

CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL RECICLADO EDILICIO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA

Lucas G. Rodríguez
Carlos A. Discoli
Irene Martini

Centrado en la eficiencia energética-constructiva de la edificación residencial en la Argentina, este libro se orienta a desarrollar una herramienta para mejorar la habitabilidad y minimizar la demanda energética de las viviendas en forma masiva, mediante el reciclado de su envolvente (muros, techos y ventanas). El fin ulterior apunta a sentar las bases para una futura sustitución por fuentes renovables de energía, tanto en la escala dispersa de su aprovechamiento como en su conexión a red.

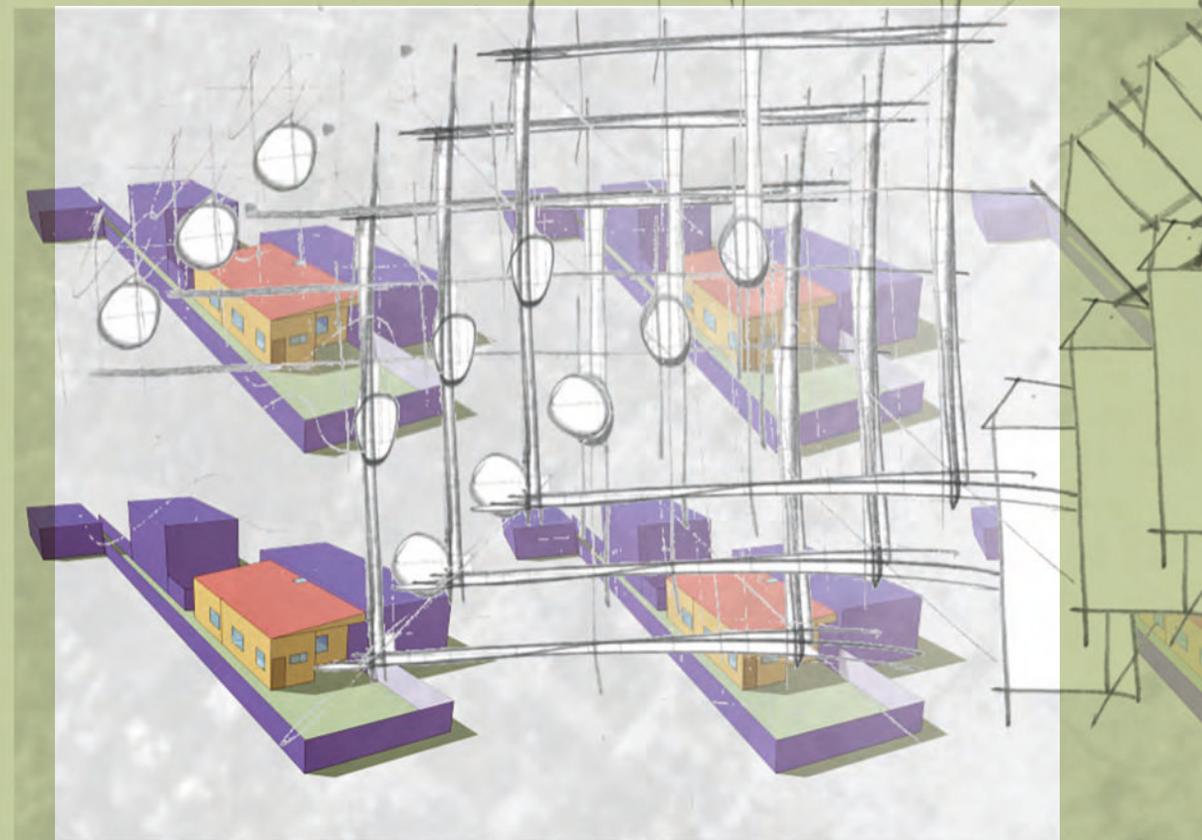
La metodología se orientó a intervenir masivamente en la detección de casos edilicios "tipo" dentro de "áreas urbanas representativas" (dónde actuar); mejorar la eficiencia energética de la envolvente edilicia residencial construida (cómo actuar); y evaluar los posibles niveles de eficiencia alcanzados, así como la reducción de la demanda energética puntual y zonal (cuánto se ahorra). El área de estudio es la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, en donde convergen diferentes niveles de complejidad y escalas de análisis.

La integración de los resultados parciales, permitirá evaluar las potenciales mejoras a los efectos de dimensionar la reducción de la demanda energética sectorial y mejorar la habitabilidad edilicia.

 **IIPAC** INSTITUTO DE INVESTIGACIONES Y
POLÍTICAS DEL AMBIENTE CONSTRUIDO
Facultad de Arquitectura y Urbanismo | Universidad Nacional de La Plata

El Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC), cuya dependencia académica es la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata, es una Unidad de Investigación científico-tecnológica especializada en Arquitectura, Urbanismo, Energía, Transporte, Sustentabilidad, Sociología, Sociología de las organizaciones, Sociología Urbana. Dichos campos disciplinares se integran en tres Grupos de Investigación con intereses comunes, vinculados además a la formación de recursos humanos de grado y postgrado.

CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL RECICLADO EDILICIO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA



Editorial Universitaria de La Plata

CRITERIOS Y MÉTODOS PARA EL RECICLADO EDILICIO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA

Dr. Lucas G. Rodriguez, Dr. Carlos A. Discoli,
Dra. Irene Martini.

Editorial Universitaria de La Plata

© Lucas G. Rodríguez, Carlos A. Discoli, Irene Martini, 2017.

Edición 2017.

Diseño de interiores y tapa: Yael Rosenfeld.

Se terminó de imprimir en julio de 2017 en los talleres gráficos
SERVICOP, calle 50 N 742, La Plata.

Prohibida su reproducción sin la autorización expresa de los
autores.

Este libro representa el corolario de una etapa compartida con los investigadores y docentes del Instituto de Investigación y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y el Instituto de Investigaciones en Energía No Convencional (INENCO), Universidad Nacional de Salta (UNSa) – Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); cuya indiscutida calidad académica sólo ha sido superada por la destacada calidad y calidez humana. A cada uno de ellos manifiesto el más sincero de los agradecimientos; y extendiendo el compromiso para continuar en la investigación y el desarrollo para la mejora del hábitat.

Lucas G. Rodríguez



Prólogo	13
Resumen general	17
Capítulo 1: Justificación y delimitación del problema edilicio orientado a un reciclado con eficiencia energética	21
1.1. Situación de los distintos sectores energéticos: residencial vs. industrial	21
1.2. Nuestra propuesta	29
1.3. Lo sucedido hasta el momento	30
1.3.1. Antecedentes desde el marco internacional	30
1.3.2. Antecedentes a nivel nacional	34
1.3.3. Antecedentes en investigaciones y programas afines	36
1.3.4. Principales contribuciones por parte del grupo IIPAC	40
1.4. Propuesta metodológica de abordaje	45
1.5. Síntesis y reflexiones del capítulo 1	48

Capítulo 2: Metodología para la clasificación de la edilicia existente y su evaluación energético-económica	49
2.1. La edilicia residencial de La Plata	49
2.1.1. Sitio, historia y contexto	49
2.1.2. Clima. Requerimientos de confort higrotérmico. Habitabilidad	60
2.2. Clasificación y abordaje del parque residencial en La Plata	65
2.2.1. Clasificación de áreas urbanas homogéneas: los mosaicos urbanos	65
2.2.2. Clasificación de unidades edilicias: la tipología residencial	67
2.2.3. Clasificación tecnológico-constructiva: elementos de la envolvente edilicia residencial	71
2.3. Sistemas empleados para la evaluación energética y económica	77
2.3.1. Sistema de evaluación termo-energética	78
2.3.2. Sistemas de evaluación económica	92
2.3.3. Sistema de evaluación termo-energética	95
2.4. Síntesis y reflexiones del capítulo 2	98
Capítulo 3: Instrumentación para el reciclado de aplicación masiva	101
3.1. Identificación y clasificación de la edilicia existente	103
3.1.1. Fichas tipológicas (fase 1)	104
3.2. Análisis, selección y evaluación de alternativas de reciclado termo-energético	107
3.2.1. Catálogos en soporte digital (fase 2)	108
3.2.2. Fichas de evaluación de unidades edilicias (fase 3)	123
3.2.3. El análisis de integración energético-económico como herramienta de selección	128
3.3. Síntesis y reflexiones del capítulo 3	137

Capítulo 4: Ejemplos de aplicación	141
4.1. Aplicación sobre unidades edilicias representativas	141
4.1.1. Selección de casos	142
4.1.2. Análisis de la situación original (base) en las unidades edilicias seleccionadas	145
4.1.3. Propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo	151
4.2. Aplicación de los resultados a escala urbana	181
4.2.1. Representatividad tipológica en los mosaicos urbanos	182
4.2.2. Integración energético-económica a nivel contextual	186
4.3. Síntesis y reflexiones del capítulo 4	190

Capítulo 5: Verificación y ensayo de las tecnologías propuestas para el reciclado edilicio masivo	193
5.1. Ensayos de las estrategias tecnológicas de reciclado de la envolvente	194
5.1.1. Situación original y mejoras del elemento MURO	196
5.1.2. Situación original y mejoras del elemento CUBIERTA	198
5.1.3. Situación original y mejoras del elemento ABERTURA	200
5.2. Selección de los casos a ensayar	204
5.3. Sistemas de medición del flujo de calor	206
5.3.1. Características del sistema utilizado en los ensayos	208
5.3.2. Metodología de medición	209
5.4. Resultados de las mediciones de los sistemas	213
5.4.1. Resultados del elemento muro	213
5.4.2. Resultados del elemento cubierta	215
5.5. Síntesis y reflexiones del capítulo 5	219

Capítulo 6: Conclusiones	221
6.1. Logros obtenidos a partir de la aplicación de la instrumentación metodológica	221
6.1.1. En cuanto a la metodología	221
6.1.2. En cuanto a la instrumentación	222
6.2. Reflexiones finales	225
Referencias bibliográficas	227
Capítulo 1	227
Capítulo 2	229
Capítulo 3	231
Capítulo 4	233
Capítulo 5	235
ANEXO I: Mosaicos urbanos representativos	237
ANEXO II: Catálogo de fichas tipológicas	241
ANEXO III: Fichas de tecnologías y precios por m ²	245
ANEXO IV: Fichas de reciclado de elementos	259
ANEXO V: Fichas de unidades edilicias	263
ANEXO VI: Simulaciones térmicas mediante HEAT	267

ANEXO VII: Simulaciones termo-energéticas mediante EnergyPlus	273
ANEXO VIII: Instrumentación en archivo digital tipo Excel	289
ANEXO IX: Reciclado de vivienda social: Plan Federal, ciudad de Berisso	301
ANEXO X: Complemento en evaluaciones termo-energéticas, con incorporación de GAD	307



PRÓLOGO

Este libro referencia y desarrolla una temática fundamental relacionada con la eficiencia energética-constructiva de la Edilicia Residencial en la Argentina. Se orienta a mejorar la habitabilidad y minimizar la demanda energética de las viviendas en forma masiva mediante el reciclado de su envolvente (muros, techos y ventanas). Logradas estas instancias, se podrían sentar las bases para una futura sustitución de fuentes no renovables por renovables, tanto en la escala dispersa de su aprovechamiento como en su conexión a red.

13

La debilidad institucional imperante a fines de los '90, promovida por la profundización del neoliberalismo, la globalización y la desregulación económica, situación que, en la Argentina, se iniciara en la década del '70 después del golpe de estado cívico-militar; llevó a las ciudades a situaciones de profunda fragmentación urbano-social y a una fuerte especulación inmobiliaria de baja calidad constructiva y térmica que continúa hoy en día. Como consecuencia, para sostener la habitabilidad en términos razonables, la edilicia mantuvo y mantiene una alta dependencia de recursos energéticos no renovables. Simultáneamente, dicho proceso también llevó a fuertes inequidades en la consolidación de la edilicia en el tejido urbano, generando fragmentación en el territorio y en su infraestructura básica de servicios (energéticos, agua y cloacas entre otras). Esta situación profundizó fuertemente el desequilibrio energético-ambiental en las ciudades de la región.

Las circunstancias de crisis mencionadas, en consonancia con el contexto internacional y el reconocimiento de la baja calidad de la envolvente edilicia, que es la responsable de la mala habitabilidad de muchos hogares; condujeron a la necesidad de incorporar nuevos conceptos para dimensionar el tema. Entre otros, podemos mencionar la idea de *“pobreza energética”* desarrollada en Inglaterra en 1990, que evaluaba los ingresos económicos de las familias destinados a la energía para mantener su habitabilidad mínima; o el concepto de *“hacinamiento térmico”*, desarrollado por nuestro grupo de investigación en 1986, en donde se comparaba la superficie climatizada mínima y/o existente en las viviendas en relación a la superficie habitable real, y que mostró fuertes niveles de hacinamiento de las familias en pocos ambientes climatizados de una vivienda; y, complementariamente, el concepto de *“infra-consumo energético”*, que referencia a todas aquellas viviendas que consumen menos energía de la que deberían para sostener un confort aceptable, poniendo en evidencia los bajos niveles de habitabilidad y el consecuente hacinamiento térmico.

El contexto institucional de la última década en la Argentina mejoró la situación socio-económica, e incluyó normativas, aún vigentes, que han mostrado intensiones tendientes a revertir parte de los desequilibrios urbano-sociales y energético-ambientales. Son ejemplos el decreto Presidencial N° 140/2007 de eficiencia energética o la Ley 13059 de la provincia de Buenos Aires, normativas que han tenido repercusiones desiguales en sus aplicaciones. Como paliativo de coyuntura, también se implementaron políticas de subsidio a las tarifas con niveles de desagregación y alcance discutibles, en un contexto energético regional y global complejo. Estas políticas, si bien cumplían una función social estructural, así como una estrategia de beneficio socio-productivo indirecto, generaron procesos distorsivos. Se fortaleció el consumo a partir de una mejora en su habitabilidad, porque el usuario podía reequiparse y permitirse económicamente un mejor pasar; pero también permitió una mejor rentabilidad en el sector productivo en expansión. Ambas situaciones en simultáneo incrementaron sustantivamente la demanda. Esto

fue contraproducente respecto de la infraestructura de servicios disponible y al uso eficiente y el ahorro energético en la edificación urbana existente, fundamentalmente residencial, dado que como mencionamos anteriormente, las características tecnológico–constructivas de baja calidad térmica y la significativa accesibilidad al equipamiento energo-intensivo para su climatización, han sido y siguen siendo las causantes de las fuertes demandas energéticas recurrentes. Esto ha llevado a una competencia entre sectores, principalmente con el sector industrial, ocasionando cortes de suministro y sustitución de fuentes por otras más costosas y contaminantes.

Actualmente, los cambios de gestión y administración producidos en el 2016, han implementado la reducción de subsidios a la energía en determinados sectores y regiones, trasladándolo a las tarifas a través de un aumento que ahora paga el usuario. Las autoridades actuales enuncian que, con esta estrategia, se reducirán los consumos energéticos en las viviendas. Ante esta medida, advertimos que si no se implementan planes complementarios que apunten a mejorar la envolvente de las viviendas, la disminución forzada de consumos vía tarifas altas puede ir nuevamente en desmedro de la habitabilidad.

Independientemente de las políticas en juego, es claro que la baja eficiencia térmica de los edificios sigue siendo un problema, y por ello creemos que es fundamental delinear estrategias para el futuro mediano y apropiadas para nuestro contexto, con el fin de realizar intervenciones masivas en la edificación, tema que ya ha sido abordado con buenos resultados a nivel internacional en los países centrales.

Para su instrumentación se desarrolló una metodología orientada a:

- i. Intervenir de manera masiva en la detección de casos edilicios “tipo” dentro de “áreas urbanas representativas” (*dónde* actuar);
- ii. Mejorar la eficiencia energética de la envolvente edilicia residencial construida (*cómo* actuar); y
- iii. Evaluar los posibles niveles de eficiencia alcanzados, así como la reducción de la demanda energética puntual y zonal (*cuánto* se ahorra). Este

libro desarrolla fundamentalmente el segundo y el tercer aspecto, relacionados con el cómo y el cuánto. La investigación se realiza en el marco del proyecto “Desarrollo de tecnologías y pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial orientado al uso racional y eficiente de la energía en áreas urbanas”, PIP 112-2011-0100097, CONICET; dirigido por el Dr. Carlos Alberto Discoli y codirigido por la Dra. Irene Martini; una beca doctoral otorgada por el CONICET llevada a cabo por el Dr. Lucas Rodríguez, y su tesis doctoral dirigida por el Dr. Carlos Discoli y la Dra. Silvana Flores Larsen.

Este trabajo tomó como área de estudio la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires, Argentina, en donde convergen diferentes niveles de complejidad y escalas de análisis. Se utilizan áreas urbanas definidas que representan al tejido urbano y su edilicia a través de una clasificación que permite identificar patrones tipológicos, y establecer las tecnologías predominantes a los efectos de evaluar acciones de reciclado con mayor eficiencia.

Se cuenta con una biblioteca interactiva de información técnico-económica y un catálogo de sistemas constructivos y materiales con distintas alternativas de mejoramiento, viables para nuestro contexto tecnológico-económico. Esto nos permitió: i. Elaborar un escenario base de consumo de energía para climatización con las tecnologías existentes en cada vivienda; ii. Abordar el reciclaje generalizado con mejoras específicas; iii. Optimizar la envolvente en todos sus componentes (techos, muros y aberturas); iv. Minimizar el consumo de energía y mejorar la habitabilidad.

La integración de los resultados parciales, permitirá evaluar las potenciales mejoras a los efectos de dimensionar la reducción de la demanda energética sectorial.

Dr. Carlos Discoli
Director de Proyecto
Inv. Princ. CONICET
IIPAC-FAU-UNLP/INENCO CONICET



RESUMEN GENERAL

En el primer capítulo se describe el problema que fundamenta la elección del tema de investigación, la situación energética del sector residencial y se plantean los cuestionamientos disparadores. Se estudian las experiencias previas realizadas como aportes al tema, culminando con una descripción introductoria respecto del planteo metodológico para el estudio, análisis sistémico y mejoramiento del comportamiento termo-energético del tejido urbano residencial en sus distintos niveles de abordaje.

En el segundo capítulo se describe detalladamente la metodología general, incluyendo la definición de la edificación residencial de La Plata como objeto central de estudio, el desarrollo del sistema de selección y clasificación y la metodología de evaluación energética y económica. Respecto de la edificación residencial de la ciudad de La Plata, se describen sus principales características geográficas, históricas y bioclimáticas. En cuanto a su clasificación, se describen las estrategias de selección e integración y las herramientas empleadas en los distintos niveles de abordaje (nivel contextual, nivel de anclaje y nivel de componentes). Para el análisis y evaluación energética y económica, tanto de la situación edilicia original como de las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo, se describe el sistema de evaluación termo-energética empleado para los distintos niveles de abordaje, el sistema de evaluación económica en relación a los costos fijos y los costos variables y se plantea el análisis de integración

energético-económica como estrategia y condición necesaria para la selección de las propuestas de reciclado más eficientes.

En el tercer capítulo se describe la instrumentación de la metodología presentada, según tres fases definidas como “*identificación y clasificación*”, “*análisis y propuestas de intervención*” y “*evaluación y resultados*”. Para la primera fase se presenta un catálogo de comparación de las tipologías representativas de la ciudad de La Plata, considerando su incidencia cuantitativa en el área de estudio y se describen los principales aspectos formales y las características tecnológico-constructivas, termo-energéticas y económicas de cada unidad edilicia y los componentes de sus envolventes. En la segunda fase se evalúa la calidad termo-energética de cada componente de la envolvente edilicia y sus costos, a los fines de una evaluación comparativa de propuestas de mejoramiento, con el apoyo de fichas catalogadas en formato digital que integran las características termo-energéticas y económicas de la edilicia existente (base) y las distintas opciones de mejora para evaluar comparativamente y proponer las alternativas más eficientes en el marco de una aplicación masiva. Por último, para la última fase se integran las mejoras de cada elemento de la envolvente al comportamiento termo-energético y económico global; sistematizando, analizando y evaluando los datos desde un formato digital que facilita la carga de información, el ajuste y/o la posibilidad de realizar modificaciones en forma dinámica en el estudio comparado de variantes o ejemplos particularizados.

El cuarto capítulo presenta aplicaciones de la metodología e instrumentación propuesta, trabajando sobre ejemplos tipológicos seleccionados dentro de un mosaico urbano representativo. Se detallan y analizan las características constructivas y térmicas a nivel de elementos y se proponen mejoras tecnológico-constructivas, seleccionadas con la ayuda del índice de eficiencia energético-económico. Se realiza el análisis térmico-energético y la evaluación técnico-económica de estas unidades edilicias seleccionadas y, por último, se analiza la incidencia energético-económica de dicha aplicación en una reproducción masiva sobre áreas urbanas definidas.

