECTOS.
4.1. TECNOLOGIA Y MATERIALES CONSTRUCTIVOS	<p>CUBIERTAS AZOTEA ACCESIBLE O NO DE LOSA DE HORMIGON ARMADO, LOSA CERAMICA Y LOSA PRETENSADA CON AISLACION HIDROFUDA, TERMINACION NEGRA O ALUMINIO. BOVEDA CATALANA DE LADRILLOS CON AISLACION HIDROFUGA, CHAPA AUTOPORTANTE DE HIERRO GALVANIZADO O ALUMINIO. TEJAS CON ESTRUCTURA DE SOSTEN.</p> <p>CIELOSOSOS APLICADOS BAJO LOSA O SUSPENDIDOS DE YESO, AUTOPORTANTE DE YESO MINERALIZADO O LANA DE VIDRIO, CON ESTRUCTURA ESPECIAL</p> <p>MUROS Y TABIQUES MAHPOSTERIA ASENTADA SOBRE MORTERO DE CAL Y ARENA. MUROS EXTERIORES: LADRILLOS COMUNES DE 0,30 M, LADRILLOS CERAMICOS HUECOS DE 0,20 M, BLOQUES DE HORMIGON Y PANELES DIVERSOS. MUROS INTERIORES: LADRILLOS COMUNES DE 0,15 M, LADRILLOS CERAMICOS HUECOS DE 0,10 M, PANELES DIVERSOS.</p> <p>REVOQUE EXTERIOR: MORTERO DE CEMENTO AZOTADO HIDROFUGO, GRUESO Y FINO A LA CAL, TERMINADO A FIELTRO Y PINTADO, SIN REVOCAR (LADRILLO VISTO, PANELES, ETC.). PREPARADOS ESPECIALES PARA REVOQUES O PINTURAS SILICONADAS. INTERIOR: GRUESO Y FINO A LA CAL, TERMINACION A FIELTRO, PINTADO, SIN REVOCAR.</p> <p>PISOS ALISADOS DE CEMENTO, PLACAS VINILICAS DE 1,6 MM DE ESPESOR, MOSAICOS CALCAREOS DE 0,20 X 0,20 M O CERAMICO.</p> <p>CARPINTERIAS MADERA: FABRICACION EN SERIE, MARCOS HACIZOS, HOJAS DE ABRIR, POSTIGONES, CORTINA DE ENROLLAR PLASTICA O DE MADERA. METALICAS: FABRICACION EN SERIE, PERFILERIA DE ALUMINIO, HIERRO O CHAPA DOBLADA N°18. SUPERFICIE MAXIMA 2,5 M2. VENTANAS CON HOJAS DE ABRIR, CORREDIZAS. POSTIGONES METALICOS, CORTINAS DE ENROLLAR PLASTICAS O DE MADERA.</p> <p>REVESTIMIENTOS AZULEJOS SIN PIEZAS DE TERMINACION, CUATRO HILADAS SOBRE MESADA Y PILETA DE LAVAR, ALTURA EN BAROS 1,6 M.</p>

4.2. REFERENCIAS	<p>* REVISTA SUMMA N° 36 "BARRIO EMAUS, CIUDAD GENERAL BELGRANO. Buenos Aires". pp 78. "BANCO EMPLEADOS PROVINCIALES ASOCIADOS, CARRODILLA. Mendoza". pp 80. "CONJUNTO HABITACIONAL PENN. SAN ANTONIO DE ARECO. Buenos Aires". pp 82. "VIVIENDAS EL SALADERO, BAHIA BLANCA. Buenos Aires". pp 84. "CONORCIO INTERNACIONAL DE LA VIVIENDA DE BAHIA BLANCA. Buenos Aires". pp 86. "CONJUNTOS HABITACIONALES VILLA ZAGALA (SAN MARTIN) Y LLAVALLOL (LOMAS DE ZAHORA). Buenos Aires". pp 75/76.</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 193 pp 63 "CONJUNTO HABITACIONAL EN ENSEHADA"</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 113 (1977) pp 21/23 "CONJUNTO HABITACIONAL. PIEDRABUENA, MATADEROS. Capital Federal."</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 111 "CONJUNTO SAN FRANCISCO, Córdoba". pp 44. "CONJUNTO EN MAR DEL PLATA". pp 43 "CONJUNTO CORRIENTES, Corrientes. CONJUNTO PARANA, Entre Rios". pp 44. "CONJUNTO HABITACIONAL CIUDADELA I y II". pp 79. "CONJUNTO HABITACIONAL OJO DE AGUA, Tucumán". pp 81. "CENTRO SANTO DOMINGO, Córdoba". pp 80.</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 86 pp 36. "BARRIO INTERGREMIAL CARLOS PELLEGRINI, MAR DEL PLATA, Buenos Aires". "CONJUNTO HABITACIONAL VILLA TRANQUILA, AVELLANEDA, Buenos Aires".</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 103 pp. 37 a 44 "BARRIO JOAQUIN Y OCA I"</p> <p>* REVISTA SUMMA N° pp. 40 a 42 "CONJUNTO HABITACIONAL PARA LA CGT, CORDOBA".</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 214 pp. 37 a 42 BORTHAGARAY, JUAN MANUEL. "VIVIENDA DE INTERES SOCIAL".</p> <p>* ROCA MIGUEL C. "COMENTARIO SOBRE UNA VIVIENDA COLECTIVA EN BUENOS AIRES". REVISTA OBRADOR N° 3. pp 45 a 47.</p> <p>* BORTHAGARAY JUAN MANUEL. "PANORAMA DE LA ACCION DE VIVIENDA EN LA ARGENTINA". REVISTA AMBIENTE N°39. pp 13 a 21</p> <p>* ZALBA HILARIO. "MONOBLOQUES DEL INSTITUTO DE LA VIVIENDA". REVISTA OBRADOR N° 2. pp 24 a 27. (1963/64)</p> <p>* REVISTA SUMMA N° 187 (1983) "CONJUNTO HABITACIONAL AZUL". pp 54.</p>
---------------------	---

FICHA RESUMEN Nº 2		T 15		IMPLANTACION	
TIPOLOGIA: BLOQUE BAJO		MODELO: -A-			
LOCALIZACION: Barrio 5 de Mayo - Eec.45 - 3º B		ENSENADA			
1. PERIODO HISTORICO		1900 10 20 30 40 50 60 70 80 90 2000			
DESCRIPCION	CONFORMA UN BLOQUE DE PERIMETRO LIBRE EN EL CUAL EL LARGO ES MAYOR QUE LA ALTURA Y EL ANCHO. LAS CIRCULACIONES VERTICALES SE RESUELVEN POR ESCALERAS QUE ALIMENTAN 3 o 4 NIVELES ALTOS. EL NIVEL CERO SE CONFIRMA CON ESPACIOS DE USO COMUN Y EN ALCUNOS CASOS ESPACIOS PRIVATIVOS DE LAS UNIDADES DE PLANTA BAJA.		ESQUEMA DE PARTIDO		LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO 34° LATITUD SUR 994 G.D. - 18°C
			<p>PLANTA</p> <p>A- Núcleo circulatorio vertical: escaleras. C- Unidad de vivienda.</p> <p>CORTE</p>		