En el quinto capítulo se trabaja sobre la verificación empírica de los comportamientos termo-energéticos planteados en las distintas tecnologías en situación original (base) y las propuestas de mejoramiento. Se describen los casos tecnológico-constructivos seleccionados, así como los sistemas de medición de flujo de calor. Se desarrollan los ensayos según la metodología explicitada y se presentan resultados y conclusiones al respecto.

Finalmente, el sexto capítulo corresponde a las conclusiones y reflexiones finales.

CAPÍTULO 1

JUSTIFICACIÓN Y DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA EDILICIO ORIENTADO A UN RECICLADO CON EFICIENCIA ENERGÉTICA

1.1. SITUACIÓN ENERGÉTICA DE LOS DISTINTOS SECTORES: RESIDENCIAL VS. INDUSTRIAL

21

El contexto energético actual de la Argentina, así como el consumo energético del parque edilicio urbano existente, forman parte de una problemática vigente que debe abordarse a efectos de minimizar la demanda de recursos mayoritariamente fósiles. Si tenemos en cuenta que la gran mayoría de la población reside en áreas urbanas, y que esa cifra se incrementa constantemente, se reconoce una demanda en alza relacionada con formas de uso, niveles de habitabilidad y crecimiento vegetativo, con su consecuente incidencia en la matriz energética nacional (MEN). Esta situación se verifica actualmente en la participación de la edilicia residencial construida con relación a los otros sectores involucrados (Comercial y Público, Industrial, Transporte, Agropecuario y No Energético), con un consumo de la cuarta parte del total del país.

Según la información brindada por la Secretaría de Energía de la Nación, se observa que el parque residencial insume un 24.52% del balance energético nacional (BEN, 2012)¹, similar al del sector industrial productivo, que representa el 24.08%

1 Residencial 24.52%, Comercial y Público 7.85%, Industrial 24.08%, Transporte 27.61%, Agropecuario 5.90% y No Energético 10.04%. B.E.N. 2012.

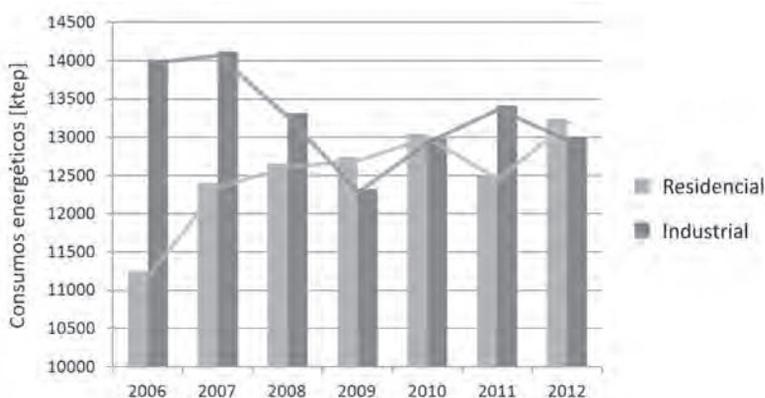


Figura 1. Consumos del sector residencial e industrial (Fuente: elaboración propia, con datos de la Secretaría de Energía de la Nación, 2014).

del consumo energético (Figura 1). Esta demanda, ante una oferta limitada de recursos fundamentalmente fósiles, genera competencias poco benéficas a nivel país, dado que en situaciones climáticas extremas se tuvieron que definir prioridades de uso de ciertos insumos energéticos, como el gas natural (GN) en invierno y energía eléctrica en verano, dada la necesidad de priorizar la oferta al sector residencial para cubrir las necesidades básicas de habitabilidad. Consecuentemente, se comprometió al sector industrial que debió sustituir su demanda con fuentes menos competitivas y más contaminantes. Si se considera una proyección de crecimiento del sector residencial urbano sostenido en el tiempo, dado que en los últimos veinte años la producción edilicia formal² se ha incrementado fuertemente, duplicando en el año 2009 el promedio anual de la superficie construida respecto de 1991 (INDEC, 2011), se ampliaría la brecha y se profundizaría la competencia, maximizando paralelamente los problemas ambientales.

2 En referencia a las edificaciones que han sido construidas con permisos de los organismos reguladores de los municipios. Es de destacar que por fuera de este sistema la actividad también se desarrolla ampliamente.

Teniendo en cuenta los consumos presentes en el sector residencial y entendiendo a las ciudades como estructuras energo-intensivas (Discoli, 2009) que dependen necesariamente de estos recursos para mantener las condiciones requeridas de *confort*³ y *habitabilidad*⁴, se propone minimizar la demanda de climatización en forma *masiva*⁵, buscando una relación más eficiente entre el consumo energético creciente y la eficiencia en el uso. Para ello se plantea mejorar las variables constructivas de la *envolvente edilicia*⁶ de gran parte del parque residencial urbano, permitiendo así establecer una relación más equilibrada entre la **energía utilizada**, la **posible sustitución**, la **habitabilidad** y sus **consecuencias ambientales**.

La energía en el parque construido

Nuestro país viene enfrentando continuas crisis energéticas⁷, enfatizadas en esta última década, en las que se verifica la falta de GN en invierno y la excesiva demanda eléctrica en verano. En cuanto a la disponibilidad del recurso energético, se reconoce

3 Por *confort higrotérmico* se entiende la ausencia de malestar térmico. Es una condición de percepción individual, por lo que varía según cada sujeto.

4 Por *habitabilidad* se comprende a condiciones establecidas de salud y confort en los edificios, que son parámetros preestablecidas de acuerdo a cada fin.

5 Se entiende por forma *masiva* a la aplicación que afecta un gran número de casos, a través de la intervención sistematizada sobre casos representativos extensibles a universos mayores.

6 Por “*envolvente edilicia*” se entiende el “*cerramiento del edificio. Incluye tanto los opacos como los transparentes (techos, paredes, puertas, ventanas y similares), pero no incluye los pisos en contacto con el suelo. Incluye los pisos sobre espacios exteriores*”. Definiciones: *envolvente*. Norma IRAM 11900. 2009.

7 Se hace referencia a la crisis del año ‘74; la del ‘88 (1987-1990) en una situación particular durante el gobierno de Alfonsín; la de 1998-2000 en un marco de desajustes gubernamentales generalizados motivados desde las políticas de desregulación del período “neoliberal”; y la crisis de comienzos del 2004, con un fuerte incremento de la demanda de GN y energía eléctrica, insuficiencia de abastecimiento de GN y ausencia de inversiones en generación, costo de haber transferido al sector privado las principales empresas energéticas estatales.

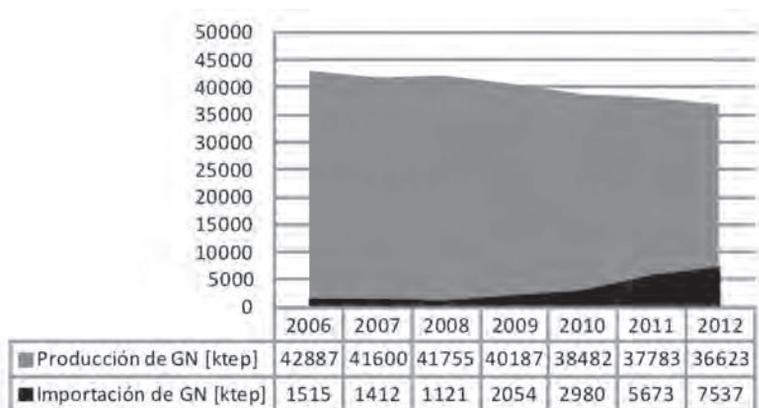


Figura 2. Producción e importación nacional de Gas Natural (Fuente: elaboración propia, con datos de la Secretaría de Energía de la Nación, 2014).

una demanda en crecimiento a la par del agotamiento de las reservas y la reducción progresiva en la producción. Esto ratifica la dependencia de la importación de hidrocarburos, con importante incidencia a partir del año 2008⁸ (Figura 2) cuando el Poder Ejecutivo Nacional sanciona el Decreto N°2067/08 que establece un cargo específico que integra un Fondo Fiduciario para atender las importaciones de GN (Resolución ENARGAS N° I/615).

En este escenario, en el cual el sector residencial representa un cuarto del consumo energético nacional y donde la mitad de este consumo corresponde a la climatización de viviendas (Bourges, Gil, 2012) (Figura 3) resulta imperante generar acciones para mitigar esta situación mediante un uso más eficiente de los recursos actuales, sentando así las bases hacia la sustitución de las fuentes fósiles.

8 Un ejemplo significativo lo representa el Gas Natural, cuya “Producción” desde el año 2008 fue decreciendo a una tasa anual aproximada del 3%. Y la “Importación”, desde el mismo año, ha aumentado de manera sustantiva alcanzando en el 2012 un 672% respecto del año 2008.



Figura 3. Consumo nacional por sectores y discriminados según usos del sector residencial (Fuente: elaboración propia, con datos de la Secretaría de Energía de la Nación, 2014; Bourges, Gil, 2012).

Ante tal desafío debemos ser conscientes del requerimiento de una acción conjunta, de los individuos de la sociedad con el apoyo del Estado, como un acto de compromiso hacia la generación de escenarios eficientes de consumo energético en la edificación construida que redunde en beneficios recíprocos si se considera la posibilidad de minimizar el elevado costo que insume para el Estado la importación de combustibles⁹ como así también mejorar la habitabilidad de la población y la posibilidad de reducir los costos del consumo residencial individual que han sido triplicados a partir del mes de agosto de 2014 debido al aumento en las tarifas¹⁰ (Resolución ENARGAS N° I/2844).

La habitabilidad dependiente del insumo energético

Los importantes consumos que registra el sector residencial se deben, principalmente, a las bajas calidades tecnológico-constructivas de la edificación construida, que no cumplen con los niveles mínimos de habitabilidad establecidos por Norma

9 Según el Intercambio Comercial Argentino de 2012, la importación de combustibles y energía representó una fuga de divisas equivalente a 9266 millones de dólares, lo cual significó un 13.5% del total de las importaciones (INDEC, 2013).

10 Tarifas vigentes desde agosto 2014 (resolución ENARGAS N°I/2844) Camuzzi Gas Pampeana S.A. http://www.camuzzigas.com/documentos/tarifas/1_Cuadros_Tarifarios_vigentes_a_partir_%20Agosto%20_2014.pdf. Visto 21/09/2014.

IRAM¹¹; lo cual se asienta en un contexto sin regulaciones oficiales que establezcan estándares mínimos de calidad constructiva, consumo energético y/o niveles de habitabilidad¹².

Tanto el mercado inmobiliario privado como la iniciativa estatal de vivienda social tienden a emplear materiales y tecnologías constructivas de baja calidad térmica con el fin de obtener una reducción del costo inicial¹³. Las consecuencias de este hecho se registran en los altos gastos operativos que insume la vivienda para afrontar las deficiencias de confort interior. Costos que son solventados diariamente tanto por los usuarios como por el propio Estado mediante acciones de subsidios energéticos.

La energía en relación con la edificación residencial y el ambiente

Lejana a la noción de *energía sostenible*¹⁴, la oferta energética nacional está fuertemente basada en combustibles fósiles, con una incidencia insignificante de las fuentes de energías limpias o energías renovables (ER). Y si bien en nuestro país las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) son considerablemente inferiores respecto de las de los países desarrollados¹⁵ (S.A. y D.S.,

11 Y actualmente exigidos por la Ley N°13059 para las edificaciones a construir en el territorio de la provincia de Buenos Aires.

12 A partir de la crisis energética de los '70, los países desarrollados han llevado a cabo acciones para definir estándares mínimos de calidad térmico-constructiva mediante normativas que regulan las características de las nuevas construcciones; como así también mediante programas para la adaptación de los edificios existentes, a escala masiva.

13 El total de las tipologías residenciales representativas de la ciudad de La Plata están por debajo de las calidades térmicas mínimas (Rodríguez, 2012a) exigidas por la vigente ley de acondicionamiento térmico edilicio para la provincia de Buenos Aires.

14 *“Aquella que se produce y usa para respaldar el desarrollo humano a largo plazo, en todas sus dimensiones sociales, económicas y ambientales”*. Informe Mundial de Energía, Conferencia de las Naciones Unidas.

15 La huella de carbono del argentino promedio es de 5.71 ton CO₂ al año, mientras que U.K. duplica este valor con 11.81 ton CO₂ y Estados Unidos lo cuadruplica, con 20 ton CO₂ (SAyDS, 2008).

2008), con una participación del 0.8% de las emisiones mundiales (Carlino, 2007), se considera importante tomar conciencia y concientizar sobre la incidencia del hábitat construido, teniendo en cuenta que los edificios residenciales son los responsables de un cuarto de la emisión de todos los GEI generados en Argentina (Evans, 2005).

Una aproximación al sector residencial considerado

Frente a este panorama de crisis energética vigente y demanda creciente (sin asegurar incluso los niveles mínimos de habitabilidad), así como las consecuencias medioambientales, se requiere de un mejor aprovechamiento de los recursos energéticos actuales; entendiendo que dicha acción estratégica es una de las opciones mediatas más viable y efectiva. A partir de ello, la conservación de energía en la edificación residencial existente se presenta como una alternativa fuertemente favorable. También se debe tener en cuenta que el Uso Eficiente de la Energía (UEE) es una condición necesaria para que se sienten las bases para la futura implementación de fuentes de Energías Renovables (ER).

Por lo expresado y considerando el peso sustantivo que tiene la vivienda existente en la MEN, se toma como ejemplo al sector residencial urbano de construcción tradicional de la región del Gran La Plata, provincia de Buenos Aires. Dicha edificación es representativa en cuanto a su materialidad, dado que los sistemas constructivos empleados se replican prácticamente en todos los centros urbanos de nuestro país. Se analizarán unidades edilicias representativas que se caractericen tipológicamente desde su morfología, función y materialidad, entendiendo su diversidad a partir de formular una sistematización analítica, la cual posibilita ensayos, pruebas, ajustes y réplicas en diversos contextos mediante el estudio pertinente que clasifica sus construcciones y tecnologías representativas, así como también sus costos y disponibilidades.

En síntesis, se propone establecer un método de abordaje sistemático para el reciclado edilicio¹⁶ masivo, con potenciales respuestas de aplicación y mejoramiento de la eficiencia energética de la situación residencial actual.

16 Por “*reciclado edilicio*” se entiende la intervención y adaptación tecnológico-constructiva para mejorar, en este caso, sus características termo-energéticas.

1.2. NUESTRA PROPUESTA

Descripta la situación, consideramos pertinente evaluar y proponer acciones e innovaciones, proyectuales y tecnológicas¹⁷, que permitan abordar un reciclado masivo de la envolvente edilicia; e implementar técnicas apropiadas de diseño pasivo¹⁸ con el objeto de mejorar la eficiencia energética en el sector residencial, mejorar las condiciones de habitabilidad y favorecer la implementación de energías renovables y minimizar la competencia energética entre sectores.

En estos términos entendemos que el reciclaje generalizado de la edilicia existente, con criterios de diseño ambientalmente consciente y pasivo, representa una alternativa viable para reducir en forma sustantiva y mediata el consumo energético, beneficiando significativamente la habitabilidad residencial y los aspectos ambientales.

En cuanto a las estrategias de abordaje, consideramos que deben sintetizar acciones integrales y tecnologías apropiadas para las unidades edilicias representativas a los efectos de poder resolver en forma concreta, específica, sistemática y masiva la ineficiencia energética de las envolventes existentes.

Con respecto a las soluciones a proponer, éstas pueden ser aplicadas y replicadas eficazmente en el contexto tecnológico actual de nuestra región. Y en definitiva, su implementación minimizaría fuertemente la demanda energética del sector residencial, situación que a futuro habilitaría la implementación de energías renovables en el parque edilicio consolidado.

17 Entendemos por "*Acciones de innovación tecnológica*" a la optimización de técnicas actuales, desde el punto de vista energético, mediante la utilización más eficiente de los materiales de uso tradicional.

18 Por "*diseño pasivo*" se entiende al conjunto de estrategias empleadas con el fin de lograr las condiciones de habitabilidad y confort requeridas en los edificios mediante el aprovechamiento de los recursos naturales.

1.3. LO SUCEDIDO HASTA EL MOMENTO

Trataremos de sintetizar los caminos recorridos en cuanto a trabajos de innovaciones tecnológicas e investigaciones a nivel internacional, nacional y local.

Los escenarios de reiteradas crisis energéticas en nuestro país, agravadas por el proceso de cambio climático, y el deterioro del espacio construido¹⁹ y su baja calidad térmicas y de habitabilidad, nos permite reflexionar sobre el futuro del hábitat urbano y los recursos naturales. Esta situación nos lleva a afrontar desafíos a partir de repensar aspectos asociados a la gestión política de las ciudades, la actividad económica y los modelos de consumo vigentes, la estructura social y la concientización colectiva e individual. Al respecto, se han llevado a cabo acciones piloto que incluyen mejoras en el marco legal actual, y se comienza a reconocer en determinados ámbitos, la importancia de reciclar y mejorar el ineficiente parque edilicio existente como medida de proyección en la mejora de la eficiencia energética y las condiciones de habitabilidad y medioambientales.

Por lo expuesto, consideramos pertinente mencionar algunos antecedentes internacionales, regionales y nacionales en los que se muestran acciones concretas en cuanto al uso eficiente de la energía (UEE). También se describen acciones locales en el ámbito de la investigación, profundizando sobre aquellas llevadas adelante por el instituto de pertenencia de los autores.

1.3.1. Antecedentes desde el marco internacional

Luego de la primera crisis petrolera en el año 1974, los países energo-intensivos necesitaron replantear las formas de uso

19 Detectado en gran parte del parque edilicio, principalmente en los sectores sociales más desprotegidos, tanto en viviendas otorgadas por planes estatales como en las resueltas en forma particular.

y su eficiencia energética en todos los sectores involucrados. En el caso del sector edilicio, y en particular el residencial, se reconoce el aporte brindado por los países desarrollados, que han introducido con éxito medidas y principios relacionados con el uso racional, la conservación, la eficiencia y finalmente con la implementación asociada a los principios básicos y fundamentales de la “Casa Pasiva”²⁰. En primera instancia, han analizado y desarrollado medidas de rehabilitación masiva en el parque edilicio existente y, durante el proceso de reciclado, se sentaron las bases normativas para la edificación nueva. En Europa y Estados Unidos, las técnicas de conservación y uso racional de la energía (URE) lograron significativos resultados a más de tres décadas de su lanzamiento. Por ejemplo, el consumo de energía de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) creció solamente el 4% entre 1973-1985, mientras que el PBI creció en el mismo período el 30% (Rosenfeld et al., 1993). En España, a partir del Decreto 1490 de junio de 1975, se adoptaron las primeras medidas para reducir el consumo de energía y la creación y apoyo estatal de programas I+D para energías alternativas que no demanden uso del petróleo. El Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE), que es una Sociedad Estatal del Ministerio de Industria y Energía de España, fue el encargado de llevar adelante las intervenciones en el sector residencial y servicios desde los Ayuntamientos, obteniendo logros muy significativos que fueron publicados en diferentes medios²¹.

También podemos citar el ejemplo de Francia, en donde las acciones promovidas por la Agencia del Ambiente y del Manejo de la Energía (ADEME), la Agencia Francesa para el Manejo de la Energía (AFME), y el Comité Científico y Técnico de la Industria

20 El concepto de adaptación hacia la “Casa Pasiva” o “Passive House Retrofit (PHR)” implica una vivienda con una demanda de climatización muy baja a partir de la incorporación de soluciones arquitectónicas y constructivas adecuadas al clima y al ecosistema de la zona, para lograr confort interior mediante procedimientos naturales.

21 IDEEA, Jornadas técnicas y de gestores energéticos municipales. Dirección de Residencial y Servicios. Madrid.1986.

del Calor (COSTIC) entre otros, encabezaron la organización e implementación del reciclado sistemático de gran parte de la edificación a nivel nacional. En este caso se destaca la intervención por zonas climáticas, detallando los aspectos constructivos y de consumo desagregados por fuente, para viviendas individuales y colectivas. Se analizaron las demandas por fuente y por tipo de uso, el equipamiento, la complejidad edilicia, el número de usuarios, así como la implementación y difusión de la reglamentación pertinente. Se realizaron numerosas publicaciones orientadas a la difusión, a la capacitación y al desarrollo científico-académico²². Al igual que los ejemplos mencionados, el resto de los países desarrollados actuaron en consonancia, más allá de las singularidades de cada proceso.