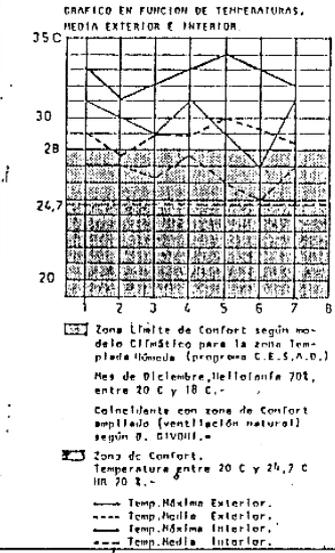
DOCUMENTACION GRAFICA	<p>PLANTA</p>		<p>OBSERVACIONES: Departamento inserto en una tipología multifamiliar, ubicación en el último piso entre unidades similares. Tejido abierto con espacios de uso público entre bloques. De media densidad en tres niveles. Sector periférico de la localidad de Ensenada próximo al río, muy expuesto a los vientos.</p>
	<p>FACHADA NO</p>		

ASPECTOS DIMENSIONALES				TECNOLOGIA		DESCRIPCION					
1.	SUPERFICIE HABITABLE		64,0	m ²	CUBIERTA		.Tejas cerámicas .Aislación térmica (2cm) .Carton alquitranado sobre entablonado de madera 3/4\"				
2.	VOLUMEN HABITABLE		172,9	m ³			Kt(W/m ² .C) 0,61	Kl(W/m ² .C) 0,79			
3.	COMPACIDAD	-Co-	0,36	--			MURO EXTER.		.Mampostería de bloques cerámicos huecos, esp.0,20m. .Revocado en ambas caras.		
4.	FACTOR DE FORMA	-f-	1,04	--					K (W/m ² .C) 1,84		
5.	FACTOR DE EXPOSICION	-fe-	0,69	--					MURO INTER.		.Mampostería de bloques cerámicos huecos, esp.0,10m. .Revocado en ambas caras.
6.	ALTURA MEDIA DE LOCALES	-h-	2,70	m							K (W/m ² .C) 2,79
7.					SOLADO		.Solado de baldosas calcáreas sobre mezcla de asiento de cal y arena. .Carpeta de concreto sobre losa aliviada de bovedillas cerámicas. .Cielorrazo aplicado a la cal				
ASPECTOS ENERGETICOS				ABERTURAS			K (W/m ² .C) 1,79				
1.	CONSUMO ANUAL/m ² : ELECTRICIDAD		17,8	KW.h/m ² /año			DESCRIPCION				
2.	: GAS NATURAL		15,4	m ³ /h.m ² a							
3.	COEF. GLOBAL DE PERDIDAS		-G-	2,9	W/m ² .C						
4.	COEF. DE PERDIDAS P/m ²		-Kprima-	7,9	W/m ² .C						
5.	COEF. MEDIO DE PERDIDAS		-Kmedio-	2,79	W/m ² .C						
6.	PERDIDAS POR	TECHOS	33,3	X	179,15	MJ					
7.		MUROS	23,6	X	126,97	MJ					
8.		ABERTURAS	9,4	X	50,57	MJ					
9.		PISOS	16,9	X	90,92	MJ					
10.	ENVOLVENTE	RENOV.AIRE	16,5	X	88,77	MJ					
11.	NECESIDAD DE ENERGIA POR BALANCE		1.378	MJ							
12.	APORTE DE ENERGIA SEGUN MEDICIONES		1.211	MJ							
13.	DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE 11 Y 12		13	X							
14.											

① SITUACION DE CONFORT EN VERANO

Lectura: 15 al 22 de Diciembre de 1986

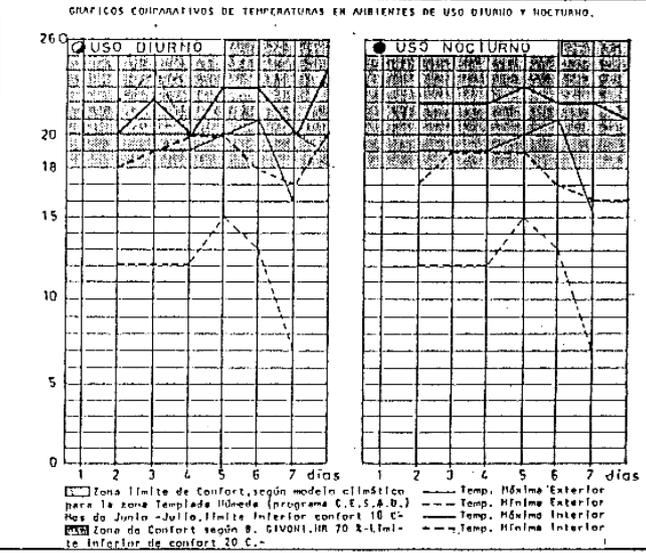
Temp. semanal Máx: 29,5C Méd: 26,5C



② SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO

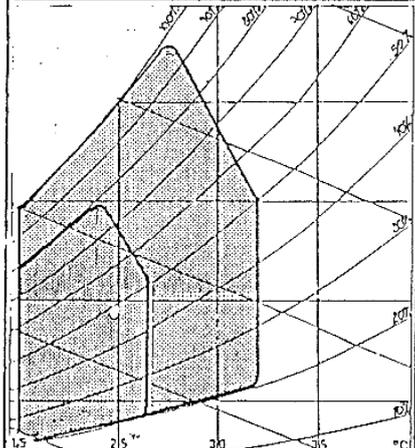
Lectura: 6 de Agosto al 13 de Agosto de 1986

Temperatura semanal Máx: 18,6C Mín: 15,3C Méd: 18,8C

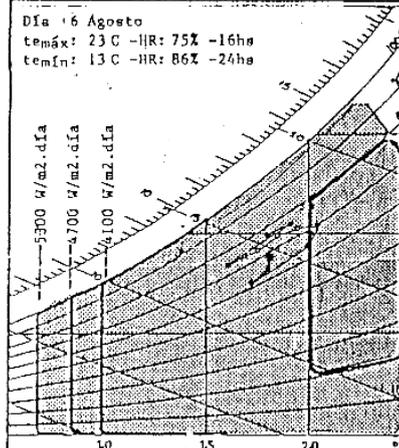


REFERENCIAS:
 * INICIO DE LECTURA: Hora 14 - Secuencia cada 2 hs
 [] ZONA DE CONFORT HIGROTERMICO Según D. CIVIONI
 [] ZONA DE CONFORT AMPLIADO (Ventilación natural o mecánica) Según D. CIVIONI
 [] ZONA DE CONFORT HIGROTERMICO, Según D. CIVIONI
 [] ZONA DE CONFORT AMPLIADO (con calentamiento solar pasivo), Según D. CIVIONI

③ SITUACION DE CONFORT HIGROTERMICO EN VERANO



④ SITUACION DE CONFORT HIGROTERMICO EN INVIERNO



DIAGNOSTICO

a. CALIDAD TERMICA DE LA ENVOLVENTE: El coeficiente G de esta tipología se encuentra un 3,4% por debajo del admisible por norma (9). Según balance las mayores pérdidas se producen por techos 33,3% (168,4 W/C) y muros 23,6% (119,3 W/C). En menor medida por infiltraciones y pisos, 16,9% (85,4 W/C) y 16,5% (83,4 W/C) respectivamente. Las pérdidas por aberturas 9,4% (47,5 W/C) es similar a todos los casos anteriormente analizados. Por su ubicación dentro del edificio, posee un factor de exposición alto ($f_e = 0,69$).

b. COMPORTAMIENTO TERMICO: En esta tipología como en otras de alta densidad, influye significativamente la orientación y ubicación dentro del edificio. Esto podemos verlo en las fichas 16 y 20 donde se comparan unidades de viviendas con distintas ubicaciones y lectura simultánea de temperaturas internas, para dos tipologías distintas (bloque bajo y placa).

VERANO: Las condiciones de confort son deficientes, las principales causas son: a- mala aislación de cubierta, b- orientación N.O. y c- falta de ventilación cruzada.

La fig.1 muestra el comportamiento térmico, donde las temperaturas interiores (t_i media = 30,7 C) supera en 4,2 C la media exterior (t_e media = 26,5 C), con temperaturas interiores máxima-medias de 32,6 C. La vivienda esta sometida a un excesivo sobrecalentamiento que impide todo tipo de refrescamiento pasivo en la presente situación.

INVIERNO: Del análisis de la fig.2 no surge una diferenciación significativa entre áreas de uso diurno y nocturno (Δt áreas = 0,2 C). La condición de confort semanal es (t_i media = 20 C), considerando que su consumo de energía, supera en sólo 2% la media muestral.

Ejemplo de encuesta socio-energética

A. IDENTIFICACIÓN		6. Nombre y Apellido del Titular ANGEL COMEZ	
1. Número de encuesta	003	B. LOCALIZACIÓN	
2. Fecha	14/7/98	1. Domicilio	502 N° 1125
3. Encuestador	C. R. A. S. I. C. O. S. C. I. T.	2. Localidad / CP	m. B. GONNET (1897)
4. Respondente	ROSA POLO	3. Teléfono	841240
5. Razón de no respuesta	—		

C. CARACTERÍSTICAS DE LA VIVIENDA				
1. Tipología	2		2. Superficie cubierta interior (m²)	
3. Año de construcción	1960	4. Año de ocupación	1978	5. ¿Amplió la vivienda? S ¿Cuándo? SI 1982
6. Cantidad de pisos en el edificio	1	7. Número de piso	—	8. Cantidad de habitaciones (sin contar baño y cocina)
9. Cantidad de ocupantes	2	10. Local de comercio (tipo)	—	5
		11. Local / taller de trabajo (tipo)	—	—

D. DATOS DE LOS COMPONENTES DEL HOGAR									
No incluir: pensionistas; personal doméstico sin cama adentro; miembros de la familia que duerman menos de 3 noches por semana en la vivienda (salvo que aporten la mayor parte del ingreso familiar o poseen un trabajo "itinerante"); miembros ausentes desde hace más de 6 meses, o que fijaron o piensan fijar residencia en otra vivienda.									
N°	PARENTESCO	SEXO	EDAD	SALUD	EDUCACIÓN FORMAL Y CAPACITACIÓN				
					e. ¿Asiste o asistió a algún establecimiento educativo?	f. Nivel que cursa	g. Nivel más alto alcanzado	h. ¿Completó ese nivel?	i. Además de la educación formal: a. ¿Se capacitó laboralmente en su trabajo o un centro educativo? b. ¿Cuándo tomó el último curso laboral?
1	JEFES/A	1	72	1-6	1	—	2	1	6
2	2	2	62	1-6	1	—	2	1	6
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
	1-Jefe/a 2-Cónyuge/pareja 3-Hijo/hija(s)/a 4-Yerno/nuera 5-Hermano/a 6-Nieto/a 7-Cuñado/a 8-Padre/madre/suegro/a 9-Otro familiar 10-Otro no familiar	1-Vardn 2-Mujer	00-Menor 1 año 98-99 años o + 99-NS/NR	1-O social obligat. 2-Afiliac. voluntaria 3-Ambas 4-Cob. emergencias 5-Pre-paga 6-Co-seguro 7-Otra 8-Sin cobertura 9-NS/NR RESP. MÚLTIPLE	1-Establ. Estatal 2-Establ. Privado 3-No asiste pero asistió 4-Nunca asistió 9-NS/NR	1-Jardín o preescolar 2-ECB / Primario 3-Polimodal / Secundario 4-Terciario o superior 5-Universitario 6-Posgrado 9-Otros	1-Jardín o preescolar 2-ECB / Primario 3-Polimodal / Secundario 4-Terciario o superior 5-Universitario 6-Posgrado 9-Otros	1-Sí 2-No 9-NS/NR	1. Se está capacitando ahora. 2. Se capacitó en el último año. 3. Se capacitó en los últimos 3 años. 4. Se capacitó hace más de 3 años. 5. Nunca tomó ninguna capacitación laboral. 6. NS/NR

CARACTERÍSTICAS OCUPACIONALES DE LOS MIEMBROS DEL HOGAR DE 10 AÑOS O MAS							
Nº	j. ¿Trabajó durante el último mes?	k. ¿Cuántas horas semanales trabajó en total?	l. ¿Cuántos días trabajó en el mes?	m. ¿Recibe remuneración en dinero o especie?	n. No trabajo en la semana anterior por...	o. Durante la última semana, ¿buscó trabajo?	p. No buscó trabajo porque...
1	2	-	-	1/2	6	3	7
2	2	-	-	2	6	3	5
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
	1-Si 2-No (También si arregló ropa para afuera, cuidó chicos, fabricó algo para vender o ayudó a algún familiar en su trabajo)	1-Menos de 15 horas 2-Más de 15 horas: Ocupado		1-Si (ocupado) 2-No	1-Vacaciones, licencia, huelga, enfermedad (ocupado) 2-Suspensión menor a un mes (ocupado) 3-Suspensión mayor a un mes 4-Falta de trabajo, de pedidos, de materias primas 5- Porque no tenía un trabajo 6-Otras razones	1-Si, y nunca trabajó antes (desocupado). 2-Si, y había trabajado antes (desocupado) 3-No, estaba suspendido de 1 a 3 meses (ocupado)	1-Tiene un trabajo asegurado (desocupado) 2-Estuvo enfermo (desocupado) 3-Motivos temporarios (desocupado) 4-Es muy difícil encontrar trabajo (inactivo) 5-Se dedica a las tareas del hogar (inactivo) 6-Es estudiante (inactivo) 7-Es jubilado (inactivo) 8-Otros motivos (inactivo)

Nº	CANTIDAD DE OCUPACIONES	CATEGORÍA OCUPACIONAL		ESTABILIDAD EN LA RELACIÓN LABORAL		DOTACIÓN DE CAPITAL		DESCRIPCIÓN DE LA OCUPACIÓN PPAL.	CARÁCTER DE LA OCUPACIÓN PPAL
		q. ¿Cuántos trabajos u ocupaciones tuvo durante el último mes?	r. ¿Cuál fue su relación laboral en el último mes o la última ocupación?	s. En su actual o en su última ocupación...	t. En su actividad, ¿cuenta con algún local, vehículo, maquinaria o herramientas de trabajo?	u. ¿Qué tipo de tareas realizó?	v. En su ocupación principal produjo/prestó...		
		Ocupación principal (OP)	Ocupaciones secundarias (OS)	OP	OS	OP	OS		
1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
		1-Servicio doméstico un solo hogar 2-Idem varios hogares 3-Obrero o empleado sector público 4-Obrero o empleado sector privado 5-Trabajador no remunerado Trabajador por cuenta propia o socio sin empleados 6-Para un solo cliente 7-Para varios clientes Patrón o empleador 8- 1-5 empleados 9- 6-20 empleados 10- + 21 empleados	1-¿Cobra regularmente por día (D), semana (S), quincena (Q) o mes (M)? REGISTRAR CÓDIGOS 2-Tiene obra social 3-No tiene obra social 4-Con descuento por jubilación 5-Sin descuento 6-Con salario familiar 7-Sin salario familiar 8- NS/ NR	1- Un local 2- Más de un local 3- Un vehículo menos de 4 años 4- Un vehículo de más de 4 años 5- 2 o más vehículos 6- Maquinaria 7- Maquinaria portátil 8- Herramientas 9- Ninguna de las anteriores 10- NS/ NR RESPUESTA MÚLTIPLE	Director establecimiento 1- Profesional 2- Técnico Jefe 3- Profesional 4- Técnico 5- Operativo Trabajador 6- Profesional 7- Técnico 8- Operativo 9- No calificado	1-Bienes industriales, de la construcción o infraestructura 2-Servicios administrativos, contables, jurídicos o informáticos 3-Servicios de salud, educación, investigación o artísticos 4-Servicios comerciales, de transporte o almacenaje 5-Servicios de alimentación, limpieza, vigilancia o domésticos 6-Otros servicios			