En base al mencionado antecedente inicial, gran parte de los países europeos introdujeron con éxito las medidas y los principios de Passive House Retrofit (PHR) en la rehabilitación del parque edilicio existente. Actualmente, los ahorros de energía alcanzados pueden variar en un rango del 80-95% dependiendo de las tipologías. Por ejemplo, la demanda de calefacción se ha reducido en algunos casos de 150-280 kWh/m² año a menos de 30 kWh/m² año. Como demuestran distintas experiencias piloto, el estándar de 15 kWh/m² año del Passive House (PH) puede alcanzarse. También se ha podido comprobar en diferentes países que la rehabilitación de edificios según los estándares del PHR es viable económicamente en el contexto energético actual²³, y se continúa con el desarrollo de investigaciones que evalúan la viabilidad de las mismas (Verbeeck, 2005) (Rodríguez González et al., 2011).

22 Entre ellas podemos mencionar los manuales de diagnóstico “Guide de diagnostic thermique” editado por el AFME en 1987, software tales como el Media -Mi y el Media-Lc orientado a la evaluación energética integral de edificios terciarios y viviendas desarrollado por el AFME, 1988; y cartillas de difusión por regiones y por rubros de intervención bajo el lema “Pour en savoir plus”, desarrolladas por el ADEME, 1988.

23 <http://www.energieinstitut.at/Retrofit/>. Passive House Retrofit. 20-05-2011, visto.

Paralelamente, los efectos de las crisis petroleras generaron, en nuestra región sudamericana, acciones similares con escenarios político-institucionales diferentes, pero con perspectivas un tanto menores en los niveles de demandas y prospectivas más alentadoras en cuanto a los recursos. Un caso significativo es el de Brasil, país que comenzó a desarrollar diferentes políticas orientadas a sostener y/o fomentar el autoabastecimiento. Se coordinaron acciones orientadas a estudiar la demanda y racionalizar el consumo, con énfasis en términos de capacidades académicas y científicas, tecnológicas e instrumentales. Si bien existieron instancias político-institucionales muy inestables en las décadas finales del siglo XX, los trabajos realizados permitieron sentar las bases para los programas hoy vigentes y para la formación de personal capacitado, fundamentalmente en lo académico.

Podemos citar como ejemplo a la Asociación Nacional de Tecnología del Ambiente Construido, que promocionó el desarrollo y la investigación de los aspectos tecnológicos y de confort aplicables a la edificación en todo el ámbito nacional. Un ejemplo reciente es el Proyecto HABITARE/FINEP/2004. El mismo trabaja sobre la normalización en el confort ambiental y desarrolla temáticas relacionadas al desempeño térmico, lumínico y acústico en la edificación. Estos trabajos se llevan a cabo en la Unidad Ejecutora de la Universidad Federal de Santa Catarina (UFSC); Departamento de Ingeniería Civil, conformado por el Núcleo de Pesquisas em Construção. Otro ejemplo es el que lleva a cabo la Secretaría de Estado de Habitação del Gobierno del Estado de San Pablo, que incluye un *“Programa de Sustentabilidade e Inovação em o hábitat popular. Um desafio para a proposta de modelos eficientes de moradas”*. Este consiste en el análisis y desarrollo de alternativas edilicias tipológicas de viviendas individuales y colectivas de mediana densidad con propuestas de agrupamiento, uso eficiente de energía y pautas pasivas²⁴.

24 Secretaría de Estado de Habitação del Gobierno del Estado de San Pablo, que incluye un Programa de Sustentabilidade e Inovação na Habitação Popular. O desafio de propor modelos eficientes de moradia. 2010.

Para el caso de Argentina, si bien la prospectiva visualizada en la década de la “crisis del petróleo” era generosa, las políticas posteriores de privatizaciones, desregulaciones y desinversiones llevaron a dilapidar gran parte de los recursos estratégicos, como así también las políticas de gestión.

Una mayor profundización sobre los antecedentes nacionales se desarrolla en el siguiente apartado.

1.3.2. Antecedentes a nivel nacional

En nuestro país, en las últimas décadas del siglo pasado se comenzaron a promover proyectos avalados por la Secretaría de Energía de la Nación en relación con el desarrollo de metodologías que pudieran evaluar el estado del arte energético tanto en el sector industrial como urbano-edilicio²⁵. Posteriormente, en el marco del Programa URE (1992/99) en acuerdo bilateral con la Unión Europea, se trabajó sobre la gestión energética y la promoción tecnológica. En el caso urbano-edilicio, los programas se enfocaron sobre alumbrado público, combinación de fuentes y uso eficiente relacionado con tecnologías de cogeneración en edificios de envergadura, certificación de equipamiento, entre otros. Cabe destacar que el contexto económico-institucional adverso imperante condicionó decisivamente la concreción de gran parte de las iniciativas, llegando incluso a la disolución de los entes administrativos del cual dependían²⁶. Si bien la inestabilidad institucional terminó cercenando la posibilidad de seguir con las temáticas referidas, los antecedentes recabados en la región nos permiten referenciar acabadamente lo realizado. El

25 Se destacan los Concursos Nacionales con financiamiento de la Secretaría de Energía de la Nación, que promocionaron investigaciones en la temática. Entre ellos, el proyecto AUDIBAIRES (Rosenfeld et al., 1988), que representa un antecedente sustantivo para el desarrollo del presente trabajo.

26 Actividades para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático. BIRF N° TFS 1287/AR. Contrato C1 “*Medidas de Eficiencia Energética*”. Anexo I. 2005.

escenario reciente ha permitido, en primera instancia, abordar y avanzar en los problemas coyunturales, dando lugar a retomar aquellos desarrollos que sentaron bases muy significativas y darles continuidad. Se puede afirmar que se ha comenzado a cobrar conciencia institucional y colectiva sobre la situación energética y ambiental. En algunas instancias también se ha trabajado en lineamientos prospectivos para asegurar los recursos necesarios a las generaciones futuras²⁷.

Ante este escenario, y en el marco de los convenios y tratados internacionales firmados oportunamente por el Estado Nacional, el Poder Ejecutivo ha comenzado a generar instrumentos orientados a revertir dicha situación. Podemos mencionar el Decreto 140/2007 que declara de interés y prioridad nacional el uso racional y eficiente de la energía. Este marco legal, en su Art. 2º, especifica que dichas acciones están destinadas a los distintos sectores consumidores de energía. Al respecto, entendemos que el sector residencial es uno de ellos y la ciudad está representada fundamentalmente por el mismo. Con posterioridad y en consonancia con la Nación, la Provincia de Buenos Aires reglamentó la Ley N° 13.059 que, si bien no está siendo implementada, exige la aplicación de las normas IRAM referidas a la mejora de la envolvente en la edificación nueva y/o aquella a modificarse (con lo cual se involucra un número no mayor al 3% del parque edilicio existente²⁸). Aunque la reglamentación de la ley no aplica para la edificación existente, es fundamental comenzar a delinear estrategias que permitan, en el futuro cercano, hacer intervenciones masivas en la misma. Como se mencionó anteriormente, esto se fundamenta en que el consumo de energía del parque edilicio existente de nuestro país tiene una participación significativa en la matriz energética nacional, y actuar sobre este parque es la manera posible de modificar sustantivamente

27 Conceptos básicos de sustentabilidad expresados inicialmente en la Conferencia de Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo, celebrada en la ciudad de Rio de Janeiro en el año 1992.

28 Información suministrada por la Cámara Argentina de la Construcción.

la misma y minimizar además la competencia entre el sector residencial y el industrial en las estaciones climáticas adversas. Por otro lado, se aclara que si bien se debe seleccionar un objeto de análisis como “laboratorio”, en esta caso la ciudad de La Plata, es necesario trabajar bajo la consideración de que los aportes producidos deben ser extensibles a un universo mayor dentro de la región (la cual concentra el 24.6% de la población); como así también a otras regiones a partir de considerar los lineamientos de las zonas climáticas (III_{a-b} y IV_{c-d}) de la norma IRAM.

Se considera que es decisivo accionar sobre su aplicación y hacer extensivas las normativas vigentes a la edificación existente, para comenzar a resolver problemas coyunturales de la demanda, mejorar su habitabilidad con un menor consumo, y minimizar así las competencias entre sectores (fundamentalmente entre residencial, industrial y transporte).

Para asegurar su aplicabilidad, dada la diversidad del sector residencial, se requiere de propuestas integrales, precisas y sistemáticas. Ante esta problemática, se entiende que la ciudad y su edificación consolidan un complejo que necesariamente debe ser abordado desde sus distintas escalas para dar una respuesta significativa. y en ello, el ámbito académico de nuestro país presenta antecedentes relevantes en trabajos de investigación afines.

1.3.3. Antecedentes en investigaciones y programas afines

Existen múltiples proyectos en la temática, avalados por entidades gubernamentales y mayoritariamente por ámbitos académicos y científicos, que han dado marco institucional a numerosos grupos de investigación. A pesar de ciertas discontinuidades, estos grupos supieron desarrollarse y mantenerse durante casi cuatro décadas trabajando en diferentes programas y proyectos.

El proyecto *“Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de prototipos de*

vivienda en San Miguel de Tucumán”, fue llevado a cabo por el Centro de Estudios Energéticos y Medio Ambiente, del Instituto de Acondicionamiento Ambiental FAU-UNT, 2000. En ese trabajo se presenta la evaluación de los requerimientos energéticos para la climatización artificial de viviendas tipo, considerando el comportamiento térmico de una tipología de vivienda de la operatoria FONAVI construidas por el estado en el período 1997-1999. Esta tipología se sigue utilizando en las nuevas operatorias implementadas por los organismos estatales. A partir de este análisis se pretendió demostrar la manera en que las modificaciones en el diseño de la envolvente determinan diferencias sustanciales en el consumo energético, así como también determinar cuáles son las soluciones de diseño óptimas para el prototipo ubicado en una zona climática cálida húmeda. La correcta resolución de la envolvente (materiales, solución constructiva, colores y orientación) permite disminuir considerablemente los requerimientos de energía para el acondicionamiento.

En los proyectos *“Consumo energético de viviendas suburbanas y su relación con parámetros urbano-arquitectónicos”* y *“Comportamiento energético de tipologías barriales en San Juan, Argentina”*, ambos llevados a cabo por el Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat FAU-UNSJ, 2000, se realizó la cuantificación comparativa del comportamiento térmico de viviendas habitadas, que corresponden a cinco tipologías económicas y de nivel medio de construcción masiva en diferentes barrios suburbanos de la ciudad de San Juan. Se obtuvieron índices de consumos energéticos anuales por unidad de superficie, bajo condiciones homogéneas en lo relativo a niveles mínimos de confort higrotérmico. Se verificó un déficit en la habitabilidad de las tipologías analizadas comparado con estándares internacionales y una estimación global del impacto que producen en el consumo energético sectorial anual. Todas las tipologías acusan consumos mayores al doble que el más alto de los estándares de referencia.

Podemos mencionar también, en otra región, el proyecto *“La incidencia de las variables morfológicas sobre la eficiencia energética*

en la edificación urbana en el área metropolitana de Mendoza”, llevado a cabo por el Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda, LAHV INCIHUSA, CRICYT, CONICET; 2001. Este proyecto buscó profundizar el conocimiento sobre la relación entre las variables morfológicas y los requerimientos energéticos de edificios insertos en tramas urbanas de zonas áridas de clima meso-termal seco. Aportó información cuantitativa sobre las correlaciones entre las características morfológicas de las tipologías de unidades urbanas (manzanas) y edificaciones seleccionadas, y los consumos energéticos necesarios para la calefacción de los espacios interiores. Los resultados obtenidos corroboran la respuesta energética más eficiente de las altas densidades y las tipologías compactas, por sobre las bajas densidades y tipologías abiertas (ahorros de hasta el 40%), y además la correlación entre el comportamiento térmico y las características morfológicas de las construcciones. El conocimiento del comportamiento del parque edilicio residencial, en lo referente a la conservación de energía y el acceso a los recursos energéticos renovables, es imprescindible para poder planificar el desarrollo urbano dentro de un marco de máxima eficiencia energética.

También podemos mencionar, en el ámbito nacional, el *“Programa mejor vivir”*, *“Hacinamiento por cuarto”* y *“Programa de mejoramiento de barrios-PROMEBA”*, que intervienen sobre el parque edilicio definido como déficit cualitativo, dimensionado para, por ejemplo, la Provincia de Buenos Aires, en 663.923 viviendas y 198.676 respectivamente en cada plan. Estos tienen como objetivo trabajar en la mejora de aspectos de deterioro o precariedad en la vivienda, así como problemáticas asociadas a la infraestructura colectiva. Si bien estas medidas tienden a mejorar el hábitat desde la aplicación de soluciones tradicionales, sin tener en cuenta la habitabilidad higrotérmica, el método de abordaje es muy significativo dado que las acciones apuntan a resolver problemas particulares a escala masiva (en este caso, barrios). Estas experiencias están siendo exitosas.

Otro ejemplo es el “*Sub-proyecto Norte del Observatorio de Prospectiva de Tecnología Energética Nacional (OPTE)*” PAE 22763, financiado por la Secretaría de Ciencia y Tecnología de la Nación (SECYT) y la Dirección Nacional de Programas y Proyectos Especiales, cuya red está conformada por los nodos Salta-La Plata, Rosario, Mendoza y Buenos Aires. Este proyecto tuvo como objeto realizar trabajos de prospectiva energética a partir del análisis de diferentes vectores. Uno de ellos corresponde al uso final de la energía en el sector residencial, para lo que se desarrollaron encuestas tipo Delphi a expertos del sector. Entre los resultados se observa la necesidad inmediata de implementar políticas y acciones directas sobre la edificación, desde lo tecnológico-construtivo y desde el equipamiento, a los efectos de lograr una mejor eficiencia de conjunto y minimizar la demanda.

En los ejemplos internacionales antes expuestos, se observa una resolución integral en el abordaje de acciones directas sobre el parque edilicio construido y a construir, logrando mejoras destacables en la eficiencia global del sector. A nivel de la región de Sudamérica, y en particular en nuestro país, si bien se han hecho importantes desarrollos, estos han apuntado fundamentalmente a la mejora en los diseños con propuestas significativas y pautas, y a evaluar el estado de situación del parque existente. Los resultados han permitido desarrollar en el tiempo las líneas de base o de referencia del estado del arte en prácticamente todos los casos. Y ya sea por motivos presupuestarios o discontinuidades de políticas científico-tecnológicas, no se ha podido avanzar sobre las soluciones concretas y sistemáticas que requiere una intervención masiva de estas características. También es cierto que en estos últimos años, algunos planes vigentes tienen como objeto lograr mejoras en el hábitat popular, aunque ellas todavía no apuntan a las temáticas planteadas en este proyecto. Esta situación también plantaría la necesidad de comenzar a delinear procesos de reciclaje a nivel de “formación e información” pertinente a los actores involucrados, a efectos de comenzar a sensibilizarse en estas temáticas y mejorar las acciones emprendidas.

Por último, una vez contextualizados según los antecedentes, se mencionan los principales aportes en la temática desarrollados por el instituto de investigación del cual los autores forman parte.

1.3.4. Principales contribuciones por parte del grupo IIPAC

Nuestro grupo de investigación, denominado Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC; ex IDEHAB U.I.2)²⁹, ha participado y participa de numerosos proyectos y desarrollos relacionados a la temática.

En la década del '80 se identificaron los consumos energéticos en el sector residencial, se describieron las modalidades del uso de la energía y se elaboró una metodología, inédita para ese entonces, que tenía como objetivo evaluar en forma masiva el parque edilicio a través de auditorías energéticas globales y detalladas (Rosenfeld et al., 1988). Se trabajó sobre una muestra de 2.800 viviendas clasificadas por tipologías representativas. Se analizó el consumo de energía desagregado por usos, equipamiento y usuarios, teniendo en cuenta las características bioclimáticas de la región (Gran Buenos Aires y Gran La Plata).

Más tarde, en la década del '90 se profundizó sobre el potencial de Uso Racional de la Energía (URE) en el Áreas Metropolitana de Buenos Aires y La Plata (Rosenfeld et al., 2002), en donde se mejoraron los procedimientos básicos relacionados con el audit-diagnóstico de viviendas residenciales a gran escala. Esto permitió optimizar los sistemas de evaluación energética a nivel global y detallado y trazar un cuadro de situación de las distintas tipologías edilicias. Se dimensionaron nuevamente los consumos energéticos desagregados por fuentes para la década, se establecieron patrones de uso comparables a los desarrollados en el decenio anterior y se calcularon los yacimientos potenciales de

29 IIPAC, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Grupo asociado al Instituto de Investigaciones en Energías No Convencionales (INENCO), Universidad Nacional de Salta (UNSa).

ahorro (YPA) para el sector residencial a partir de un conjunto de medidas genéricas. Paralelamente, se avanzó en el mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad implementando metodologías de diagnóstico temprano en edificios incluidos en sistemas de redes de servicios tales como salud y educación (Discoli, 1999; 2000; 2006) (Rosenfeld et al., 1995).

En el año 2005 se participó en la Segunda Comunicación Nacional de Cambio Climático, presentando el informe “*Medidas de Eficiencia Energética*” (Rosenfeld et al., 2005). Se revisaron y analizaron los programas y proyectos impulsados por el sector público y privado, por los medios académicos y científico-tecnológicos, así como de la legislación pertinente y las normas específicas cuyo objetivo haya sido el de promover o implementar el UEE desde el lado de la demanda. Esto permitió analizar el comportamiento energético de los sectores estudiados, entre ellos el sector residencial a nivel nacional, y elaborar una serie de lineamientos conformados en un portafolio de medidas. En todos los casos, se evaluaba la disminución del consumo de energía y de las emisiones de Gases Efecto Invernadero (GEI), así como se formulaban escenarios que simulaban las medidas aplicadas en el transcurso del tiempo.

Actualmente, se continúa avanzando en las diferentes escalas del complejo urbano. En la escala edilicia, se está trabajando en el diseño, desarrollo tecnológico y construcción de cuatro viviendas bioclimáticas emplazadas en la ciudad de Tapalqué, en el marco del Proyecto: “*Diseño, construcción y etiquetado de consumo energético de viviendas de interés social con pautas bioclimáticas*” (San Juan, 2011). También, en el proyecto “*Desarrollo de tecnologías y pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial orientado al uso racional y eficiente de la energía en áreas urbanas*”; CONICET (PIP 112-01101-00097), en el cual se integran los avances en el estudio de la adaptación del parque existente, según unidades y tecnologías representativas, considerando su influencia en áreas urbanas características (Discoli, 2012-2014).

Paralelamente, en la escala urbana se está desarrollando un sistema de diagnóstico que permite evaluar la calidad de vida urbana a partir del análisis de gran parte de los componentes de la ciudad y la calidad ambiental (Discoli, 2013). Entre los componentes estructurales podemos mencionar a las redes de infraestructura, en particular a las proveedoras de energía en todas sus formas, y el tipo de uso. La metodología, en este caso, permite evaluar a los servicios energéticos desde la oferta y desde la demanda, considerada esta última a través de la opinión de los usuarios. Los resultados apuntan a obtener información relevante para una gestión territorial sustentable. Se trabaja en diferentes escalas, global y local, según el nivel de requerimiento solicitado, y como resultado se obtienen mapas que visualizan el estado de calidad de los diferentes componentes de la ciudad tales como las redes de infraestructura energética y servicios. Esto permite definir diferentes situaciones según las escalas tratadas. Las escalas mayores nos orientan en la detección de áreas-problema y las escalas menores (la edilicia, los sistemas constructivos y sus componentes, como tema principal de este libro) nos detallan sus orígenes y características, situación que nos permite analizar pautas de mejoras y evaluar acciones específicas en cada una de ellas.

En resumen, en las escalas mayores se pueden establecer mapas con el escenario base global, utilizando áreas urbanas representativas (mosaicos urbanos); en las que se evalúan densidades energéticas, concentraciones de consumo y desequilibrios de la oferta con relación a la demanda. A partir de los mismos, se puede comenzar a plantear lineamientos que permitan abordar el reciclaje generalizado priorizando las áreas urbanas con mayores problemas. Sobre esas áreas, se trabaja en escalas detalladas, cualificando la edilicia y su tecnología a los efectos de establecer lineamientos para mejorar sus envolventes, modificar su habitabilidad y minimizar las demandas energéticas. Esta desagregación pormenorizada tiene como objeto resolver los aspectos específicos de la edilicia; y con la cuantificación de tipos edilicios y la incorporación de los

resultados a partir de las mejoras propuestas, se puede integrar la información y expandir las mejoras en los mosaicos urbanos. Dicha integración visualizaría el grado de ahorro energético obtenido a través de las intervenciones de eficiencia propuestas.

En estos términos, podemos decir que los resultados obtenidos en proyectos anteriores nos permiten resolver la identificación de las áreas y la edificación con problemas, o sea establecer “*cuáles*” son las variables críticas en cada escala de análisis tratada, “*su magnitud*” y en “*dónde*” suceden. Por ello, este trabajo plantea completar y profundizar sobre el “*cómo*” se abordan los lineamientos y se instrumentan las acciones desde el punto de vista tecnológico, a efectos de plantear soluciones a las propuestas de mejoramiento de la eficiencia energética y calidad de vida de los habitantes.