E. FACTOR DE OCUPACIÓN DE LA VIVIENDA

Lunes a viernes (cant. personas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
1. Living / Comedor							2																	
2. Cocina							2																	
3. Dormitorio 1	2																							
4. Dormitorio 2	SIN USO																							
5. Dormitorio 3	SIN USO																							
6. Otro																								
7. Otro	QUINCHO																							
8. Otro																								
9. ¿Permanece la casa vacía una parte del día?	NO											10. Hs. Lunes a Viernes												

Sábado y domingo (cant. personas)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
11. Living / Comedor																								
12. Cocina																								
13. Dormitorio 1																								
14. Dormitorio 2																								
15. Dormitorio 3																								
16. Otro	QUINCHO																							
17. Otro																								
18. Otro																								
19. ¿Permanece la casa vacía una parte del día?	NO											20. Hs. Fin de semana												

EQUIPAMIENTO ENERGÉTICO

F. EQUIPAMIENTO DEL HOGAR: CALEFACCIÓN

TIPO	CANT.	CAP. (Cal.)	HS/DÍA			MES/AÑO
			Mx	Mn	P	
a. 4A	1	4000				
b. 4A	1	4000	-	-	-	-
c. 1B	1	4000			16kg	
d.						

1-Infrarrojo s/ tiraje // 2-Catalítica // 3-Tiro natural // 4-Tiro balanceado
 5-Con termostato // 6-Calefacción central // 7-Otro
 A-Gas natural // B-Gas envasado

TIPO	CANT.	POT. (W)	HS/DÍA		MES/AÑO
			Mx	Mn	
a.					
b.					
c.					
d.					

1-Calentador eléctrico // 2-Estufa eléctrica // 3-Calorventor eléctrico // 4-Otro

TIPO	CANT.	Lts/DÍA	HS/DÍA	MES/AÑO
b.				
c.				
d.				

1-Estufa kerosene // 2-Estufa gas oil // 3-Otro

TIPO	CANT.	Tn/AÑO	HS/DÍA	MES/AÑO
b.				
c.				
d.				

1-Salamandra // 2-Hogar
 Tipo de combustible:

G. EQUIPAMIENTO DEL HOGAR: REFRESCAMIENTO (no registrar ventiladores)				
TIPO	CANT.	CAP (Frig)	HS/DÍA	MES/AÑO
1.				
2.				
1-Acondicionador frío/calor // 2-Acondicionador frío // 3-Otro (especificar)				

H. EQUIPAMIENTO DE PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE			
TIPO	CANT.	CAP (Lts)	CARACTERÍSTICAS
1. 3	2	12	—
2.			
1-Termotanque // 2-Termotanque eléctrico // 3-Calefón // 4-Calefón eléctrico // 5-Otro			

I. EQUIPAMIENTO DE LAVADO DE ROPA				
TIPO / MODELO	CANT.	POT. (W)	HS/DÍA Inv	HS/DÍA Ver
1.				
2.				
1-Lavarropas automático // 2-Lavarropas semiautomático // 3-Lavarropas común // 4-Otro				

J. EQUIPAMIENTO DE COCCIÓN			
TIPO	CANT.	HS/DÍA Inv	HS/DÍA Ver
1. 2	2	5hs	5hs
2.			
1-Cocina 3 hornallas // 2-Cocina 4 hornallas // 3-Anafe // 4-Horno // 5-Cocina económica (indicar combustible)			

K. EQUIPAMIENTO DE PRODUCCIÓN DE FRÍO			
TIPO / MODELO	CANT.	POT (W)	
1. 2	1	350wh	
2.			
3.			
4.			
1-Heladera común // 2-Heladera con freezer // 3-Freezer // 4-Otro			

L. ELECTRODOMÉSTICOS Y OTROS EQUIPAMIENTOS				
TIPO	CANT.	POT (W)	Uso Inv.	Uso Ver.
1. Extractor o purificador	—			
2. Ventilador / turbo	—			
3. Ventilador de techo	2			4hs
4. Televisor color	1			11hs
5. Televisor blanco y negro	—			
6. Video casetera	—			

TIPO	CANT.	POT (W)	Uso inv.	Uso Ver.
7. Lustraaspiradora / Lustradora	1		05h / SEM	05h / SEM
8. Aspiradora	—			
9. Batidora	1			
10. Licuadora	1			
11. Multiprocesadora	1			
12. Picadora	—			
13. Secador de cabello	—			
14. Plancha	—			
15. Secarropas	—			
16. Centrifugadora	—			
17. Radio grabador	2		7hs	12hs
18. Equipo de audio	—			

TIPO	CANT.	POT (W)	Uso Inv.	Uso Ver.
19. Horno eléctrico	—			
20. Microondas	—			
21. Lavavajilla	—			
22. Tostadora	—			
23. Cuchillo eléctrico	—			
24. Máquina de coser eléctrica	1			
25. Computadora	—			
26. Cortadora de césped	1		1h / mes	1h / SEM
27. Bombeador de agua	—			
28. Motores talleres domésticos	—			
29. Grupo electrógeno	—			
30.				

M. CONSUMO ANUAL DE COMBUSTIBLE														
1. Número de usuario energía eléctrica						2. Número de usuario gas natural								
Combustible	Bim 1	\$	Bim 2	\$	Bim 3	\$	Bim 4	\$	Bim 5	\$	Bim 6	\$	TOTAL	\$
3. Energía eléctrica	290	45.82	294	46.4	287	45.63	272	46.14	320	50.6	310	49.1	1793	283.69
4. Gas natural	72.6	13.3	51.7	13.7	97.0		309.3	23.1	3503	83.4	1388	33.0	1025.7	244.34
5.														
6.														
1-Gas envasado 10 Kg // 2-Gas env. 15 Kg // 3-Gas env. 45 Kg // 4-Kerosene // 5-Fuel oil // 6-Alcohol // 7-Leña // 8-Carbón // 9-Otro														

N. HÁBITOS DE COCCIÓN				
1. USO DE HORNALLAS				
COMIDA	Lunes a viernes		Fin de semana	
	Cant.	Tiempo	Cant.	Tiempo
a. Desayuno	1	10'	1	10'
b. Almuerzo	3	3hs	3	3hs
c. Merienda	1	10'	1	10'
d. Cena	2	0,5hs	2	0,5hs
2. ¿Usa hornallas para calefacción? NO				
a. ¿Cuántas?		b. ¿Cuanto tiempo?		
3. ¿Cuántas veces por semana consume comida hecha? —				
4. USO DEL HORNO				
a. Para cocinar			b. Para calefaccionar	
Cant. de veces /SEM		Tiempo	Cant. de veces /SEM	
4		1h	—	

O. HÁBITOS DE USO DE AGUA CALIENTE						
1. BAÑOS DE INMERSIÓN		2. LAVADO DE ROPA CON AGUA CALIENTE			3. LAVADO DE PLATOS CON AGUA CALIENTE	
Veces / semana / mes / año		a. Veces / semana	b. Meses / año	c. Temperatura del agua	a. Veces / semana	b. Meses / año
—		—	—	—	14	12
Temp. Agua: 1-Agua fría / 2-Agua caliente de calefón / 3-Agua calentada por el lavarropas						
4. OBSERVACIONES						
¿Acostumbra lavar la ropa en lavaderos automáticos NO						

P. HÁBITOS DE USO DE ELECTRICIDAD: ILUMINACIÓN			
1. Durante el día usa la iluminación para...		2. Por qué usa lámparas incandescentes / fluorescentes / otras?	
Estar	✓ Baño SI	Por estética	Por el consumo de electricidad <input checked="" type="checkbox"/>
Comedor	✓ Estudio/trabajo	Por costo del equipo	X Otros
Dormitorios	✓ Otros COCINA SI	Por desconocimiento	

3. CANTIDAD DE LÁMPARAS													
AMBIENTE	LAMPARAS			POTENCIA (W)	HS/DIA INV.	HS/DIA VER.	AMBIENTE	LAMPARAS			POTENCIA (W)	HS/DIA INV.	HS/DIA VER.
	TIPO	CANT	Prende					TIPO	CANT	Prende			
a. Living/comedor	A	4	SI	25	—	—	f. Dormitorio 3	B	1	NO	40	—	—
b. Cocina	B	2	SI	40	18hs	17hs	g. Otro COCINA	A	2	SI	60	15'	15'
c. Baño	A	1	SI	60	1h	1h	h. Otro COCINA	B	2	SI	40	—	1h
d. Dormitorio 1	A	1	SI	60	15'	15'	i. Otro						
e. Dormitorio 2	A	1	NO	60	—	—	j. Exterior	A	2	SI	40	30'	30'
Tipo: A-Incandescente // B-Fluorescente // C-Bajo consumo // D-Halógena // E-Dicroica // F-Otro (especificar)													

Q. OPINIÓN SOBRE LA LUMINOSIDAD DE LA VIVIENDA (LUZ NATURAL)							
Estar	Cocina	Comedor	Dormitorio 1	Dormitorio 2	Dormitorio 3	Otro COCINA	Otro
2	3	3	2	2	2	3	
1-Muy luminoso // 2-Más luminoso que oscuro // 3-Más oscuro que luminoso // 4-Muy oscuro							

R. OPINIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA EN INVIERNO						
1. Para Ud la vivienda es...	2. ¿Colocó burletes o protección en puertas y ventanas?	3. ¿Ventila la vivienda en invierno?	4. ¿Acostumbra dejar abierta una ventana, banderola o ventilluz?	5. ¿A qué hora enciende y apaga la calefacción?	6. ¿Acostumbra dejar la calefacción encendida de noche?	7. ¿La deja encendida cuando sale?
2	3	SI	4	6 ³⁰ a 23hs	3	4
1-Muy fría 2-Más fría que cálida 3-Más cálida que fría 4-Muy cálida	1-Todas 2-Algunas (cuántas?) 3-Ninguna	Indicar horario 12 o 13hs	1-Siempre 2-Casi siempre 3-A veces 4-Nunca	Indicar horario	1-Siempre 2-A veces 3-No, por economía 4-No, por seguridad	1-Siempre 2-A veces (cuántas?) 3-No, por economía 4-No, por seguridad
1.1. ¿Por qué le parece que es así? MS/NO						

S. OPINIÓN SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA EN VERANO				
1. Para Ud la vivienda es...	2. ¿En qué época refrigera la vivienda?	3. ¿Acostumbra ventilar con algún método natural?	4. Horas por día que prende la refrigeración	5. ¿Acostumbra dejarla encendida de noche?
2	—	A A B R E V E N T A N A S	—	—
1-Muy fresca 2-Más fresca que calurosa 3-Más calurosa que fresca 4-Muy calurosa	Indicar meses	Indicar método de refrescamiento natural	Indicar horario	1-Siempre 2-A veces 3-No, por economía 4-No, por seguridad
1.1. ¿Por qué le parece que es así? HAY VENTILACION PO LA CASA				

T. MOVILIDAD DEL GRUPO FAMILIAR									
1. VEHÍCULOS (de la familia y de trabajo)					2. TRANSPORTE PÚBLICO				
a. TIPO	b. CANT	c. MODELO	d. COMBUSTIBLE	e. Lts/SEMANA	a. TIPO	b. Veces/Día	c. DIST A PARADA	d. VIAJE	e. MOTIVO
					1-4	2/SEM	4/6	1	3/4
					3	2/MES	—	1	4
1-Moto 2-Automóvil 3-Camioneta 4-Bicicleta 5-Otro		Indicar año	1-Nafta super 2. Nafta común 3-Gas cil 4-Otro	Si el mismo vehículo tiene diferentes usos, indicar separado.	1-Colectivo 2-Taxi 3-Remisse 4-FF.CC. 5-Otro			1. Local 2. Interurbano 3. Larga dist.	1-Trabajo 2-Estudio 3-Recreación 4-Otro

U. PERCEPCIÓN DE LA SITUACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE URBANO DE LA VIVIENDA Y SU ENTORNO (registrar la opinión del encuestado y la del encuestador)				
1. Áreas inundadas o anegadizas	3		6. Baldíos	3
2. Existencia de aguas servidas	3		7. Instalaciones industriales inactivas	1
3. Contaminación de aire	2		8. Instalaciones residenciales inactivas	2
4. Contaminación sonora / ruidos molestos	1		9. Actividades permanentes incompatibles con el uso residencial	1
5. Cercanía de industrias contaminantes de aire/agua/sonido	1		10. Basurales a menos de 300 metros.	1
1- No perceptible // 2-Perceptible // 3-Muy notorio				

V. EQUIPAMIENTO SOCIAL DEL BARRIO: USO EFECTIVO POR LOS MIEMBROS DEL HOGAR					
1. EQUIPAMIENTO DE SALUD (TIPO)	PÚBLICO O PRIVADO	MIEMBROS DEL HOGAR QUE LO USAN	DISTANCIA	PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD	SI NO LO USA: ¿CUAL USA Y POR QUE?
b	1	—	15	—	EN URGENCIAS VA AL HOSPITAL
g	1	2	18	4	
a. Serv. Enfermería / b. Guardia o Sala 1º Auxilios / c. Centro Salud / d. Serv. Atenc. Pediátrica / e. Serv. AL Clínica / f. Serv. AL Odontológica / g. Hospital-Clinica	1- Público 2- Privado	1-10 Cantidad de usuarios del hogar. 11-Ninguno lo usa	Cuadras	1- Muy mala / 2- Mala / 3- Regular / 4- Buena / 5- Muy buena	
2. EQUIPAMIENTO DE EDUCACIÓN	PÚBLICO O PRIVADO	MIEMBROS DEL HOGAR QUE LO USAN	DISTANCIA	PERCEPCIÓN DE LA CALIDAD	SI NO LO USA: ¿CUAL USA Y POR QUE?
a. Jardín Maternal / b. Jardín de Infantes o Pre Escolar / c. EGB / d. Polimodal / e. Terciano / f. Universitario / f. Otros (indicar)	1- Público 2- Privado	1-10 Cantidad de usuarios del hogar. 11-Ninguno lo usa	Cuadras	1- Muy mala / 2- Mala / 3- Regular / 4- Buena / 5- Muy buena	