A los efectos de resolver el “*cómo*”, consideramos necesario estudiar la edificación residencial representativa en el contexto de los antecedentes realizados, así como las diferentes propuestas proyectuales y tecnológicas de reciclado orientadas a la aplicación masiva. Se focaliza fundamentalmente en dos aspectos: las maneras de establecer lineamientos que organicen, sistematicen y sinteticen resoluciones que puedan ser aplicadas a un universo representativo de casos; y la necesidad de optimizar apropiadamente el parque construido (desde sus elementos: cubiertas, muros, aberturas), entendiendo que se trata de medidas de mitigación necesarias para resolver la crisis energética vigente y sus consecuencias ambientales. Para ello, se trabaja sobre la innovación proyectual y el estudio pormenorizado de tecnologías de conservación y uso eficiente de la energía en nuestro contexto socio-económico, entendiendo su aplicación como condición imprescindible para la sustitución de fuentes energéticas convencionales por energías renovables.

Se advierte que la situación de contexto energético-social nacional y regional se ha complejizado sustantivamente. En consecuencia, es necesario abordar comprometidamente el tema, apoyándose en los instrumentos existentes y las normativas recientemente

reglamentadas, así como en los antecedentes tanto nacionales como internacionales analizados, todo lo cual avala la viabilidad de esta propuesta.

1.4. PROPUESTA METODOLÓGICA DE ABORDAJE

Teniendo en cuenta que nuestra temática se enmarca en la relación **energía-habitabilidad** en el **ambiente construido**, en el presente libro proponemos una *metodología*³⁰ que integra las distintas escalas a partir de niveles de abordaje sistémicos que representan el comportamiento energético del tejido urbano residencial. Nos referimos al reconocimiento y análisis de las unidades edilicias representativas, las cuales se descomponen y evalúan en sus elementos característicos (muros, cubiertas y aberturas), para luego ser integradas nuevamente en unidades mayores hasta su reproducción a escala de áreas urbanas representativas del sector residencial. De esta manera, la metodología cuenta con tres niveles de abordaje interrelacionados: se denomina “nivel de componente” a los elementos característicos, “nivel de anclaje” a las unidades edilicias propiamente dichas y “nivel contextual” a las áreas urbanas³¹.

A su vez, estos niveles son desarrollados paralelamente según tres fases operativas características, expuestas en el esquema de la Figura 4: la *identificación y clasificación* de las unidades de análisis, el *análisis y propuestas de intervención* a modo de diagnóstico base y la *evaluación* desde un punto de vista energético y económico de las propuestas de reciclado; integrando los *resultados* en los distintos niveles de abordaje.

Para su instrumentación, la información técnica se sistematiza en bases de datos interactivas y actualizables, conformando bibliotecas de propuestas y soluciones viables, todas fundamentadas por estudios técnico-económicos y evaluaciones térmicas orientadas a establecer niveles de eficiencia aceptables que respeten la normativa vigente. En cuanto a las evaluaciones térmicas, y teniendo en cuenta la necesidad de realizar estudios

30 Por *metodología* se entiende a la sistematización de un conjunto de procedimientos hacia un objetivo.

31 Véase Figura 13 “Sistema de Matriz de datos”, Capítulo 2.

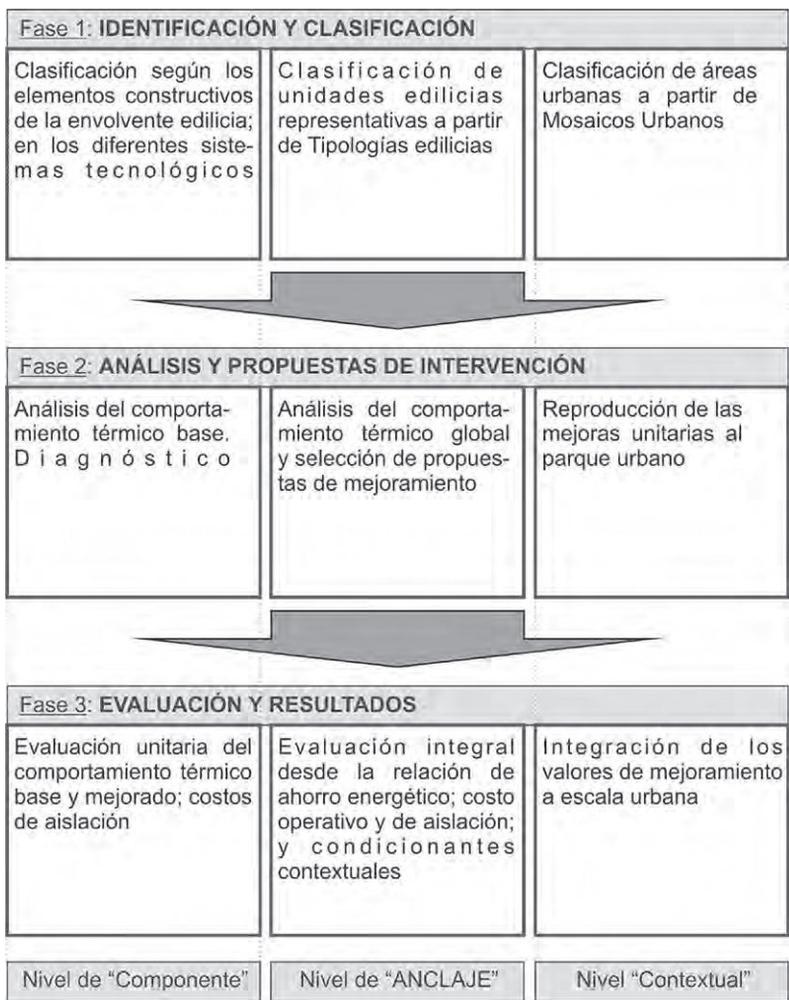


Figura 4. Esquema según fases y niveles de abordaje de la metodología propuesta.

individuales orientados a una aplicación masiva, se trabaja con los métodos y requerimientos establecidos en la ley 13059 para la provincia de Buenos Aires. En consecuencia, se adoptan como lineamientos generales, los métodos establecidos por la Norma IRAM para el “acondicionamiento térmico de edificios”,

los cuales se desarrollan detalladamente en el Capítulo 2. Para situaciones específicas, el análisis térmico se complementa con instrumentaciones dinámicas, cuyos desarrollos se adjuntan en los anexos correspondientes.

1.5. SÍNTESIS Y REFLEXIONES DEL CAPÍTULO 1

Como se ha expresado, nuestro país enfrenta en la actualidad una delicada situación energética con dependencia de las importaciones en tendencia creciente, con una significativa demanda desde el sector residencial. Este sector requiere de un importante insumo energético para obtener condiciones de habitabilidad, debido a la baja calidad tecnológico-constructiva presente en la edificación construida (al menos desde los aspectos termo-energéticos), a través de lo cual tampoco se aseguran las condiciones más favorables de confort, detectándose condensaciones superficiales, sobrecalentamientos, generación de hongos y bacterias, entre otras situaciones de malestar higrotérmico.

Por lo tanto, ante este panorama, se reconoce la necesidad de establecer propuestas de mitigación, para lo cual este trabajo plantea una metodología de abordaje sistemático para el reciclado edilicio masivo hacia el mejoramiento de la eficiencia energética del parque edilicio actual, con su consecuente mejoramiento en las condiciones de habitabilidad; comprendiendo que llevar a la realidad una aplicación de estas características requiere del compromiso y acción conjunta del sector público y el privado.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA PARA LA CLASIFICACIÓN DE LA EDILICIA EXISTENTE Y SU EVALUACIÓN ENERGÉTICO-ECONÓMICA

2.1. LA EDILICIA RESIDENCIAL DE LA PLATA

49

La ciudad de La Plata, Provincia de Buenos Aires, tiene características de *ciudad intermedia*³², con una importante concentración de población. Por tal motivo, su análisis presenta una gran potencialidad de replicabilidad en universos de similares características (Discoli, 2009; 2013). En este apartado, describimos su sector residencial en cuanto a sus características geográficas, históricas y climáticas.

2.1.1. Sitio, historia y contexto.

Capital de la Provincia de Buenos Aires, La Plata se ubica a 34° 55' latitud Sur y a 57° 56' longitud Oeste. Perteneció al partido homónimo de La Plata, el cual limita con los partidos de Berisso, Ensenada, Berazategui, Florencia Varela, San Vicente, Coronel Brandsen y Magdalena (Figura 5). Su superficie es de 891 Km², de los cuales el 18% corresponde a áreas urbanas, el 7% a áreas

32 Denominamos “ciudad intermedia” al conjunto urbano, amplio y diverso, que realiza funciones de intermediación entre núcleos más pequeños y grandes áreas metropolitanas. Las ciudades intermedias se caracterizan por presentar cierta complejidad funcional, por tener un grado significativo de centralidad y por poseer significativos elementos de simbología histórica, infraestructura y servicios.



Figura 5. Ubicación geográfica del Partido de La Plata.

complementarias y el 75% restante a áreas rurales³³. Su población es de 654.324 habitantes³⁴, y cuenta con aproximadamente 260.000 viviendas³⁵ (INDEC, 2010), siendo de esta manera una aglomeración urbana intermedia próxima a las ciudades más pobladas de Argentina³⁶; con zonas construidas de alta, media y baja densidad.

Sus habitantes se distribuyen en el casco urbano fundacional y en las delegaciones de Villa Elisa, City Bell, Gonnet, Arturo Seguí, El Peligro, Ringuelet, Tolosa, Hernandez, Gorina, San Carlos, Melchor Romero, Abasto, Olmos, Los Hornos, Etcheverry, Altos de San Lorenzo y Villa Elvira. Recordemos que nuestra área de aplicación se reduce al sector del casco fundacional.

Recorrido histórico por la vivienda platense

En cuanto al tejido urbano residencial, se reconoce que su conformación está regida por una constante relación entre la

33 Dirección de Planeamiento, Municipalidad de La Plata. 2009.

34 Se registran 642.783 personas en viviendas y 11.541 en situación de calle.

35 El número exacto, según el Censo 2010, es de 259.729 viviendas, conformado por 209.888 habitadas, 49.464 deshabitadas y 377 colectivas.

36 C.A.B.A., Córdoba, Rosario, Mendoza, San Miguel de Tucumán, La Plata.

producción de carácter privado y la producción con apoyo (o subvención) estatal. Esta relación ha ido sufriendo desequilibrios a lo largo de la historia, que pueden ser reconocidos mediante un estudio pormenorizado del propio hecho construido. Por lo tanto, se expone un “recorrido histórico” a los fines de detectar los tipos morfológicos y constructivos representativos³⁷, como también los períodos característicos en cuanto a su producción, en algunos casos masiva, y a su calidad constructiva.

Los primeros asentamientos

Transcurridos cincuenta años desde su fundación en 1882, la ciudad de La Plata contaba con una importante variedad de tipologías edilicias. Las casas chorizo, de fuerte impronta italiana, que comenzaban a completar la trama urbana en una relación un tanto sesgada con el espacio público. Las casas de chapa localizadas en Berisso y Ensenada³⁸, construcciones de montaje en seco con técnicas similares al “ballon frame” que responden de modo preciso a las escasas condiciones (y pretensiones) materiales del momento y a la irregular tenencia del suelo. La casa de galería, modestas en su concepción, concebida como adaptación de la vivienda rural en la trama urbana. Los petit hotel, como elegantes y ostentosos palacios que vestían las avenidas y diagonales principales. Y las casas de renta (pasillo, cuatro puertas), construcciones extremadamente compactas e insalubres, de respuesta a la especulación económica.

37 Para nuestro estudio son de central utilidad los aspectos concernientes a la forma y materialización (sistemas constructivos) de la envolvente edilicia.

38 Las localidades de Berisso y Ensenada formaban parte del Partido de La Plata hasta 1957, año en que se constituyen como municipios autónomos.

La racionalización de la vivienda

En la década del treinta, la preocupación de la disciplina arquitectónica se torna hacia la vivienda popular, enriqueciéndose de una combinación entre las influencias internacionales del *existenzminimum* alemán, los lenguajes y formas modernas importadas, los nuevos elementos de higiene y confort en el hogar y el reclamo generalizado por la intervención del Estado que pedía una reducción de costos para la adquisición de las unidades de vivienda.

Es así que, rondando los años 30, dentro de la construcción vernácula urbana se inician ciertas tendencias a la compactación de los espacios internos y perímetro exterior, una progresiva diferenciación funcional de los distintos locales y la inclusión de elementos normalizados e industrializados en los modos artesanales de construcción ladrillera (Bellucci, 1984). La tipología de “*casa chorizo*” comienza a ser desplazada por un repertorio tipológico compacto, destacándose las viviendas “*racionalistas*” en las áreas centrales y las casas tipo “*cajón*” (Figura 6) en las zonas más alejadas, llegando estas últimas a consolidarse como modelo habitacional clave en la conformación del tejido de nuestras ciudades.

Es también en esta década que se hace notorio el crecimiento desregularizado y caótico de los suburbios, producto de las grandes corrientes inmigratorias³⁹ que desde tiempo atrás venían incrementando el déficit habitacional. Esta situación fue aprovechada por los grandes financistas, quienes ante tal necesidad de viviendas y la desregulación normativa ven una situación excelente para sus negocios inmobiliarios. “Las plantas se tornan más densas y zonificadas, y es en los edificios en altura

39 El primer Censo realizado para la región de La Plata en el año 1884 detecta una población de 16.778 habitantes. Para el año 1914, el número se eleva a 137.413, mientras que para el año 1938, según el Censo Provincial, se contaba con 247.575 personas. (Datos extraídos de Morosi, Julio “*La Plata, ciudad nueva, ciudad antigua*”, 1983, pp. 186).



Figura 6. Modelo institucionalizado de la casa cajón.

donde, por razones de costos, estos criterios se llevan hasta los máximos niveles” (Morosi, 1983: 250).

Viviendas de “interés social”. La producción estatal

Por el lado de la intervención del Estado en la construcción de viviendas, no se detectan antecedentes previos al siglo XX. Recién en 1915, con la creación de la Comisión Nacional de Casas Baratas, se asignan fondos para la construcción de viviendas obreras. De todas maneras, estos fondos fueron escasos, alcanzando para 1943 la concreción de solo 977 viviendas⁴⁰. Entre 1943 y 1955, bajo los objetivos de la justicia social, la vivienda se vuelve el punto central de las políticas públicas. En el marco de la segunda posguerra y en tiempos donde el esquema liberal e individualista

40 Datos extraídos del IVBA. <http://www.vivienda.mosp.gba.gov.ar/institucional/vivsocioal.pdf>. Visto 27/05/2013.

dominaba la producción residencial, el gobierno nacional toma postura como promotor y productor de la vivienda de “interés social”.

El comienzo de este período, determinado como la primera época de los gobiernos peronistas, registró un tremendo éxodo de población rural hacia Buenos Aires y La Plata, generándose un rápido y desordenado crecimiento urbano (Morosi, 1983). Es así que el Estado se enfrenta al problema de resolver la producción masiva de viviendas. ¿Cómo se lograría tal fin? En primera medida se definieron tipologías económicas que prestaban capacidad de ser estandarizables. Las claves estaban en: distribución funcional compacta, compacidad dimensional (producto de las restricciones de superficie), materiales y técnicas simples y de uso corriente, escasez o ausencia de elementos decorativos, capacidad de reproducción masiva. Todas estas características están orientadas al factor subordinante y restrictivo: el costo mínimo posible, sin perder por ello las condiciones dignas de habitabilidad⁴¹.

Ahora bien, siguiendo estas características funcionales y constructivas, se dio correcta respuesta a la producción seriada de viviendas individuales, colectivas y de renta⁴². Pero dichos criterios austeros de lenguaje “racionalista” se diferenciaban de otras tendencias distintivas de las clases media-alta y alta, aunque tomaban su esencia. Al respecto, cabe mencionar que a partir de 1946, casi sin excepciones, el “estilo californiano” dominó la esfera de la producción edilicia no solo residencial sino también de servicios. Citamos las palabras de Ramón Gutiérrez y Federico Ortiz, en su trabajo *“La arquitectura en la Argentina. 1930-1970”*, quienes dicen que “se conformó una mítica imagen del chalet californiano como símbolo de status, de prestigio y como modelo. Inicialmente lo utilizaron en sus variantes pintoresquistas las clases altas de las playas veraniegas, lo concretaron luego las

41 Recordamos que en dicha época los parámetros respondían sólo a criterios básicos de origen higienista y no higrotérmico.

42 Cabe destacar que, por esta época, el predominio de la vivienda individual por sobre las viviendas colectivas y de renta fue absoluto.



Figura 7. Casa cajón, modelo del Plan Eva Perón (PEP).

clases medias en los suburbios de las grandes ciudades, en especial Buenos Aires, Córdoba, Rosario y La Plata y lo reclamaban insistentemente los sectores populares para las viviendas que planificaba el gobierno”.

De esta manera, definidas las características del tipo funcional compacto y reconocida la aceptación del lenguaje de “estilo californiano”, se sientan las bases para una prolífera producción de viviendas individuales. Con apoyo de financiación estatal, se destaca el Plan Eva Perón, que recurriría a viviendas desarrolladas a partir de la tipología cajón, con el agregado (opcional) de la cubierta inclinada de tejas coloniales (Figura 7) como reminiscencia a un lavado lenguaje californiano.

En general, “estas políticas de agresiva expansión habitacional, a través de créditos hipotecarios y préstamos personales otorgados con enormes facilidades, sin cláusulas de actualización ni reajustes” (Bellucci, 1984: 197) aseguraron una producción de viviendas cuantitativamente exitosa. De todas maneras, las consecuencias mayores se harían notorias en la deficiencia de la

calidad, puesto que el predominio del costo por sobre cualquier otro factor doblegaba las características materiales y constructivas, con sus consecuentes reducciones en las condiciones de confort higrotérmico⁴³.

A partir de los años 50 se produce un cambio conceptual en la producción estatal de vivienda social, hacia un programa de grandes conjuntos habitacionales. Es así que la construcción de unidades individuales unifamiliares comienza a ser reemplazada por una resolución a gran escala: la vivienda colectiva.

En lo que respecta al lenguaje, el estilismo pintoresquista es reemplazado por fachadas que responden simplemente a la lógica constructiva de las tecnologías empleadas, comenzando de esta manera la era del monoblock (Cavallo, 1984), que instituye definitivamente tanto la estética como la técnica del racionalismo ortodoxo (Figura 8). En Berisso se construyen el Barrio Obrero y el Barrio Banco Provincia, mientras que para la zona de acceso al casco urbano de La Plata se destacan los conjuntos comprendidos entre las avenidas 13, 19, 526 y 532, realizados en varias etapas (Liernur, Aliata, 2004).

En los gobiernos subsiguientes, los planes de vivienda social no fueron tan prolíficos, al haber sido fuertemente afectados por sucesivas restricciones presupuestarias⁴⁴. En general, las políticas aplicadas a partir de los '70, con su pico culminante en la década del '90, redujeron drásticamente los fondos específicos para vivienda, llegando a límites intolerablemente bajos (Gaité, 2006). De este modo, en concordancia con la degradación del papel del Estado Benefactor y el ascenso de la economía de libre mercado como principal regulador, es el capital privado quien se hace productor del parque residencial.

43 Este hecho se hace particularmente notorio a partir de los años '70, al compás de la situación económica del país, cuando se produce una disminución general de la calidad constructiva, especialmente de la envolvente (véase Rosenfeld, 1988).

44 De todas maneras, se destacan acciones en forma aislada como la creación del Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI) en el año 1977.



Figura 8. Bloque de vivienda colectiva de interés social. IVBA, 1958.

En los últimos años, a partir del 2003, se han reanudado los procesos de producción estatal de viviendas de interés social, recuperando un rol predominante en el sistema económico. En los diversos programas de promoción se trabaja tanto en nuevas construcciones⁴⁵ como en la actuación sobre el parque existente⁴⁶ a los fines de mejorar las condiciones de habitabilidad de los sectores más carenciados.

Propiedad Horizontal. La producción privada

En el plano privado, hasta la sanción en 1948 de la Ley de Propiedad Horizontal (PH), la casa de renta lideraba la especulación del mercado inmobiliario. Estas grandes construcciones eran encargadas por capitales privados en busca del resarcimiento

45 Como por ejemplo “Programa Federal de Construcción de Viviendas”, “PRO. CRE.AR.”.

46 Como por ejemplo “Programa Federal Mejor Vivir”, “Programa Provincial de Mejoramiento de Viviendas y Hábitat”.

económico a costa de las deficientes condiciones de habitabilidad ofrecidas y de la precaria respuesta a la configuración de la ciudad. En este marco, la Ley de PH formaba parte de las políticas peronistas de democratización del acceso a la propiedad inmobiliaria y de ampliación del parque habitacional. En ella se admitía la propiedad individual por departamentos, mientras que la legislación anterior establecía la propiedad por pisos o la copropiedad de la totalidad del edificio (Liernur, Aliata, 2004). De este modo, la *propiedad horizontal* sería un nuevo dinamizador del mercado y un eje de renovación urbana, cuya configuración *en altura* (Figura 9) llegaría a convertirse en una tipología representativa de vivienda de las zonas urbanas de mayor densidad.