W. ACCESO, PERCEPCIÓN / EVALUACIÓN Y SUSTITUCIÓN DE SERVICIOS URBANOS				
TIPO DE SERVICIO	¿HAY EN SU VIV / BARRIO?	CALIDAD PERCIBIDA	SI NO HAY ACCESO DE LA VIVIENDA AL SERVICIO...	
			DISTANCIA	SUSTITUCIÓN EN LA VIVIENDA
1. Alumbrado público	1	2		1. Luminaria conectada a su medidor
2. Agua corriente de red	1	2		1. Bombeo pozo semisurgente / 2. Motobomba / 3. B. Sumergible / 4. Sistema y bomba
3. Red cloacal	1	5		1. Pozo absorbente con cámara séptica 2. Pozo absorbente sin cámara séptica
4. Desagües pluviales por red	2	1		1. Desagües pluviales por zanja y/o alcantarilla
5. Pavimento c/cordón cuneta H"A"	1	2		1. Pavimento con desagüe libre 2. Mejorado / 3. Tierra
6. Veredas	1	3		
7. Gas natural por red	1	2		1. Gas envasado / 2. Otros métodos
8. Energía eléctrica domiciliar	1	2		
9. Telefonía domiciliar	1	2		1. Teléfono del vecino / 2. Teléfono celular
10. Teléfonos públicos / locutorios	1	1		
11. Televisión por cable o satelital	1	1		1. Antena TV / 2. Antena satelital
12. Recolección de residuos en la puerta o cuadra / basura no convenc.	1	2		1. Transporte hasta punto de recolección / 2. Disposición final por enterramiento / 3. Idem por quema / 4. Idem en terreno baldío o basural
13. Transporte público local	1	2		
14. Transporte público interurbano	1	2		1. Servicios de charter
15. Remisses	1	2		
16. Vigilancia pública	1	2		1. Vigilancia comunitaria / 2. Vigilancia privada / 3. Sin vigilancia
	1. Si 2. No	1. Muy buena / 2. Buena / 3. Regular / 4. Mala / 5. Muy mala	Cuadras	Registrar si usa alguno de estos métodos además del servicio provisto.

Encuesta UREAM / REDES • CONICET / UNLP

Página 13

X. PERCEPCIÓN DE LA INNOVACIÓN TECNOLÓGICA DE LAS REDES DE SERVICIOS INFRAESTRUCTURALES DOMICILIARIOS

A: Satisfacción con el servicio actual				B: Satisfacción con respecto a la situación previa a la privatización				C: Satisfacción con respecto a sus expectativas								
RED DE ENERGÍA ELÉCTRICA		A	B	C	RED DE GAS NATURAL		A	B	C	RED DE AGUA CORRIENTE		A	B	C		
Instalación	a. Rapidez de la instalación / conexión	1			Instalación	a. Rapidez de la instalación / conexión	1			Instalación	a. Rapidez de la instalación / conexión					
	b. Cumplimiento de plazos	1				b. Cumplimiento de plazos	1				b. Cumplimiento de plazos					
Suministro	a. Tensión	4			Suministro	a. Presión	4			Suministro	a. Presión					
	b. Frecuencias de cortes	4				b. Calidad (¿calienta siempre igual?)	4				b. Calidad					
	c. Estabilidad de la tensión	4				Reparaciones	a. Rapidez de respuesta a pedidos de arreglo	1				c. Frecuencia de cortes				
a. Rapidez de respuesta a pedidos de arreglo	4			b. Trámites para reparar fallas	1				d. Estabilidad de la presión							
Reparaciones	b. Trámites para reparar fallas	4			Reparaciones	c. Cumplimiento de plazos	1			Reparaciones	a. Rapidez de respuesta a pedidos de arreglo					
	c. Cumplimiento de plazos	4				d. Calidad de la reparación	1				b. Trámites para reparar fallas					
	d. Calidad de la reparación	1				Atención comercial	a. Oficinas accesibles / horarios accesibles	1				c. Cumplimiento de plazos				
	a. Oficinas accesibles / horarios accesibles	1					b. Calidad de la atención al cliente	1				d. Calidad de la reparación				
Atención comercial	b. Calidad de la atención al cliente	1			Atención comercial	c. Colas / tiempos de espera	1			Atención comercial	a. Oficinas accesibles / horarios accesibles					
	c. Colas / tiempos de espera	1				d. Simplicidad de los trámites	1				b. Calidad de la atención al cliente					
	d. Simplicidad de los trámites	1				f. Información al usuario	1				c. Colas / tiempos de espera					
	f. Información al usuario	1				Precios	Nivel de tarifas	3				d. Simplicidad de los trámites				
Precios	Nivel de tarifas	4			Precios	Nivel de tarifas	3			Precios	Nivel de tarifas					
REFERENCIAS: 1. Muy malo / 2. Malo / 3. Regular / 4. Bueno / 5. Muy bueno				REFERENCIAS: 1. Muy malo / 2. Malo / 3. Regular / 4. Bueno / 5. Muy bueno				REFERENCIAS: 1. Muy malo / 2. Malo / 3. Regular / 4. Bueno / 5. Muy bueno								
OBSERVACIONES				OBSERVACIONES				OBSERVACIONES								