Es de destacarse cómo estas edificaciones colectivas superaron las condiciones de salubridad ofrecidas por los edificios destinados exclusivamente para el alquiler (casas de renta), que no contemplaban cuestiones de ventilación e iluminación como primordiales (aclarando que aquellas condiciones de salubridad eran de tipo básicas, en comparación con los requerimientos higrotérmicos actuales). De todas maneras, el edificio en PH seguía respondiendo a la producción de carácter privado, por lo que cada reducción en el coste sería vista como un aumento en las ganancias. Ésta es la razón por la que, abolida la reglamentación que exigía para los edificios de renta un costo mínimo de mantenimiento, se produjo la pérdida de calidad de los materiales así como de los métodos constructivos. Por lo que las publicidades se centraban en los clichés estilísticos, dejando de lado las cualidades espaciales y las condiciones de habitabilidad (Liernur, Aliata, 2004). Temas como la orientación solar, la ventilación, la iluminación y la aislación serían tratados con alarmante descuido, no reconociendo respuesta incluso hasta la actualidad.

El período más importante de desarrollo de la propiedad horizontal se da entre 1960 y la crisis económica de 1975. Esto se debió a las facilidades de financiación otorgadas mediante créditos oficiales de planes de ahorro y préstamo, además de la



Figura 9. Edificios de propiedad horizontal (PH) en altura.

Figura 10. Edificios de propiedad horizontal (PH) en altura.

posibilidad de compra en cuotas. Pero una vez restringido el apoyo crediticio oficial, el mercado de la propiedad horizontal se redujo a los sectores medios y altos. O mejor dicho, a los sectores más pudientes.

En 1977 se dicta la Ley de Uso del Suelo, que promovió un brusco descenso de la densidad de edificación. “La recesión del período 1975-1990 amortiguó las consecuencias más negativas, cuyas repercusiones se advierten con toda crudeza en el expansivo decenio siguiente” (Gandolfi, Gentile, 2008: 16). Es así como la década de los años ‘90 significó el fuerte resurgimiento de emprendimientos inmobiliarios especulativos, en un clima de renovada estabilidad monetaria y créditos blandos, en un marco general de endeudamiento indiscriminado.

A principios del siglo XXI, en el marco de los cambios en la ordenanza municipal de uso del suelo⁴⁷ y en gradual recuperación de la crisis del 2001, se dio una inusitada expansión del mercado inmobiliario particularmente dentro del casco fundacional (Gandolfi, Gentile, 2008), donde la ciudad vuelve a reconocer la expansión del edificio en altura (Figura 10).

En resumen, el recorrido planteado busca describir, en una lógica cualitativa, el crecimiento de la ciudad en su diversidad edilicia constructiva a lo largo del tiempo. En cuanto a los datos actuales que caracterizan y desagregan a la edilicia construida, se recurre al Censo Nacional 2010 en donde se reconoce una clasificación de viviendas⁴⁸ según características morfológicas, de condiciones de habitabilidad y de calidad de los materiales de la envolvente⁴⁹. A los efectos de precisar con posterioridad algunas características de las dimensiones mencionadas en el párrafo anterior (habitabilidad y calidad de la envolvente), en el punto siguiente se desarrollan los parámetros climáticos y requerimientos que enmarcan las condiciones del lugar, objeto de estudio.

2.1.2. Clima. Requerimientos de Confort higrotérmico. Habitabilidad.

Para analizar los requerimientos de confort higrotérmico en las viviendas, se describen las características climáticas de la región en estudio, basados principalmente en los datos presentes en la Norma IRAM 11603 (2012) los cuales ubican a La Plata en

47 La Ordenanza de Ordenamiento Territorial y uso del suelo fue modificada durante la intendencia de Julio Alak en el 2000 y modificada nuevamente en el período de Pablo Bruera, una década más tarde.

48 Casa; Rancho; Casilla; Departamento; Pieza/s en inquilinato; Pieza/s en hotel o pensión; Local no construido para habitación; Vivienda móvil.

49 Según el indicador CALMAT, establecido en cinco niveles: C1 correspondiente a vivienda sólida y bien aislada; C2 y C3 que incluye viviendas sólidas con necesidad de aislación; y C4 y C5 correspondiente a viviendas de materiales poco resistentes o en estado crítico.



Figura 11. Zonificación bioambiental según IRAM.

la Zona III: Templada Cálida; Subzona IIIb⁵⁰ Templado cálido húmedo (según clasificación bioambiental de la República Argentina, Figura 11).

Su caracterización climática presenta veranos relativamente calurosos, con temperaturas medias del orden de los 22°C y máximas medias que superan los 30°C. Los inviernos son relativamente benignos, presentando temperaturas medias de 11°C y valores mínimos que extrañamente son menores que 0°C. La distribución anual de las lluvias es regular, con disminución apreciable hacia el invierno, oscilando en el orden de los 1.000 mm anuales. Las presiones parciales de vapor de agua son bajas durante todo el año. La humedad relativa presenta valores medios significativos, con 76,2% en verano y 83% en invierno. Los vientos

⁵⁰ Correspondiente a amplitudes térmicas menores que 14°C.

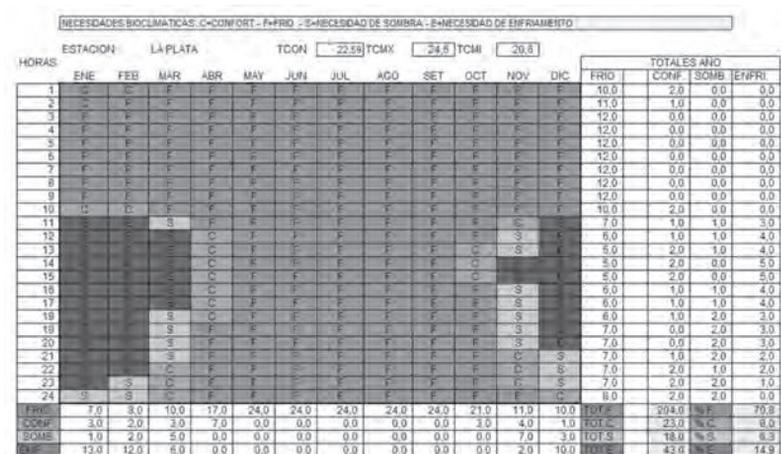


Figura 12. Mapa de confort para la ciudad de La Plata.

predominantes corresponden en verano a orientación N por la mañana y E-ESE por la tarde-noche, con potenciales entálpicos para el refrescamiento nocturno. En invierno, las orientaciones predominantes son SO-S-SE, requiriendo protección a los mismos.

Se presenta un mapa de confort para la ciudad de La Plata (Fig. 12), según el programa desarrollado por el Dr. Arq. Guillermo Gonzalo⁵¹, donde se reconocen gráficamente las necesidades bioclimáticas en los distintos meses del año. Las letras F (gris claro) representan los períodos de frío, las C los de estado de confort, las S los períodos con necesidad de sombreado y las E (gris más oscuro) los períodos en los que se requiere enfriamiento. Si bien se trata de un clima con situaciones de estacionalidad bien definida (invierno y verano), se registra predominancia en la condición fría (71%), la cual debe entenderse como la principal causa de desconfort. En cuanto a la condición cálida, se considera que gran parte de las estrategias de mejoramiento que se tengan

51 Arquitecto y Doctor en Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU), Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Profesor con Dedicación Exclusiva para la Disciplina Acondicionamiento Ambiental, FAU, UNT.

en cuenta para la condición fría tienen una acción de mitigación eficaz para ambas estacionalidades.

Estas características climáticas junto con las características tecnológico-constructivas de los edificios establecen los niveles de *habitabilidad*⁵², determinantes para obtener el *comfort higrotérmico*⁵³. Remarcamos que los estados de temperatura y humedad por fuera del confort son “solucionados”, en general, mediante el consumo excesivo de energía auxiliar, o eventualmente mediante la resignación a estados de disconfort.

Se debe recordar, paralelamente, que la Ley Provincial N°13059 ha establecido los parámetros mínimos de acondicionamiento térmico-energético en la construcción de edificios⁵⁴, a los efectos de asegurar niveles de habitabilidad dignos y reducciones en los consumos energéticos. Como así también se debe aclarar que ésta sólo se aplica a la edificación a construir, por lo que la baja calidad tecnológico-constructiva del parque existente no ha sido considerada. Esta situación justifica el inminente accionar sobre el sector residencial, para demostrar la potencialidad que tendría dicha ley si se ampliase sus alcances a la edificación construida.

De esta manera, se hace mención de los aspectos a afectar, profundizando en la *conservación y uso eficiente de la energía, el asoleamiento y la ventilación*.

En tanto a la *conservación y uso eficiente de la energía* se plantea: el tratamiento de aislación de la envolvente de la edificación, interior o exterior, fija (principalmente en muros y cubierta) y/o móvil (en aberturas). La adaptación de los elementos translúcidos a condiciones de menor conductividad térmica (modificación o sustitución de las carpinterías y/o vidrios). Y el control de infiltraciones de aire por hendiduras y grietas (colocación o

52 Por *habitabilidad* se entiende al cumplimiento de las condiciones mínimas de salud y confort, en una posición cuantitativa.

53 Por *comfort higrotérmico* se entiende a la ausencia de malestar térmico.

54 Para contribuir a una mejor calidad de vida de la población y a la disminución del impacto ambiental a través del uso racional y eficiente de la energía.

sustitución de burletes, rellenos de poliuretano expandido, entre otros).

El *asoleamiento* se plantea relacionado con las ganancias y pérdidas de calor en el caso de aventanamientos con las correctas orientaciones solares, evaluando fundamentalmente en el análisis dinámico de casos.

Y para el caso de la *ventilación* se consideran las renovaciones de aire necesarias para una habitabilidad según los estándares reglamentados.

Paralelamente a estos lineamientos, se debe remarcar que el mejoramiento tecnológico-constructivo y la eficiencia energética general se inician fundamentalmente desde la concientización y compromiso del usuario; permitiendo resolver aspectos sustantivos no sólo con importantes aportes monetarios sino también con estratégicas intervenciones no necesariamente costosas. Para citar un ejemplo, en gran parte de los casos accionar sobre las infiltraciones de aire no deseadas permite mejorar significativamente las pérdidas energéticas, para luego sí dar paso a la conservación mediante aislación térmica.

2.2. CLASIFICACIÓN Y ABORDAJE DEL PARQUE RESIDENCIAL EN LA PLATA

La identificación y clasificación del parque residencial existente ha sido trabajada a partir de distintas escalas o “niveles de abordaje” (Rodríguez et al., 2013), partiendo desde el estudio de la ciudad y sus áreas urbanas homogéneas, identificando las unidades edilicias que integran y conforman ese tejido urbano, hasta desglosar cada una de estas unidades edilicias en función de sus sistemas y componentes constitutivos. Para ello, se ha empleado la nomenclatura definida por Samaja (1994), reconociendo: i) un *nivel contextual* (o nivel supra-unitario) correspondiente a la clasificación de áreas urbanas, donde se trabaja con *mosaicos urbanos*. ii) un *nivel de anclaje* (o nivel unitario) correspondiente a las unidades edilicias, donde se trabaja con *tipologías edilicias* y iii) un *nivel de componente* (o nivel sub-unitario) correspondiente a la clasificación tecnológico-constructiva, donde se trabaja según los *sistemas constructivos* y los *elementos de la envolvente edilicia* (muros, cubiertas y aberturas). Los vínculos existentes entre estos tres niveles son expuestos en un sistema de matriz de datos (Figura 13), para su mayor clarificación.

2.2.1. Clasificación de áreas urbanas homogéneas: los mosaicos urbanos

El estudio de las áreas urbanas, en su abordaje como “nivel contextual”, tiene una doble función: por un lado, reconocer las unidades edilicias representativas, que son el objeto principal de nuestra atención, trabajando en su identificación cualitativa y cuantitativa hacia el mejoramiento de cada una de ellas. Y a partir de esto, extender y reproducir en forma masiva las mejoras en las unidades edilicias a escala de ciudad a través de su representatividad, obteniendo, de manera sistematizada,

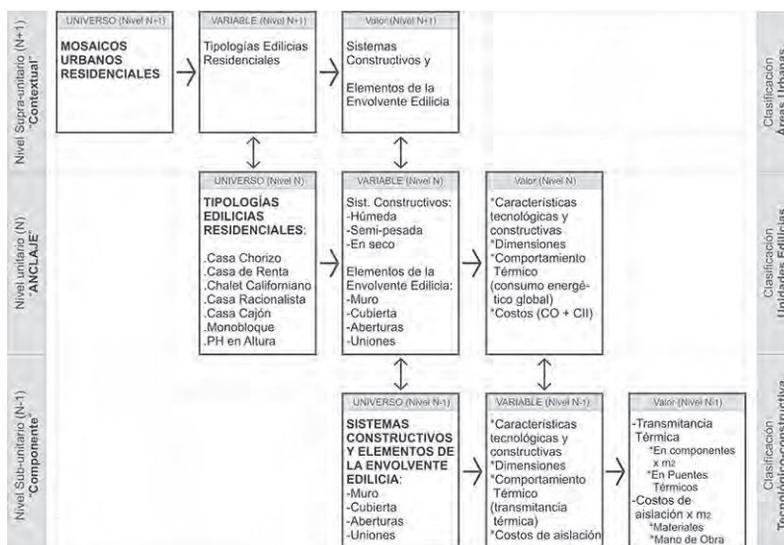


Figura 13. Sistema de matriz de datos.

beneficios mayores que minimicen concretamente los niveles de consumo energético.

Para lograr estas metas, se adoptó una mecánica de reconocimiento, selección, aplicación y expansión urbana, definida conceptual e instrumentalmente como *mosaicos urbanos*.

Por definición, los mosaicos urbanos son áreas características representativas de áreas mayores, asociados a densidades urbanas y tipologías edilicias y tecnológicas representativas, las cuales pueden ser detectadas y clasificadas mediante técnicas mixtas de interpretación de objetos a partir de imágenes satelitales y relevamientos de campo.

Esta herramienta fue desarrollada por Graciela Viegas (2010) en su tesis doctoral, como una técnica de análisis de patrones morfológicos, tipológicos y energético-ambientales, para determinar el comportamiento energético-ambiental de sectores urbanos de diferentes grados de consolidación urbana. En este trabajo se emplea exclusivamente como herramienta

UBICACION				
	Superficie de terreno m ²	14690	14518	14387
	Superficie ocupada de suelo m ²	6630	8863	6970
	Superficie construida total m ²	6997	17138	6564
	Superficie construida residencial m ²	8373	10925	7514
FOS	0.45	0.61	0.48	

Figura 14. Mosaicos urbanos representativos del casco urbano fundacional de la ciudad de La Plata.

de clasificación de áreas urbanas homogéneas representativas, detectando la incidencia porcentual de las diferentes unidades edilicias representativas, a los fines de reproducir las intervenciones de cada unidad edilicia hacia el comportamiento a escala de ciudad.

Mosaicos urbanos representativos

De esta manera, se presentan las áreas homogéneas seleccionadas en el casco urbano fundacional de la ciudad de La Plata bajo criterios de representatividad acorde a sus morfologías y distintas densidades (Figura 14).

Luego del reconocimiento de los mosaicos urbanos, analizados desde sus densidades de superficie construida, se trabaja en sus unidades constitutivas bajo la definición de las diferentes tipologías edilicias que los componen (véase anexo I: *mosaicos urbanos representativos*).

2.2.2. Clasificación de unidades edilicias: la tipología residencial

En este nivel central denominado “nivel de anclaje” se trabaja con las unidades edilicias residenciales que constituyen el tejido urbano, o sea, los edificios existentes de la ciudad. Dada

su magnitud y diversidad morfológica y tecnológica, debemos seleccionar herramientas de sistematización que consideren su representatividad a los efectos de detectar cada una de las 260.000 viviendas existentes en La Plata (INDEC, 2010) en un número reducido de unidades tipo, reconocibles con gran facilidad tanto por profesionales pertinentes como por personas no especializadas.

Para tal fin se ha adoptado el criterio de *tipologías* representativas, cuya ventaja fundamental radica en su capacidad de síntesis descriptiva desde lo formal y lo tecnológico, con la ventaja de su reconocimiento contextual.

El término “*tipología*” define el estudio de los tipos (palabra que viene del griego *typos*): modelo, impronta, figura. Pero esta definición generalizada puede producir confusiones, dado que la concepción moderna de “modelo” se encuentra en relación a un objeto que debe repetirse tal cual es, mientras que el “tipo” presenta una mayor complejidad. El primer teórico en detectar esta disyuntiva y proponer una definición más específica (principalmente en relación con el arte y la arquitectura) fue Quatremere de Quincy⁵⁵, quien extiende y precisa el concepto de *tipo* como objetos que no deben ser estrictamente iguales entre sí, pero que no debe ser concebido de manera que no se asemejen en absoluto unos con otros. El “*tipo*” es entendido entonces como la esencia de aquel objeto, arquitectónico en nuestro caso, en cuya determinación se deben eliminar los caracteres específicos de los edificios singulares y conservar sólo los elementos que aparecen en todas las unidades de una serie dada. El tipo se configura así como un esquema deducido mediante un proceso de reducción de un conjunto de variantes formales a una forma-base o esquema común (Argan, 1965). A ello, Aldo Rossi agrega que ningún tipo se identifica con una forma, si bien las formas arquitectónicas son reducibles a tipos. Podemos decir entonces que el tipo, a diferencia del modelo, es racionalizable y definible por sus reglas,

55 (París, 1755-1849) arqueólogo, filósofo, crítico de arte y político. Editor del *Dictionnaire d'Architecture*.

y que cuanto más se acerca al concepto o esencia, más se aleja del modelo (Sepulveda Mellado y Carrasco Pérez, 1991).

En resumen, el *tipo* se define mediante un conjunto de características comunes a un número determinado de propuestas, en un determinado contexto histórico-cultural, en una lógica ambigua que contempla tanto las generalidades como las particularidades. Su principal ventaja reside en que una misma tipología permite la inclusión de una extensa variedad de proyectos que contienen un mismo concepto, una misma noción formal y tecnológica.

En cuanto a la aplicación de la tipología como herramienta de identificación y clasificación en nuestro contexto, se trabaja con los antecedentes desarrollados para el proyecto AUDIBAIRES (Rosenfeld et al., 1988), perteneciente al actual IIPAC, FAU, UNLP. En esta investigación se requería de la obtención de muestras representativas de las unidades edilicias del tejido urbano del área metropolitana de Buenos Aires, por lo que se recurrió al análisis tipológico. Este permitió concentrar las características esenciales de los edificios en tipos que representarían a sectores mayores del parque habitacional. Específicamente, se trabajó en series tipológicas estructurales, funcionales, formales, de relación obra-entorno y de modo de empleo de las técnicas ambientales, como así también en sus relaciones según procesos de diseño, carácter constructivo, procesos productivos, teorías arquitectónicas y requerimientos sociales. A su vez, las tipologías resultantes se categorizaron según fueran de iniciativa privada o estatal.

La identificación tipológica se desarrolló a partir de métodos empíricos, con técnicas semiautomáticas en apoyo de formatos digitales, mediante sucesivos procesos inductivos-deductivos en contrastaciones múltiples. La clasificación resultante para la zona metropolitana de Buenos Aires y alrededores constó de: *Casa chorizo, casa cajón, dúplex mixto, casa racionalista, chalet californiano, renta pasillo, renta en altura, edificio propiedad horizontal, edificio torre modelo "propiedad horizontal", casa cajón*

modelo “Plan Eva Perón”, casa cajón modelo “FO.NA.VI.”, dúplex estatal, bloque bajo, edificio torre modelo “estatal” y edificio placa. En todas ellas se analizaron sus perfiles energéticos y/o la forma de establecer patrones que relacionaran la tipología arquitectónica con la tipología energética.

Esta clasificación fue ampliada por Rosenfeld y Czajkowski (1992), incorporando al catálogo niveles de asociación entre tipologías: aisladas unifamiliares, agrupadas y colectivas; y su inserción en el tejido urbano: manzana tipo damero y tipo abierto. Primeramente, se reconocen tres tipologías básicas: chorizo, cajón y dúplex, que asociadas conforman para la manzana tipo damero: renta pasillo, propiedad horizontal, torre propiedad horizontal; y para la manzana tipo abierto: vivienda cinta, bloque bajo, torre estatal y placa. Así es como de cada tipología se determinaron aspectos dimensionales, como la superficie y volumen habitable, compacidad, factor de forma, factor de exposición; y aspectos energéticos, en relación al consumo teórico de gas y electricidad, pérdidas, y aporte energético auxiliar.

Tipologías Edilicias representativas

Es a partir de estos insumos que se han distinguido siete tipologías morfológico-tecnológicas representativas para la ciudad de La Plata: *casa chorizo, casa de renta* (pasillo, cuatro puertas, en altura), *chalet californiano, casa racionalista, casa cajón* (de iniciativa privada o estatal), *bloque bajo o monobloque* (en dúplex o simples apilados) y *edificio PH en altura* (entre medianeras, torre, placa) (Figura 15).

Una vez adoptada dicha clasificación tipológica, se definen las características tecnológico-constructivas a partir del estudio de los sistemas constructivos y de los distintos componentes constitutivos de las envolventes edilicias.



Figura 15. Tipologías residencias platenses.

2.2.3. Clasificación tecnológico-constructiva: elementos de la envolvente edilicia

Este abordaje se corresponde con la desagregación del “nivel de anclaje”, o sea, la desagregación de las tipologías residenciales. Por lo tanto, se trabaja desde dos puntos que requieren ser definidos: los *sistemas tecnológico-constructivos* como marco de producción material de la edificación construida y los *elementos de las envolventes y sus encuentros*, los que constituyen cada uno de los componentes que al integrarse conforman las distintas tipologías edilicias residenciales.

Sistemas tecnológico-constructivos

En cuanto a los sistemas constructivos, se han reconocido dos grupos bien diferenciados (Tabla 1). Por un lado se encuentra la producción de tipo artesanal regida por procedimientos desarrollados en obra, la cual denominamos *construcción húmeda*, también llamada construcción *pesada, convencional* o *tradicional* (la cual ha mutado en las últimas décadas en la adopción de

sistemas *semipesados*, fundamentalmente ante la adopción masiva del ladrillo cerámico hueco). Por otro lado, se reconoce la producción de fuerte tendencia hacia la mecanización seriada e industrialización de los procesos productivos, como también de los procesos de montaje en seco, la cual denominamos *construcción* (de montaje) *en seco*, también llamada *no tradicional*, mayormente constituida por *sistemas livianos*. A su vez, entre la producción artesanal y la mecanizada se reconocen procesos mixtos que rescatan las ventajas de ambas, lo cual se denomina como *construcción semi-pesada*.

Construcción HÚMEDA	Construcción SEMI-PESADA	Construcción EN SECO
-Sistemas pesados -Tradicional -Convencional -Artesanal	-Sistemas mixtos -Semi-industrializado	-Sistemas livianos -No tradicional -No convencional -Industrializado / mecanizado

Tabla 1. Clasificación de los sistemas tecnológico-constructivos.

En nuestro contexto inmediato, como también en la provincia de Buenos Aires y prácticamente todo el país, se detecta y confirma a partir de los datos del Censo 2010 un predominio absoluto de la producción de viviendas según procesos de construcción húmeda de tipo pesado y semi-pesado (INDEC, 2010). La producción de montaje en seco no es empleada representativamente en nuestro contexto de actuación, al punto de no formar parte de las reglamentaciones constructivas vigentes en gran parte del país. Por lo tanto, teniendo en cuenta esta amplia implementación de sistemas húmedos, se trabajará exclusivamente sobre estas tecnologías.

Identificados los procesos y sistemas tecnológico-constructivos, se procede a estudiar los componentes constitutivos básicos de la edilicia residencial representativa, desagregados en los aspectos que caracterizan la integración de los elementos constructivos.

Elementos de las envolventes y sus encuentros

Para profundizar en estos dos grandes aspectos de la clasificación tecnológico-constructiva de la edificación residencial existente, se ha planteado la desagregación en unidades menores, proponiendo el desglose de los componentes de las distintas envolventes edilicias. De esta manera, se definen las variantes detectadas en sus elementos principales a) *muros*, b) *cubiertas*, c) *aberturas*, y d) sus *encuentros*.

- a. Para el elemento *muro* (Tabla 2) se destacan casi con exclusividad los compuestos por ladrillo cerámico macizo (o “ladrillo común”) y los de bloque cerámico hueco no portante, revocados en ambas caras. Son de menor representatividad los muros con bloque cerámico portante, bloque de hormigón, y muros dobles con cámara de aire con y sin aislación térmica.

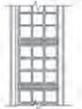
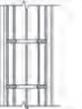
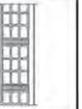
Ladrillo común	Ladrillo hueco	Hueco portante	Bloque hormigón	Doble con cámara
				
0.15m/0.20m/0.30m	0.12m/0.16m/0.22m	0.16m/0.22m	0.14m/0.19m/0.24m	Según combinación

Tabla 2. Muros.

- b. En cuanto al elemento *cubierta* (Tabla 3) se divide en inclinadas y planas. Entre las cubiertas inclinadas se destacan principalmente las de chapa ondulada de hierro galvanizado, ampliadas también a techos de teja cerámica (tipo francesa y colonial) y de pizarra. Con respecto a las cubiertas planas, las más relevantes son las de losa llena, losa con elementos pretensados y losas alivianadas. Cada una de estas opciones cuenta en su mayoría con cielorraso suspendido.

CUBIERTAS INCLINADAS			CUBIERTAS PLANAS		
Chapa ondulada	Teja colonial	Teja francesa	Losa llena	Vigueta y "sapo"	Loseta

Tabla 3. Cubiertas

- c. Con respecto a las *aberturas* (Tabla 4), se clasifican según material y sistema. Los materiales más empleados son: chapa doblada de hierro, madera y aluminio, con muy poca incidencia del PVC. Los sistemas de mayor difusión son: de tipo abatible, corrediza, paño fijo, ventiluz y banderola. Son menos frecuentes las carpinterías de tipo oscilobatiente, guillotina o libro.

Abatible	Corrediza	Paño fijo

Tabla 4. Aberturas

- d. Además del análisis de los elementos de la envolvente se considera significativa la clasificación de los “encuentros”, puesto que responden a puntos que integran la diversidad de las partes en juego y se generan en consecuencia situaciones de discontinuidad de sus características físico-constructivas. Esto lleva a la necesidad de precisar sus resoluciones a los efectos de poder analizar las mejores propuestas de reciclado. Al respecto se identificaron tres tipos de *encuentros* o uniones principales (Figura 16): cubierta con muro; muro con abertura; y puntos críticos, los cuales se pueden sintetizar en:

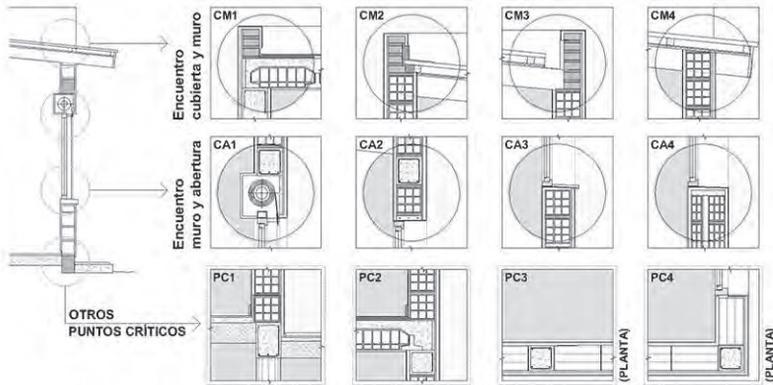


Figura 16. Uniones y puntos críticos.

- i) *cubierta con muro*: con las opciones posibles de cubierta plana con carga (CM1), cubierta inclinada con carga (CM2), cubierta inclinada con canaleta embutida (CM3) y cubierta inclinada con caída libre sin y con alero (CM4).
- ii) *muro con aberturas*, con las opciones de encuentro de taparrollo de persiana (CA1), carpintería y dintel americano (CA2), y carpintería y alfeizar de revoque (CA3) o de hormigón armado revocado (CA4).
- iii) *puntos críticos*: se debe tener en cuenta que los *encuentros* son uniones entre componentes y/o tecnologías muy diferentes debiendo atender a situaciones de conflictos constructivos, principalmente puentes térmicos y entradas de aire no deseadas. Dentro de estos “puntos críticos” se destacan: las fundaciones en encuentro con las aberturas y muros (PC1), las columnas (PC3 Y PC4), losas (PC2 Y CM1), vigas, encadenados (CA2) y alfeizares de hormigón armado (CA4) en contacto con el exterior y el antes mencionado taparrollos (CA1).

Una vez clasificado el parque residencial existente según sus distintos niveles de abordaje, se trabaja en el análisis de su comportamiento termo-energético base en relación a los flujos de calor a través de la envolvente, la transmitancia térmica y su comportamiento energético global, permitiendo diagnosticar las condiciones de habitabilidad y proponer en consecuencia alternativas de mejoramiento tecnológico-constructivo.

2.3. SISTEMAS EMPLEADOS PARA LA EVALUACIÓN ENERGÉTICA Y ECONÓMICA

En función de los planteos iniciales bajo una intención de aplicación de tipo masiva, la evaluación prevista trabaja en la interrelación de los diferentes niveles de abordaje constituyendo diversas instrumentaciones vinculadas a las normativas específicas vigentes⁵⁶ con intervenciones detalladas según requerimientos particulares de cada caso componente o edificio.

Por lo tanto, se analizan y diseñan alternativas tecnológicas de reciclado y, a partir de ellas, se seleccionan opciones de aplicación. Luego se analiza nuevamente el comportamiento térmico de la envolvente y el comportamiento global para el caso “mejorado”. Simultáneamente se incorpora la variable económica en: i) la estimación de los costos necesarios para la ejecución de las mejoras tecnológico-constructivas, lo que se denomina “Costo Inicial de Inversión” (CII) y ii) los costos del combustible auxiliar empleado, tanto en el estado inicial (estado base) como en el mejorado, lo que se denomina como “Costo Operativo” (CO).

La relación dada entre los ahorros energéticos obtenidos y los costos económicos pertinentes es analizada a partir de su interrelación (energético-económica), comprendiendo esta relación como una herramienta de análisis y selección de las opciones más eficaces para cada situación.

Para la integración del proceso de selección, evaluación y aplicación se trabajó en un sistema compacto integrado que agrupa la tipología, la tecnología y las propuestas de reciclado general y puntual con valoraciones específicas. Dicho sistema cuenta con una plataforma interactiva en soporte digital que permite seleccionar los casos por medio de bibliotecas y catálogos

56 Haciendo principal referencia a la serie de Normas IRAM de “Acondicionamiento térmico de edificios”, en relación a las exigencias de la vigente Ley N°13059 de la Provincia de Buenos Aires.

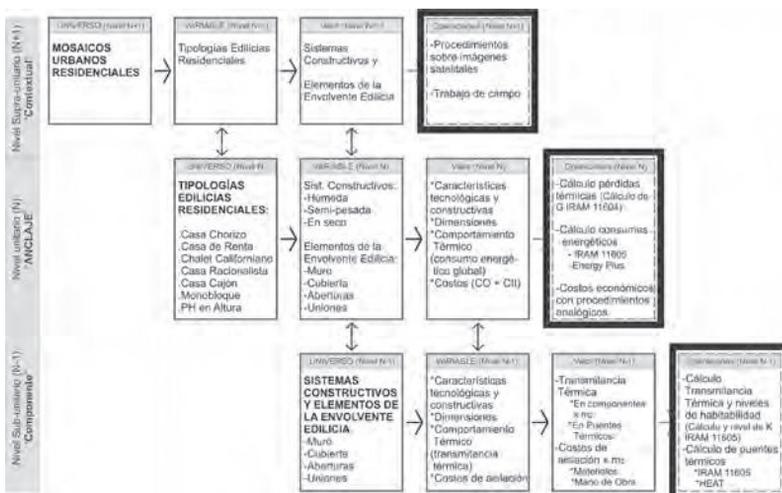


Figura 17. Sistema de matriz de datos.

de soluciones viables con la inclusión de análisis y valoraciones termo-físicas y técnico-económicas.

A modo de clarificación, se incorporan al sistema de matriz de datos las “operaciones” empleadas para cada nivel de abordaje (Figura 17).

2.3.1. Sistema de evaluación termo-energética

Para la evaluación termo-energética se ha recurrido a modelos de simulación detallada de casos representativos con los datos climáticos de la ciudad de La Plata. “De esta manera, frente a un cambio de ubicación y/o cambios tecnológicos y de diseño, la simulación permitirá predecir con buena aproximación la respuesta térmica de la nueva implementación” (Flores Larsen, 2005: 37). Para ello, se trabaja con cada unidad edilicia en sus dos niveles principales: el nivel de componente y el nivel de anclaje. En el primero se analiza la transmitancia térmica de cada uno

de los elementos que constituyen la envolvente edilicia: muros, cubiertas y aberturas, para el estado base y para el mejorado. En el nivel de anclaje se analiza su comportamiento energético global, para obtener las demandas de energía necesaria para alcanzar los niveles de habitabilidad establecidos por normativa en cada vivienda. Una vez estimados los valores de ahorro energético para cada tipología, recurrimos al nivel contextual para generar estimaciones de disminución en la demanda, según aplicaciones masivas a las diferentes tipologías representativas de los mosaicos urbanos.

En cuanto a su instrumentación, se conforma a partir de una plataforma digital interactiva en formato tipo Excel que caracteriza, evalúa e interrelaciona los distintos niveles de abordaje. A modo de complemento se recurre a software de simulación térmica, empleando el HEAT para el estudio de los componentes tecnológico-constructivos y el EnergyPlus para la evaluación termo-energética de las unidades edilicias.

Las dimensiones intervinientes en cada etapa de la evaluación se describen en los puntos siguientes: *Transmitancia térmica edilicia (nivel de componente)*, *Demanda energética (nivel de anclaje)* y *Estimación energética urbana (nivel contextual)*. Mientras que su tratamiento específico se desarrolla en el capítulo 3.

2.3.1.1. Transmitancia térmica edilicia

En este punto se evalúa la calidad térmica a nivel de componente (Figura 18), trabajando en la determinación de la transmitancia térmica (K) de los elementos de la envolvente anteriormente definidos: muros, cubiertas, aberturas y encuentros o uniones.

Los valores de K de los elementos opacos (muros y cubiertas) son obtenidos a partir del método de cálculo empleado por el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), máxima autoridad competente, en su Norma N° 11601 (2001) donde se calculan las resistencias térmicas de los materiales, cámaras de

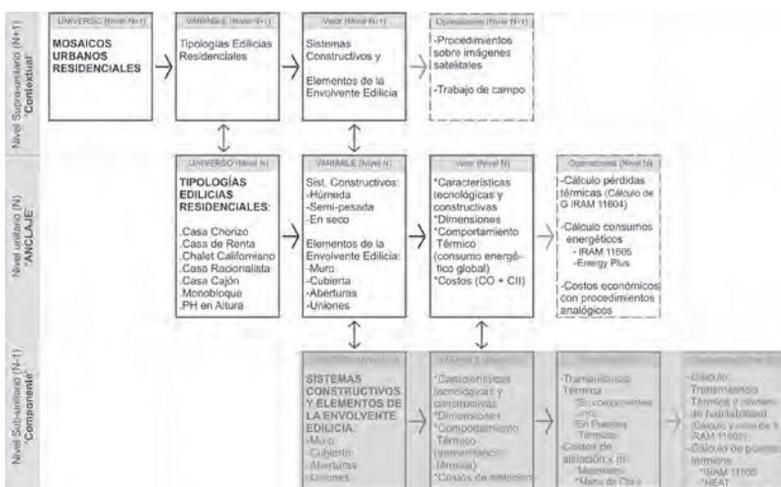


Figura 18. Nivel de componente en el sistema de matriz de datos.

aire y resistencias superficiales. El valor de K se obtiene como la inversa de la resistencia total:

$$R = e / \lambda \quad (1)$$

Donde:

R: es la resistencia térmica para una capa material, en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$;

e: es el espesor de la capa, en m;

λ : es la conductividad térmica del material, en $\text{W}/(\text{m } ^\circ\text{C})$.

$$K = 1 / (R_{Si} + R_n + R_c + R_{Se}) \quad (2)$$

Donde:

K: es la transmitancia térmica de un elemento constructivo de varias capas, en $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$;

R_{Si} : es la resistencia térmica superficial interior⁵⁷, en $m^2 \text{ } ^\circ\text{C}/\text{W}$;

57 Obtenida por tabla, según la dirección del flujo de calor (IRAM 11601, 2001).

R_n : es la suma de resistencias térmicas de capas homogéneas, en $m^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$;

R_c : es la resistencia térmica de cámaras de aire, en $m^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$;

R_{SE} : es la resistencia térmica superficial exterior⁵⁸, en $m^2 \text{ }^\circ\text{C}/\text{W}$.

Los valores de K de los elementos no opacos o vidriados (aberturas) son obtenidos por tabla a partir de sus características materiales y tecnológicas, según Norma IRAM N° 11601 (2001) y N° 11507-4 (2010).

Para establecer patrones de calidad térmica constructiva que aseguren condiciones normativas de eficiencia energética y habitabilidad, hemos considerado como valores mínimos los exigidos por la Ley N°13059 de la Provincia de Buenos Aires. Los mismos se explicitan en las normas IRAM referidas al acondicionamiento térmico de edificios. Estas se corresponden con el cumplimiento de los valores máximos admisibles de transmitancia térmica para los componentes opacos de la envolvente en los niveles A o B de IRAM 11605⁵⁹, evaluados para condición de invierno y verano. Su respectivo análisis de puentes térmicos (IRAM 11605). El cumplimiento de los valores máximos admisibles de transmitancia térmica para los componentes vidriados de la envolvente (aberturas), en las categorías K4 y K5⁶⁰ de IRAM 11507-4. Y el cumplimiento del valor admisible del coeficiente global de pérdidas térmicas (G) según IRAM 11604.

Los valores máximos admisibles correspondientes a la ciudad de La Plata se exponen en la Tabla 5 para los elementos opacos de la envolvente y en la Tabla 6 para los elementos no opacos o vidriados.

58 Obtenida por tabla, según la dirección del flujo de calor (IRAM 11601, 2001).

59 Para muros el valor máximo admisible es de $0.93 \text{ W}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$ y para cubiertas es de $0.48 \text{ W}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$; valores que permitirían despreciar el análisis del riesgo de condensación.

60 La Ley exige carpinterías K5 (hasta $4 \text{ W}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$) cuando estén colocadas por debajo de 10 m de altura y K4 (hasta $3 \text{ W}/m^2 \text{ }^\circ\text{C}$) en alturas superiores a 10 m.

K adm. máx.	INVIERNO [W/(m ² °C)]		VERANO [W/(m ² °C)]		Grados de confort higrotérmico
	Muros	Cubierta	Muros	Cubierta	
Nivel A	0.34	0.30	0.50	0.19	Recomendado
Nivel B	0.93	0.76	1.25	0.48	Medio
Nivel C	1.63	1	2	0.76	Mínimo
No clasifica	K > 1.63	K > 1	K > 2	K > 0.76	No cumple

Tabla 5. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica (IRAM N°11605, 1996) para La Plata, temperatura de diseño -2,5 °C (IRAM N°11603, 2012).

Categoría de aislación	Transmitancia térmica K [W/(m ² °C)]
K1	K < 1.0
K2	1.0 ≤ K ≤ 1.5
K3	1.5 < K ≤ 2.0
K4	2.0 < K ≤ 3.0
K5	3.0 < K ≤ 4.0
No clasificable	K > 4.0

Tabla 6. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica para carpinterías, según IRAM N°11507-4 (2010).