Encuesta UREAM / REDES • CONICET / UNLP

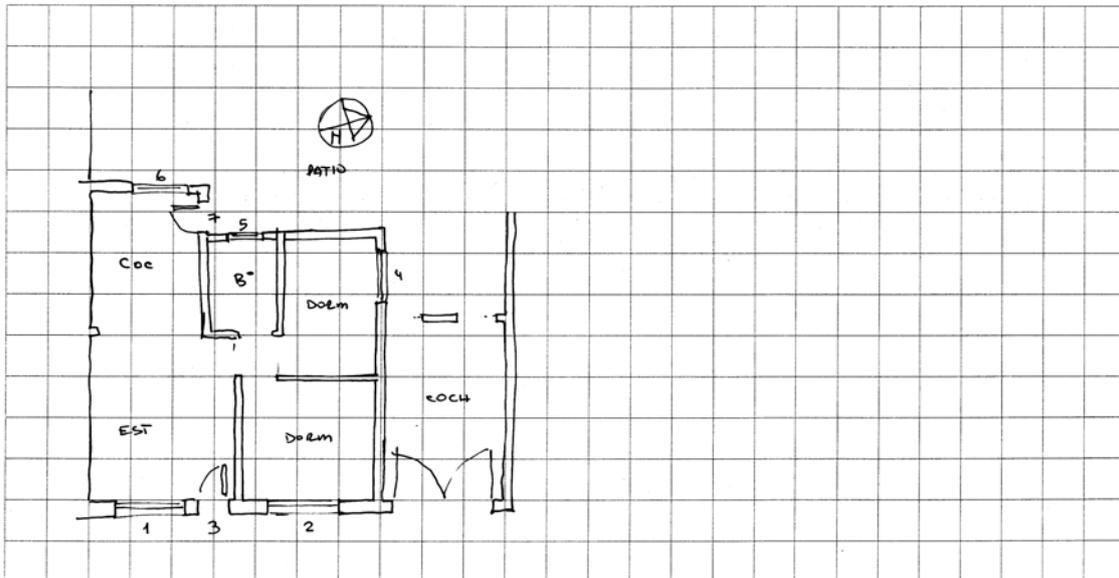
Página 14

Z. CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS		
1. CUBIERTAS: materiales constructivos		
1. Tejas, aislación térmica, entabl. madera a la vista 2. Tejas, entablado madera, cielorraso suspendido 3. Tejas, entabl. madera, aislac. térm., cielorraso susp. 4. Chapa metálica, ídem 1 5. Chapa metálica, ídem 2 6. Chapa metálica, ídem 3 7. Chapa metálica, cielorraso suspendido	8. Asbesto cemento autoportante visto 9. Ídem 9, cielorraso suspendido 10. Losa HA, contrapiso HP, terminación negro 11. Ídem 10 terminación blanco 12. Ídem 10 terminación aluminio 13. Ídem 10 terminación azotea 14. Losa cerámica ídem 10	15. Losa cerámica ídem 11 16. Losa cerámica ídem 12 17. Losa cerámica ídem 13 18. Chapa metálica, aislación térmica, chapadur 19. Entrepiso de madera machiembrada 20. Losa cerámica, ático, chapa 21. Otros, especifique
		5 4
2. MUROS EXTERIORES: materiales constructivos		3. SOLADOS: materiales constructivos
1. Ladrillo común, esp. 15 cm, revocado ambas caras 2. Ídem 1, esp. 20 cm. 3. Ídem 1, esp. 30 cm. 4. Ladrillo cerámico hueco, esp. 15 cm, term. ídem 1. 5. Ídem 4, esp. 21 cm.	6. Ídem 4, esp. 24 cm. 7. Bloque hormigón, revocado ambas caras 8. Bloque hormigón sin revocar 9. Ladrillo hueco esp. 10, revocado ambas caras 10. Otros, especificar	1. Sin cámara de aire: baldosas, contrapiso, terreno natural. 2. Con cámara de aire, madera machiembre, aire, terreno natural
		1 3
4. CALIDAD DE EDIFICACIÓN		
a. Opinión del usuario		3
b. Opinión del encuestador		3
		1
		1-Lujosa // 2-Muy buena // 3-Buena // 4-Económica

5. ESPECIFICACIONES DE ABERTURAS						
TIPO	5. Ventana abrir simple contacto	10. Aireadores	MARCOS	PROTECCIÓN	5. Alero	
1. Puerta ventana	6. Ventana abrir doble contacto	11. Ventana vidrio fijo	1. Madera	1. Cortina de enrollar	6. Parasoles	
2. Puerta metálica	7. Ventana corrediza	12. Claraboya	2. Chapa doblada	2. Postigón	7. Mosquetero	
3. Puerta placa	8. Ventana pivotante horizontal	13. Vano	3. Perfilera de acero	3. Celosía		
4. Puerta con vidrio	9. Ventana banderola		4. Aluminio	4. Cortinas		
ITEM	TIPO	ALTO	ANCHO	SUPERFICIE	MARCOS	PROTECCION
1.	6	1.00	1.85	1.85	1	1
2.	6	1.00	1.85	1.85	1	1
3.	3	2.00	0.90	1.80	1	—
4.	6	1.00	1.40	1.40	1	1
5.	9	0.30	0.45	0.135	3	—
6.	9	1.00	1.20	1.20	3	—
7.	4	2.00	0.75	1.50	2	—
8.						
9.						
10.						
11.						
12.						
13.						
14.						
15.						
16.						

PLANTA ESQUEMÁTICA DE LA VIVIENDA

(esc. 1:100)



OBSERVACIONES

REGISTRO DE MEDICIONES

Número de Encuesta	003	Tipología	2	Auditor	JD CE
Nombre	GOMEZ A.	Localidad	COULET		
Dirección	SQ2 N° 1125		Localidad	COULET	

CONSUMO DE ENERGÍA		DÍA			HORA		REGISTRO	OBSERVACIONES / NÚMERO MEDIDOR	
ELECTRICIDAD	Inicial	5	2	04	10	30	25060,02		
	Final	12	2	04	11	55	25096,25		
GAS NATURAL	Inicial	5	2	04	10	30	25352,08		
	Final	12	2	04	11	57	25359,29		
GAS ENVASADO	Inicial	/							
	Final								
LEÑA	Inicial	/							
	Final								
KEROSENE	Inicial	/							
	Final								
OTRO	Inicial	/							
	Final								

OBSERVACIONES

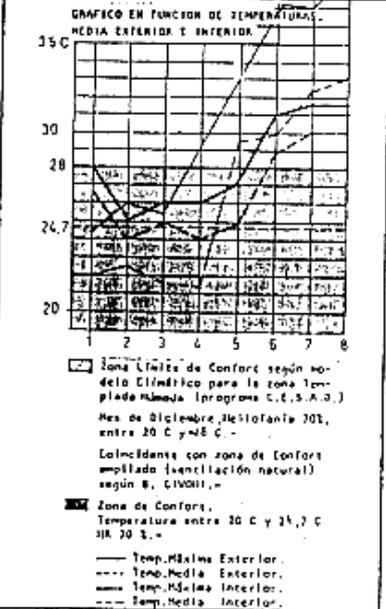
FICHA RESUMEN Nº2		T 2		INPLANTACION	
TIPOLOGIA: CAJON		MODELO: -A-			
LOCALIZACION: 302 N° 1125 - H.D. CORNET					
PERIODO HISTORICO					
DESCRIPCION	DESCRIPCION GENERAL DE FORMAS GEOMETRICAS SIMPLES, CONFORMES A PARTIR DE UNA PLANTA APROXIMADAMENTE CUADRADA, SIN HO DEFINE LUGARES EXTERIORES TALLO FRONTE Y FONDO, CONECTADOS CON POCAS CONTINUIDADES, DISTINGUEN POR EL LUGAR PASAJOS			LOCALIZACION DEL RELEVAMIENTO 34° LATITUD SUR 994 G.D. - 18°C	

DOCUMENTACION GRAFICA			OBSERVACIONES: Vivienda axente en tejido cerrado, suburbano de baja densidad y bajas alturas. Sector periférico de la ciudad de la Plata. Vivienda muy expuesta a los vientos por estar implantada en un sector escasamente urbanizado muy descompensado.