Para el caso de los encuentros, uniones y puntos críticos, se evalúan los “puentes térmicos” de manera estacionaria, según la Norma IRAM (IRAM 11605), donde se establece que su K no debe superar el 50% del valor del K del muro opaco. En el caso de puentes térmicos lineales ubicados a una distancia menor a 1.7 m, el porcentaje se reduce a 35%. A su vez, se recurre al complemento de un software denominado HEAT, desarrollado por la Universidad de Lund, Suecia, aplicable a problemas generales de conducción del calor, puentes térmicos, estimación de la temperatura de superficies (riesgos de condensación), cálculo de pérdidas de calor por el suelo, análisis de sistemas de calor en techos y análisis de marcos de ventana, entre otros. Este programa cuenta con una interface gráfica que permite generar

MUR0																																									
SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)	ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO																																								
<p>Descripción de la situación original (base):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Muro exterior grueso y fino a la cal • Vidrio exterior simple (12x16cm simple) • Aplicada 1/4" de yeso • Muro exterior grueso y fino a la cal 	<p>Descripción de la opción de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPS de 20 kg/m³ adherido desde el exterior con pegamento cementoso, • Adosado de placa de vidrio adherido con pegamento cementoso, • Transmisión de energía pasiva mejorada. 																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 3.80 W/m²°C</td> <td>K= 3.80 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 3.80 W/m ² °C	K= 3.80 W/m ² °C	120	0.33	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33
K máximo admisible		CS	R																																						
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																						
K= 3.80 W/m ² °C	K= 3.80 W/m ² °C	120	0.33																																						
K máximo admisible		CS	R																																						
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																						
K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33																																						
K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33																																						
K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33																																						
K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33																																						
K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33																																						
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																								
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																								

CUBIERTA																																																									
SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)	ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO																																																								
<p>Descripción de la situación original (base):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Estrucura de losa de concreto armado • Impermeabilización con bitúmenes de 1.5" 	<p>Descripción de la opción de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPS de 20 kg/m³ por debajo de la losa existente, • Adosado de losa existente, • Impermeabilización con bitúmenes de 1.5" 																																																								
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>K= 0.89 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>K= 0.75 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>K= 0.64 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>K= 0.53 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>K= 0.48 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33	K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33
K máximo admisible		CS	R																																																						
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																																						
K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K máximo admisible		CS	R																																																						
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																																						
K= 0.89 W/m ² °C	K= 0.89 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.75 W/m ² °C	K= 0.75 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.64 W/m ² °C	K= 0.64 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.53 W/m ² °C	K= 0.53 W/m ² °C	120	0.33																																																						
K= 0.48 W/m ² °C	K= 0.48 W/m ² °C	120	0.33																																																						
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																																								
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																																								

ABERTURA																																																	
SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)	ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO																																																
<p>Descripción de la situación original (base):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Carpintería de madera • Vidrio exterior simple (12x16cm simple) 	<p>Descripción de la opción de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sustitución del vidrio simple por • Doble Vidriado Hermético (DVH) 																																																
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 5.82 W/m²°C</td> <td>K= 5.82 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 5.03 W/m²°C</td> <td>K= 5.03 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 3.78 W/m²°C</td> <td>K= 3.78 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 2.79 W/m²°C</td> <td>K= 2.79 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 5.82 W/m ² °C	K= 5.82 W/m ² °C	120	0.33	K= 5.03 W/m ² °C	K= 5.03 W/m ² °C	120	0.33	K= 3.78 W/m ² °C	K= 3.78 W/m ² °C	120	0.33	K= 2.79 W/m ² °C	K= 2.79 W/m ² °C	120	0.33	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">K máximo admisible</th> <th>CS</th> <th>R</th> </tr> <tr> <th>sin persianas de madera</th> <th>con persianas de madera (cerada)</th> <th>(1/m²)</th> <th>(h/m²)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K= 5.25 W/m²°C</td> <td>K= 5.25 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 2.978 W/m²°C</td> <td>K= 2.978 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 2.145 W/m²°C</td> <td>K= 2.145 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> <tr> <td>K= 2.025 W/m²°C</td> <td>K= 2.025 W/m²°C</td> <td>120</td> <td>0.33</td> </tr> </tbody> </table>	K máximo admisible		CS	R	sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)	K= 5.25 W/m ² °C	K= 5.25 W/m ² °C	120	0.33	K= 2.978 W/m ² °C	K= 2.978 W/m ² °C	120	0.33	K= 2.145 W/m ² °C	K= 2.145 W/m ² °C	120	0.33	K= 2.025 W/m ² °C	K= 2.025 W/m ² °C	120	0.33
K máximo admisible		CS	R																																														
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																														
K= 5.82 W/m ² °C	K= 5.82 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 5.03 W/m ² °C	K= 5.03 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 3.78 W/m ² °C	K= 3.78 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 2.79 W/m ² °C	K= 2.79 W/m ² °C	120	0.33																																														
K máximo admisible		CS	R																																														
sin persianas de madera	con persianas de madera (cerada)	(1/m ²)	(h/m ²)																																														
K= 5.25 W/m ² °C	K= 5.25 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 2.978 W/m ² °C	K= 2.978 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 2.145 W/m ² °C	K= 2.145 W/m ² °C	120	0.33																																														
K= 2.025 W/m ² °C	K= 2.025 W/m ² °C	120	0.33																																														
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																																
<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>	<p>Observaciones:</p> <p>La información obtenida en EPS y presupuesto de materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados. El presupuesto de los materiales suministrados.</p>																																																

Figuras 19, 20 y 21. Fichas de los componentes MURO, CUBIERTAS y ABERTURAS.

una imagen del comportamiento térmico, lo cual simplifica la comprensión y detección de los puntos o áreas críticas.

Teniendo en cuenta los valores exigidos en la Norma, se construyen alternativas de mejoramiento para cada referente edilicio-tecnológico seleccionado, a nivel de componentes de la envolvente, las cuales son sistematizadas y catalogadas en fichas interactivas relacionadas con la metodología de cálculo. A modo de ejemplos se exponen las Figuras 19, 20 y 21, correspondientes a una opción de alternativa tecnológico-constructiva para muros, cubierta y aberturas respectivamente.

El sistema de fichas desarrollado facilita la carga de información, el ajuste y/o la posibilidad de realizar modificaciones en forma dinámica y a gran escala estudiando diversidad de variantes o ejemplos particularizados, con el objeto de seleccionar y evaluar las alternativas más favorables para cada situación. El desarrollo y los detalles de instrumentación del sistema se presentan en el capítulo siguiente.

2.3.1.2. Demanda energética unitaria

Para la estimación de los consumos energéticos unitarios de cada vivienda en estado base y mejorada (nivel de anclaje) (Figura 22) se adopta una simulación estacionaria a partir de la obtención de la *carga térmica* (Q) según IRAM 11604 (2001), considerando la demanda en invierno y en verano. A su vez, estas evaluaciones son complementadas según requerimiento mediante simulación dinámica por medio del programa *EnergyPlus* (Departamento de Energía de los Estados Unidos -DOE-), a los fines de su contrastación y validación, considerando las ganancias directas e indirectas.

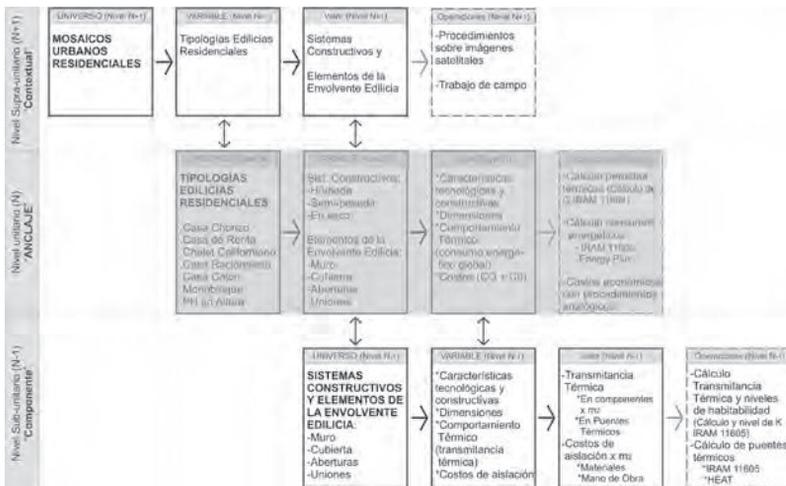


Figura 22. Nivel de anclaje en el sistema de matriz de datos.

Simulación estacionaria

La elección del método de cálculo de los consumos energéticos en estado estacionario según Norma IRAM radica en su aplicación como una herramienta de rápida estimación global, de incidencia potencialmente masiva y de relativa simpleza, reduciendo el tiempo y el número de variables a trabajar. Como principal desventaja se puede mencionar que este método sólo considera las pérdidas térmicas, priorizando la situación de invierno. Sin embargo, en nuestro caso esta condición no tiene mayor influencia ya que, como se aclaró en el Punto 2.1.2, la ciudad de La Plata presenta un clima en el cual la prioridad para el acondicionamiento térmico se centra en el período frío, cuyas estrategias de aislación para invierno cubren también las bajas demandas del período cálido⁶¹.

61 A su vez es cierto que al tratarse de edificación construida las estrategias principales responden a minimizar las pérdidas, puesto que el hecho de aumentar las ganancias es muy difícil debido al emplazamiento y las orientaciones preexistentes.

Paralelamente, la elección de los métodos estacionarios desarrollados por IRAM también se fundamentan desde las exigencias establecidas en la antes mencionada Ley N°13059, cuyo cumplimiento permite asegurar la posibilidad de introducir esta propuesta de aplicación metodológica en programas de apoyo gubernamental, o trabajos con organismos públicos vinculados al tema⁶². Para citar antecedentes al respecto, se reconoce el caso de la rehabilitación termo-energética del parque edilicio residencial de Francia en la década de los '80, a través del cual la *Agencia Francesa por la Matriz de la Energía* trabajó en una “guía de diagnóstico térmico” (1987) con un software denominado “Logiciel MEDIA-MI” basado en simulaciones térmicas de tipo estacionarias. Otro ejemplo representativo es el “Código Técnico de la Edificación” de España, en cuanto a la “limitación de demanda energética”, que se basa en comparaciones respecto de casos de referencia (método prescriptivo) y el empleo del programa LIDER para los casos por fuera de los primeros; ambos métodos se basan en el cálculo de las pérdidas, obviando las ganancias solares y la inercia térmica. En cuanto a países del contexto sudamericano, Brasil trabaja con métodos prescriptivos que potencian la aplicación masiva en el marco de la Ley 10295 (2001) de Eficiencia Energética apoyadas en sus normas sobre “desempeño térmico de edificación” (ABNT 15220 y 15575), las cuales plantean instancias prescriptivas, de medición in situ y excepcionales simulaciones computacionales mediante EnergyPlus⁶³.

En consecuencia, la estimación se realiza entonces de acuerdo a los métodos establecidos en la Norma IRAM 11604 (2001), a través del cálculo del coeficiente volumétrico de pérdidas de calor (G_{cal}):

62 Tal es el caso del Instituto de la Vivienda de la Provincia de Buenos Aires, organismo con el cual se ha trabajado desde el IIPAC en el marco de capacitaciones y aplicación para la Ley N°13059 Provincia de Buenos Aires.

63 Este software se reconoce como una importante herramienta de simulación dinámica, de uso gratuito, validada tanto en el sector público como privado a nivel mundial.

$$G_{cal} = [(\Sigma K_m S_m + \Sigma K_v S_v + \Sigma \gamma K_r S_r + Per P_p) / V] + 0.35 n \quad (3)$$

Donde:

G_{cal} : es el coeficiente volumétrico del edificio vivienda calefaccionado, en $W/(m^3 \text{ } ^\circ C)$;

K_m : es la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos opacos que lindan con el exterior, en $W/(m^2 \text{ } ^\circ C)$;

S_m : es el área interior de los cerramientos opacos anteriores, en m^2 ;

K_v : es la transmitancia térmica de cada uno de los elementos que componen los cerramientos no opacos que lindan con el exterior, en $W/(m^2 \text{ } ^\circ C)$;

S_v : es el área interior de los cerramientos no opacos anteriores, en m^2 ;

γK_r : es 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 $W/(m^2 \text{ } ^\circ C)$;

S_r : es el área interior de los cerramientos opacos y no opacos anteriores, en m^2 ;

Per: es el perímetro del piso en contacto con el aire exterior, en m;

P_p : son las pérdidas por el piso en contacto con el terreno, en W/m ;

V: es el volumen interior del edificio vivienda calefaccionado, en m^3 ;

0,35: es la capacidad específica asumida del aire, en $W h / (m^3 \text{ } ^\circ C)$;

n: es el número de renovaciones de aire promedio por hora del edificio vivienda calefaccionado⁶⁴.

Luego se obtiene la carga térmica de calefacción anual (Q) del edificio vivienda, a través de la siguiente ecuación:

$$Q = (Ci \text{ } ^\circ D G_{cal} V) / 1000 \quad (4)$$

⁶⁴ Siendo su valor igual a 2. Cuando se disponga de los valores de infiltración de las carpinterías, podrá calcularse el número de renovaciones de aire (n) mediante el método indicado en el apartado B.1.2. del anexo B de la Norma IRAM 11604 (2001).

Donde:

Q: es la carga térmica anual de calefacción, en kW/h;

Ci: es el coeficiente de intermitencia;

°D: son los Grados Días de calefacción anual, en °C;

G_{cal} : es el coeficiente volumétrico de pérdidas de calor del edificio vivienda calefaccionado, en $W/m^3 \text{ } ^\circ C$;

V: es el volumen interior del edificio vivienda calefaccionado, en m^3 .

Como valores patrón, se adoptan una temperatura base de 18 a 20°C para invierno y de 23 a 27°C para verano⁶⁵, con lo cual se determinan los Grados Día necesarios para el cálculo (según norma IRAM 11603). En cuanto al “Coeficiente de intermitencia”, se define como la relación entre las horas de insumo de calefacción diarias y la tecnología constructiva de la envolvente edilicia (pesada, semipesada y liviana). La norma indica un valor constante de 24, lo cual se considera como un valor un tanto genérico ya que no contempla la variedad de tecnologías constructivas. Es por eso que se utiliza la Tabla 7, en donde se reconocen distintos valores a adoptar según las tecnologías de acumulación térmica (Czajkowski, 1994; Rougeron, 1977).

	Tecnología pesada	Tecnología semi-pesada	Tecnología liviana
Calefacción 24 hs	24	24	24
Calefacción 10 hs	22	19	15
Calefacción 4 hs	18	14	10

Tabla 7. Valores del coeficiente de intermitencia.

⁶⁵ Por lo general se trabaja con las exigencias mínimas, considerando una temperatura de 18°C para invierno y 27°C para verano.

Obtenida la carga térmica (Q), se la afecta al rendimiento del equipo de climatización supuesto y de ser necesario, se realiza la conversión a la unidad propia del combustible empleado.

Simulación dinámica

Producto de las restricciones antes mencionadas en los procesos de simulación estacionaria, y a los efectos de complementar el comportamiento de los casos base y mejorados, se realizan verificaciones y constataciones con simulaciones de tipo dinámicas, mediante lo cual se puedan obtener mayores precisiones en los comportamientos termodinámicos de pérdida y ganancia energética. Asumiendo la desventaja de que su aplicación se debe realizar por especialistas y en forma individual, dificultando la aplicación masiva.

El programa empleado a tal fin es el EnergyPlus, desarrollado por el Departamento de Energía de los Estados Unidos (2000), utilizado para modelar calefacción, acondicionamiento de aire, iluminación, ventilación, y otros flujos de energía. Las ventajas a nivel de resultados particulares son ampliamente superiores, reconociendo como principales desventajas el hecho de insumir un tiempo mucho mayor para el modelado, además de su mayor complejidad y dificultad en la carga de datos. Como atenuante para este último ítem, el programa cuenta actualmente con una interfase (OpenStudio SketchUp) que simplifica el modelado del edificio y sus características tecnológico-constructivas, permitiendo que los cambios realizados en el programa de diseño gráfico (SketchUp) se ajusten automáticamente en el archivo base de EnergyPlus.

Otra ventaja fundamental de los programas empleados es que son de licencia gratuita, asegurando el libre y sencillo acceso. Nos referimos a: el motor de simulación (EnergyPlus⁶⁶), el de

66 <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/register.cfm?goto=eplus>.

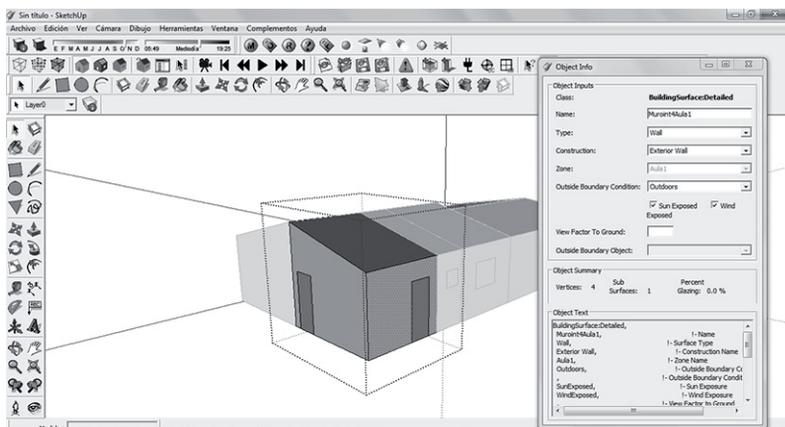


Figura 23. Modelización en SketchUp.

modelizado gráfico (Google Sketch Up⁶⁷) y su correspondiente Plug-in (OpenStudio⁶⁸) y visores (OpenStudio ResultsViewer⁶⁹ y xEsoView⁷⁰).

En cuanto a lo operativo, se realiza un modelo 3D en el software Google SketchUp⁷¹, dividiendo los ambientes en zonas térmicas (como polígonos convexos). A continuación se editan algunas características básicas de cada elemento de la envolvente, como: nombre, tipo de elemento y condición de borde (Figura 23). Posteriormente se comienzan a cargar la totalidad de los datos en el editor del EnergyPlus, en el cual ya se cuenta con los datos y las características dimensionales del edificio gracias a la interface entre el SketchUp y el archivo (.idf) del EnergyPlus (simplificando ampliamente la carga de datos). La información

67 <http://sketchup.google.com/intl/es/download/gsu.html>.

68 <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/openstudio.cfm>.

69 <http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/resultsviewer.cfm>.

70 <http://sourceforge.net/projects/xesoviewv>.

71 Al programa SketchUp se le debe cargar un plug-in (OpenStudio) que genera la interface entre éste y el editor del Energy-Plus.

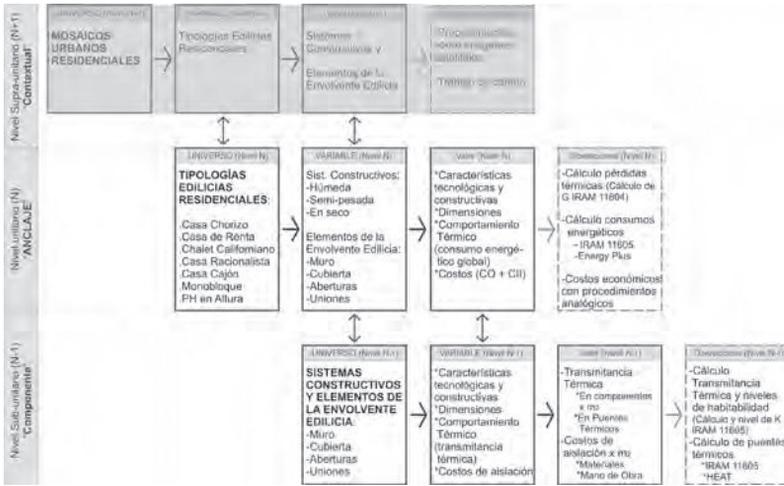


Figura 24. Nivel contextual en el sistema de matriz de datos.

restante se corresponde con los parámetros de simulación: las características climáticas del sitio, el período de simulación, las características tecnológico-constructivas de cada elemento, cantidad de habitantes y horarios de permanencia, equipos de climatización, características de confort deseadas y parámetros de salida.

2.3.1.3. Estimación energética urbana

El cálculo de las demandas energéticas en los mosaicos urbanos residenciales (nivel contextual) (Figura 24), se establece analógicamente, entendiendo que el valor de reducción energética porcentual establecido en cada tipología mejorada puede ser utilizado con su incidencia porcentual para cada mosaico urbano. En este sentido, la identificación de representatividad y evaluación de las tipologías edilicias en áreas urbanas características permite conocer las potencialidades de ahorro energético en diferentes zonas de la ciudad, evaluar los impactos energético-ambientales del sector residencial, minimizar la demanda en áreas críticas y

modificar significativamente la matriz energética local e incluso la nacional.

2.3.2. Sistemas de evaluación económica

La implicancia de esta dimensión es realmente significativa y sensible en el contexto socio-económico y tecnológico-productivo de la construcción. La complejidad de los costos de materialización de las medidas de reciclado, así como la complejidad de los insumos energéticos en juego, tanto del estado base como del mejorado, requiere desarrollar estrategias de evaluación económica y tecnológica flexibles y una instrumentación que pondere en términos relativos y específicos evaluaciones termo-económicas de las diferentes medidas a adoptar en nuestro complejo contexto de costos y subsidios. Para ello se consideró la incidencia de los costos en las distintas etapas de intervención: el *costo inicial de inversión* para realizar las mejoras tecnológico-constructivas, el *costo operativo* para afrontar el combustible consumido según equipo de climatización, el *análisis de recuperación de la inversión* inicial (estableciendo algunos supuestos para su estimación) y algunos *escenarios de rentabilidad*, como evaluación de conveniencia netamente económica.