ASPECTOS DIMENSIONALES				TECNOLOGIA		DESCRIPCION		
1.	SUPERFICIE HABITABLE	72	m ²	CUBIERTA		.Chapa metálica .Establamiento de madera 1/2" .Cielorraso suspendido de yeso		
2.	VOLUMEN HABITABLE	187,2	m ³			KT(W/m ² .C) 0,92; KL(W/m ² .C) 1,44		
3.	COMPACTACION	-Co-	0,19					
4.	FACTOR DE FORMA	-E-	0,98					
5.	FACTOR DE EXPOSICION	-Te-	1,00					
6.	ALTURA MEDIA DE LOCALES	-H-	2,6					
7.								
ASPECTOS ENERGETICOS				MURO EXTER.		DESCRIPCION		
1.	CONSUMO ANUAL/m ² : ELECTRICIDAD		18,2	KWh/m ² .año	MURO EXTER.		.Mampostería de ladrillo común, esp. 0,20m .Revochado en ambas caras	
2.	: GAS NATURAL		10,3	m ³ /m ² .año			K (W/m ² .C) 2,21	
3.	COEF. GLOBAL DE PERDIDAS	-C-	3,1	W/m ² .C				
4.	COEF. DE PERDIDAS P/m ²	-Kprima-	6,1	W/m ² .C				
5.	COEF. MEDIO DE PERDIDAS	-Kmedia-	3,16	W/m ² .C				
6.	PERDIDAS POR	TECHOS	21,4	W/m ²	MURO INTER.		.Mampostería de ladrillos huecos, esp. 0,10m .Revochado en ambas caras	
7.		MUROS	32,9	W/m ²			K (W/m ² .C) 2,79	
8.		ABERTURAS	14,9	W/m ²				
9.		PISOS	13,4	W/m ²				
10.	ENVOLVENTE	RENOV. AIRE	19,2	W/m ²	SOLADO		.Solado de baldosas cerámicas osmitadas sobre mezcla de asiento de cal y arena. .Contrapiso de 11" de cascotes sobre terreno natural.	
11.	NECESIDAD DE ENERGIA POR BALANCE		1.504	MJ			K (W/m ² .C) 1,57	
12.	APORTE DE ENERGIA SEGUN MEDICIONES		1.488	MJ				
13.	DIFERENCIA PORCENTUAL ENTRE 11 Y 12		1	%			ABERTURAS K (W/m ² .C) 3,80	
14.								

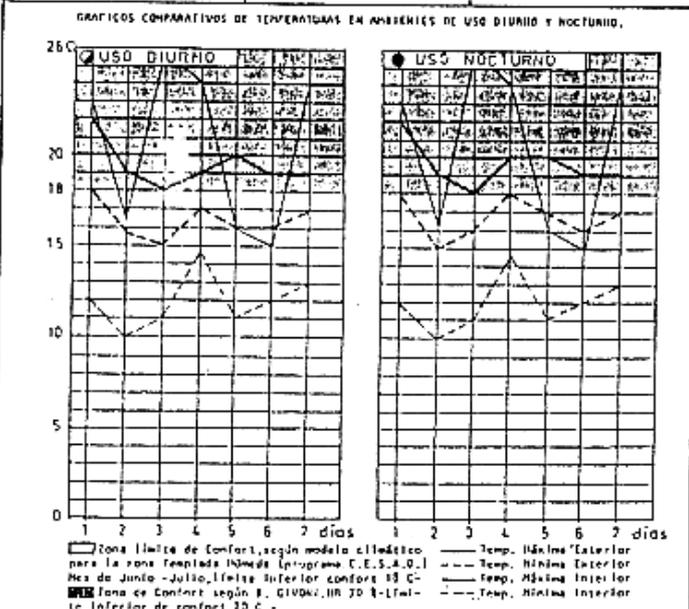
1 SITUACION DE CONFORT EN VERANO

Leitura: 23 al 29 de Enero de 1987
Temp. semanal Máx: 31,4°C Med: 26,7°C



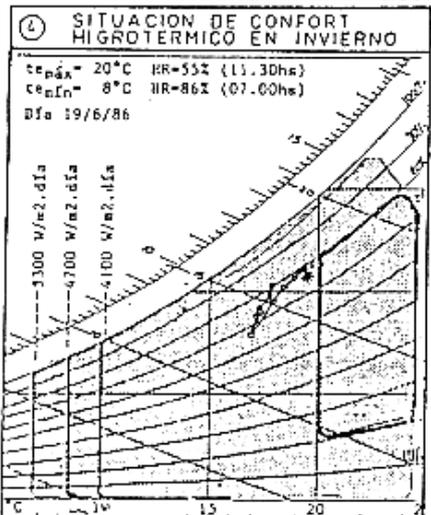
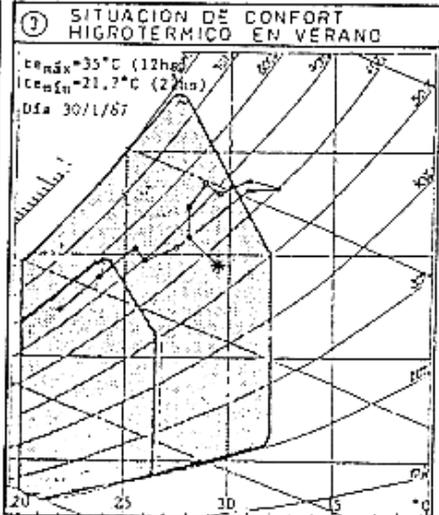
2 SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO

Leitura: 20 al 27 de Junio de 1986
Temperatura semanal Máx: 19,2°C Min: 17,2°C Med: 19,2°C HR: 16,4%



REFERENCIAS:

JUNIO DE LECTURA: Nota 26 - Secuencia crea 1.4
 ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO según B. CIVIVI
 ZONA DE CONFORT AMPLIADO (ventilación natural o mecánica), según B. CIVIVI
 ZONA DE CONFORT HIGROTÉRMICO, según B. CIVIVI
 ZONA DE CONFORT AMPLIADO (con climatización en el exterior), según B. CIVIVI



DIAGNOSTICO FICHA 2: CASO DE TIPOLOGIA CAJON - MODELO A

CALIDAD TECNICA DE LA ENVOLVENTE: El coeficiente B de esta tipologia se encuentra un 4,3% sobre el B admisible. Según el balance las mayores pérdidas se producen por muros 32,9% (191 W/C), ubicándose a continuación las pérdidas por techos y renovaciones de aire siendo 21,4% (124 W/C) para la primera y 19,2% (111 W/C) para la segunda. Influyen en estas pérdidas dos factores principales: el alto grado de exposición ($\alpha = 1,0$) y la implantación en una zona de baja densidad, muy despejada; por el cual la vivienda se halla muy expuesta a los vientos.

COMPORTAMIENTO TECNICO: Esta tipologia posee una amplia gama de tecnologías para su realización (pesadas, semi-pesadas y livianas), perteneciendo este caso a las semi-pesadas. Otra cualidad es el alto grado de compactación que posee ($C_c = 0,39$).

VERANO: La acción de la masa térmica puede observarse en la figura 1, donde la amplitud media semanal es de 1,3°C, que atanda los saltos térmicos del período matutino. Al poseer pocas aberturas hacia las orientaciones con sol y estar protegidas se logra una temperatura media interior por debajo de la máxima media exterior, permaneciendo la mayor parte del tiempo dentro del área de confort extendido. En la fig. 4, gráfico psicrométrico, la evolución en un día tipo de las condiciones higrotérmicas internas muestra valores que van desde 22°C a 32,5°C dentro de las curvas de 60% y 75% de HR. Influye notablemente en este caso la permanente ventilación de los locales.

INVIERNO: Del análisis de la figura 2 surge que no existe diferencia en el grado de ocupación de los locales de la vivienda al permanecer las temperaturas en los locales de uso diurno y nocturno en un mismo rango (medio = 18,2°C). La Fig. 4 muestra una suave oscilación entre los 19,5°C y 17°C en la franja del 75% de HR, que muestra la influencia de la masa térmica en la atenuación de estas oscilaciones. Influye en esta tipologia la falta de control en la infiltración debido a la posición de las aberturas que provoca corrientes de aire.