2.3.2.1. Costos iniciales y costos operativos

El análisis económico de costos de las diferentes intervenciones de reciclado permite evaluar y justificar los diferentes niveles de inversión (“costo inicial de inversión”), validando cada medida en función de su mejora energética y el nivel de confort alcanzado. También se estima la reducción de insumos en cada caso (“costo operativo”) en dependencia directa de cada medida adoptada, entendiendo que en este análisis no se consideran las pautas y conductas del usuario residente. Por lo tanto, definimos al *costo inicial de inversión* (CII) como el costo necesario para realizar las mejoras tecnológico-constructivas de reciclado, incluyendo

el material aislante, la protección mecánica, terminaciones y la mano de obra. Además, definimos el *costo operativo* (CO) como el costo destinado a pagar el combustible en relación al consumo energético estimado, tanto para la situación original (base) como para la mejorada.

Para la evaluación de los costos económicos totales se suman el CII y el CO. El primero (CII) se obtiene de las fichas de reciclado (Figuras 19, 20 y 21) como costo específico de aislación por metro cuadrado, cuyos valores se establecen como la sumatoria del material y la mano de obra en relación a los precios presupuestados en el mercado local. El segundo (CO) es obtenido a partir de la carga térmica calculada en relación al poder calorífico específico del combustible y su costo relativo en el área de aplicación, sea en metros cúbicos o kilogramos de gas (Camuzzi Gas Pampeana S.A.⁷²) y/o kilowatt hora de energía eléctrica local (EDELAP S.A.⁷³), según corresponda.

2.3.2.2. Análisis de recuperación de la inversión

Es claro que los *costos iniciales de inversión* tienen como fin principal la reducción de la demanda energética y la mejora de la habitabilidad edilicia. Pero no por ello se descuida el concepto de que toda inversión requiere de un análisis que visualice el período de amortización o el retorno equivalente del dinero en el tiempo. Por lo tanto, la recuperación de la inversión es calculada para cada unidad edilicia⁷⁴, utilizando una expresión que permite estimar el “período de repago”, mediante una comparación del estado base con la situación mejorada. Para esta evaluación se requiere de una estimación que considere la variación de las

72 <http://www.camuzzigas.com/>

73 <http://www.edelap.com.ar/>

74 Los costos para la ejecución de las estrategias de mejora tecnológico-constructivas son afrontados por cada usuario. Se destaca la ausencia de planes de asistencia o subsidios en promoción de una acción de reciclado masivo.

rentas y de los costos de los insumos energéticos y que compare estas dos condiciones: la primera contemplando el Costo Inicial de Inversión (CII) afectado a una tasa de rentabilidad potencial (r) más el Costo Operativo (CO) con la aplicación de las medidas de mejoramiento y la segunda contemplando el CO sin las medidas de mejoramiento. A su vez, los CO son afectados por una constante de aumento anual que simula la inflación (i). Ante esta lógica, se expone la siguiente expresión (5):

$$CII (1 + r)^t = \sum_{j=1}^{j=t} (CO_0 - CO_1) (1 + i)^j \quad (5)$$

Donde:

CII: es el Costo Inicial de Inversión, en \$;

r : es la renta, en tanto por uno del capital;

t : es el período de amortización, en años;

CO_0 : es el Costo Operativo sin las medidas de mejoramiento, en \$;

CO_1 : es el Costo Operativo con las medidas de mejoramiento, en \$;

i : es la tasa de aumento anual del costo, en tanto por uno.

A partir de esta lógica se podrían graficar las curvas para cada medida de mejoramiento tecnológico-constructivo, a los fines de estimar los períodos de repago según diversas condiciones de rentabilidad, costos e inflación.

Escenarios de rentabilidad

A su vez, la expresión (5) permite realizar diversos escenarios de contextos y graficar sus curvas en función del período en el cual se amortizaría el costo de inversión realizado. Para ello se deben establecer valores de rentabilidad (r) relativos a cada escenario económico, costos de combustible (CO) contemplando la

incidencia de subsidios si los hubiese, y valores de inflación (i) que varían según las suposiciones planteadas⁷⁵. Así se grafican las curvas para el estado base y las propuestas de mejoramiento y se estima el año de amortización, reconociéndose éste en el cruce entre ambas curvas. Es claro que los cambios que surjan en las diferentes variables económicas, pueden ser sencillamente modificados a los efectos de generar los escenarios que se requieran para cada caso de estudio.

Es importante aclarar que los análisis propuestos en el desarrollo del libro tienen una función comparativa de una situación inicial (estado base) respecto de otras mejoradas, por lo que su importancia radica en la diferencia entre un estado y otro.

Para completar el análisis técnico y económico se han desarrollado e incluido en el sistema distintas herramientas de integración energético-económica, con lo cual se permite evaluar y comparar rápidamente acciones de carácter masivo integrando medidas de reciclado, costos y logros obtenidos a través de las mejoras de eficiencia en los componentes edilicios.

2.3.3. Análisis de integración energético-económica

Mediante la integración energético-económica se evalúa cada sistema propuesto en su relación entre el ahorro energético logrado (con sus consecuentes ahorros en el CO) y la inversión realizada (CII). Esta lógica es comprendida como una herramienta esencial y complementaria que se introduce en el sistema como rutina de evaluación rápida, permitiéndonos comparar y seleccionar estrategias de reciclado eficientes ante una amplia variedad de alternativas tecnológico-constructivas para la envolvente edilicia.

75 Como escenario inicial, descrito a modo de ejemplo, se podría plantear un valor de tasa de renta conforme a un valor nominal de plazo fijo, estimar el costo del gas natural a valor actual con y sin subsidios, y considerar un valor de inflación anual fijo según los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INDEC) o fuentes privadas (considerando que el precio del combustible no sufrirá más variaciones que las afectadas por la inflación recién mencionada).

Resulta particularmente útil para una clasificación según grado de eficiencia respecto del costo-beneficio ($\Delta E / \Delta \$$), tanto a nivel de elementos de la envolvente, a nivel de unidades edilicias y a nivel de áreas urbanas.

2.3.3.1. Análisis energético-económico a nivel de elementos de la envolvente

Para el abordaje a nivel de componentes, se construyó un índice que pretende facilitar la selección de las alternativas tecnológico-constructivas, para cada elemento de la envolvente, a partir de la distinción de las opciones de mayor eficiencia específica en la relación entre el costo (económico) y el ahorro (energético primero, traducido a ahorro monetario) (Rodríguez et al., 2012b). Este índice se denomina “índice de eficiencia energético-económico” o resumidamente “índice de eficiencia” (IE).

2.3.3.2. Análisis energético-económico a nivel de unidades edilicias

Para el abordaje a nivel de anclaje, se trabaja en la sumatoria de los resultados logrados en cada componente, integrando así de esta manera la eficiencia parcial de cada propuesta de mejoramiento tecnológico-constructivo. Es así que se evalúa a la unidad edilicia en su totalidad, teniendo en cuenta la relación entre el consumo energético ahorrado total y los costos operativos e iniciales de todas las inversiones previstas. Para este nivel de abordaje, a diferencia del anterior, se debe incorporar el transcurso del tiempo como una variable⁷⁶ rectora, que involucra el costo de la demanda energética anual, mediante lo cual se estima el tiempo que requiere la amortización de la inversión.

76 A diferencia del IE a nivel de componente, que es constante y de una hora.

$$\frac{\Delta E \text{ (ahorro energético)}}{\Delta \$ \text{ (C.O. + C.I.I.)}} + \text{CONDICIONANTES NO CUANTIFICABLES} = \text{GRADO DE EFICIENCIA DE LA OPCIÓN ADOPTADA}$$

Figura 25. Esquema conceptual de la integración energético-económica a nivel de anclaje.

La instrumentación para la integración energético-económica no pretende ser ni definitiva ni excluyente puesto que ante cada elección se conjugan los datos cuantitativos energéticos y económicos con consideraciones particulares no cuantificables, como dificultades técnicas específicas, dificultades de acceso, de disponibilidad, niveles de confort pretendidos, ente otras (Figura 25). Por lo tanto, esta lógica se comprende como una herramienta de ayuda ante cada elección que debe ser definida por el técnico y los usuarios según sus criterios y condiciones particulares.

2.3.3.3. Análisis energético-económico a nivel de áreas urbanas

Por último se plantea el abordaje a nivel contextual a partir de la integración energético-económica global (Figura 26), que contempla la sumatoria de las mejoras en las distintas tipologías que conforman los mosaicos urbanos representativos, pudiendo plantear diversas opciones de mejoramiento a nivel de áreas urbana, como alternativas de evaluación en vistas a su aplicación masiva.

$$\frac{\Sigma \Delta E}{\Sigma \Delta \$} + \text{CONDICIONANTES NO CUANTIFICABLES} = \text{GRADO DE EFICIENCIA GLOBAL}$$

Figura 26. Esquema conceptual de la integración energético-económica a nivel contextual.

2.4. SÍNTESIS Y REFLEXIONES DEL CAPÍTULO 2

En este capítulo se ha definido a la edificación residencial existente desde sus condiciones físicas, históricas, climáticas e higrotérmicas. Y se ha expuesto la propuesta metodológica de trabajo, constituida por una sistematización de aplicación y las distintas herramientas que integran los criterios de clasificación y evaluaciones termoenergéticas y económicas en desarrollos interrelacionados según sus tres niveles de abordaje.

En cuanto a la clasificación de viviendas en La Plata, habiendo definido su universo tipológico, estamos en condiciones de establecer algunos criterios generales de utilidad para la selección de unidades edilicias representativas hacia el reciclado masivo. Primero, se reconoce una amplia incidencia cuantitativa de la *construcción húmeda* por sobre la *construcción en seco*, por lo que el estudio de esta tecnología constructiva predominante contempla no sólo la totalidad de las tipologías representativas, sino prácticamente la totalidad de las viviendas existentes en nuestro contexto. Segundo, se reconoce una fuerte impronta hacia la producción de tipologías compactas, cuyos motivos se fundamentan tanto en el acelerado crecimiento demográfico y su necesidad de rápida respuesta (desde la iniciativa privada o desde intervenciones estatales), como en los altos costos de los lotes, fundamentalmente en las zonas urbanizadas. Es así que el universo residencial de tipo compacto abarca el amplio estrato de las tipologías formales⁷⁷. A su vez, se detecta una tercera consideración de utilidad en relación a la aplicación masiva de estrategias de reciclado, entendiendo que la producción estatal de viviendas promueve la práctica de reproducción de tipos estandarizados, por lo que la intervención y mejoramiento en

⁷⁷ Que se pueden clasificar según dos prototipos generales de vivienda colectiva (bloque bajo y PH en altura) y dos unidades de vivienda individual entre medianeras (unifamiliar aislada y agrupadas en hilera).

estas unidades cuenta con un importante potencial de aplicación a gran escala⁷⁸.

En tanto a las evaluaciones termo-energéticas y económicas se ha presentado la propuesta desde lo metodológico, lo que a partir de su complementación con los criterios de clasificación constituye la instrumentación que se detallará en el capítulo siguiente. En esto se resalta la relación integrada entre las variaciones termo-energéticas respecto de los costos económicos pertinentes (ya sean costos de inversión inicial o costos operativos), a ser tratados como herramientas de rápida evaluación y selección.

78 Un ejemplo claro lo representa la “casa cajón”, antecedente directo de los modelos adoptados por planes estatales de vivienda social: Modelo “P.E.P”, modelo “FO.NA.VI.”. Cuyo estudio para el reciclado permitiría una mejora aplicable a un importante número de casos concretos.

CAPÍTULO 3

INSTRUMENTACIÓN PARA EL RECICLADO EDILICIO DE APLICACIÓN MASIVA

En el presente capítulo se detalla la instrumentación de la metodología presentada, que opera según tres fases definidas como “*identificación y clasificación*”, “*análisis y propuestas de intervención*” y “*evaluación y resultados*”, que a su vez son desarrolladas en la interdependencia de los distintos niveles de abordaje. La instrumentación pertinente a la fase 1 se desarrolla

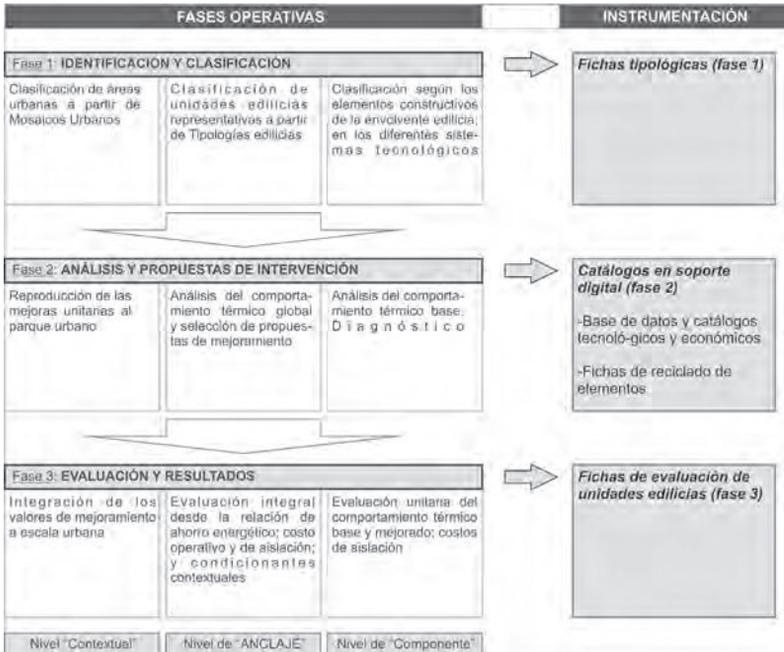


Figura 27. Esquema de fases operativas e instrumentación.

a partir de *fichas tipológicas*. La instrumentación para la fase 2 se desarrolla según *catálogos en soporte digital*, que contienen la *base de datos* y *catálogos tecnológicos y económicos* y se sintetizan en las *fichas de reciclado de elementos*. Finalmente, la instrumentación para la fase 3 se desarrolla a partir de las *fichas de evaluación de unidades edilicias* (Figura 27).

3.1. IDENTIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LA EDILICIA EXISTENTE

En este primer punto, correspondiente a la primera fase de “*identificación y clasificación*” (Figura 28), se opera desde las distintas áreas urbanas a partir del reconocimiento de cada ejemplo de aplicación respecto de las tipologías representativas en la ciudad de La Plata, catalogadas individualmente en “fichas tipológicas”. Así, mediante comparaciones morfológicas y tecnológico-constructivas, se reconoce y clasifica cada ejemplo de aplicación a los efectos de reducir la complejidad en el análisis inicial y establecer rápidamente las opciones y maneras de intervención. El objeto principal del catálogo tipológico es el de reducir los tiempos en el reconocimiento y análisis de cada caso, permitiendo agrupar las problemáticas comunes en vistas de la aplicación de reciclado masivo.

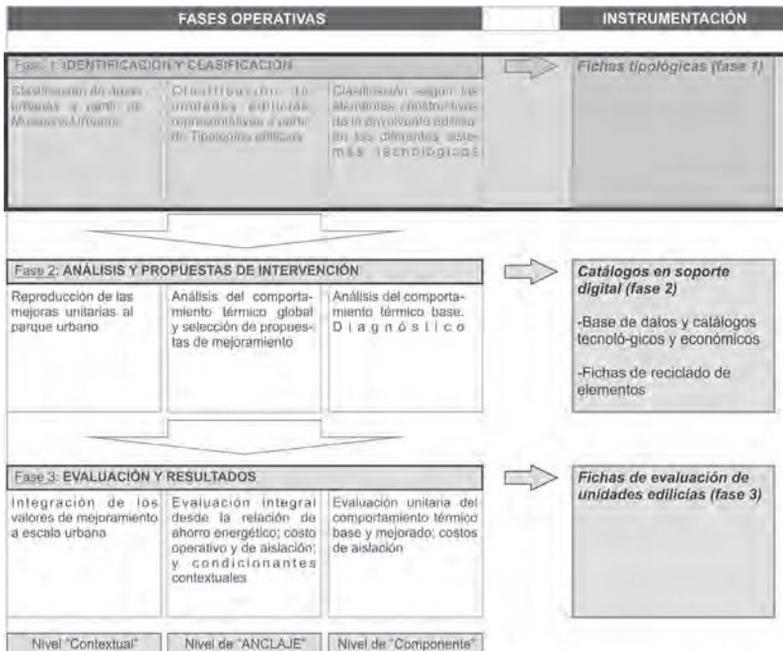


Figura 28. Fase 1 del esquema operativo de la instrumentación.

3.1.1. Fichas tipológicas (fase 1)

El catálogo tipológico se constituye a partir del estudio de las áreas urbanas (nivel contextual) desde donde se reconocen y clasifican las unidades edilicias representativas (nivel de anclaje) según su diversidad tipológica⁷⁹, integrando en fichas tipológicas la información sobre sus características tecnológico-constructivas, termo-energéticas y económicas de los distintos elementos de las envolventes (nivel de componente).

Para la construcción de estas fichas tipológicas se recurre al estudio de los antecedentes e insumos previos, explicitado en el capítulo anterior. En este aspecto se destaca el aporte realizado por el IDEHAB (actualmente IIPAC), FAU, UNLP, reconociendo el trabajo desarrollado para el proyecto AUDIBAIRES (Rosenfeld et al., 1988) posteriormente ampliado para la construcción del libro “Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires” (Rosenfeld y Czajkowski, 1992). Por lo tanto, se parte de este importante insumo como base, el cual es definido, ampliado y actualizado a los fines específicos de nuestro trabajo.

En cuanto a los campos que contienen las fichas, cada una de éstas presenta una *descripción* general y caracterizaciones en relación a: *aspectos morfológicos y compositivos, aspectos dimensionales de la unidad edilicia, aspectos tecnológico-constructivos de los elementos y aspectos energéticos globales* (Figura 29). Estos campos se completan con la información de los distintos casos de estudio, clasificando cada unidad en relación a una tipología representativa, a partir de lo cual el catálogo tipológico (Anexo II: *Catálogo de fichas tipológicas*) es ampliado y actualizado de manera constante.

79 Como se describió en el capítulo anterior, las tipologías representativas en la ciudad de La Plata son: *casa chorizo; casa de renta* (pasillo, cuatro puertas, en altura); *chalet californiano; casa racionalista; casa cajón* (de iniciativa privada o estatal); *bloque bajo o monobloque* (en dúplex o simples apilados); *edificio PH en altura* (entre medianeras, torre, placa).

DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA: MONOBLOQUE	Implantación														
	Ubicación: parque Saavedra	PERIODO HISTÓRICO de la Tipología														
	<table border="1"> <tr> <td>1900</td><td>1910</td><td>1920</td><td>1930</td><td>1940</td><td>1950</td><td>1960</td><td>1970</td><td>1980</td><td>1990</td><td>2000</td><td>2010</td><td>2014</td> </tr> </table>	1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014		
1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014				
ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y COMPOSITIVOS																
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA			Configuración compositiva													
			Descripción: Conforma un bloque de perímetro libre en el cual el largo es mayor que la altura y el ancho. Las circuncalaciones verticales se resuelven por escaleras que alimentan 3 o 4 niveles altos. El nivel caro se configura con espacios de uso común.													
ASPECTOS DIMENSIONALES de la Unidad Edilicia																
Valores del ejemplo de aplicación																
SUPERFICIE HABITABLE	52.64 m ²	COMPACTIDAD	79%													
VOLUMEN HABITABLE	136.9 m ³	FACTOR DE FORMA	0.99													
PERÍMETRO INTERIOR	32.6 m	FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.70													
		SUPERFICIE HABITABLE	52.64 m ²													
		VOLUMEN HABITABLE	136.9 m ³													
		PERÍMETRO INTERIOR	32.6 m													
		COMPACTIDAD	79%													
		FACTOR DE FORMA	0.99													
		FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.70													
ASPECTOS TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVOS de los Elementos																
MUROS	CUBIERTAS	ABERTURAS	PUNTOS CRÍTICOS													
M.1: Mampostería portante de ladrillo macizo (cerámico macizo) revocado en ambas caras	C.1: Losa de hormigón armado, colada in situ	A.1: Carpinterías de chapa con vidrio simple 3mm con cortina de entollar de madera	Prever el control de infiltraciones por taparrulos. Mantenimiento de burletes.													
Espesor 0.20m Sup Exp.: 36.62 Sup no exp.: 0.00 Transmit. Térmica: 2.37 W/m ² ·°C Costo unitario: \$ 508 /m ²	Original con ciclorama suspendido Sup Exp.: 52.64 Sup no exp.: 0.00 Transmit. Térmica: 2.71 W/m ² ·°C Costo unitario: \$ 1141 /m ²	Vidrio simple de 3 mm Sup Exp.: 1.60 Transmit. Térmica: 5.82 / 2.78 Costo unitario: \$ 3085 /m ²	La estructura de "ATA" a la vista genera puentes térmicos.													
Espesor 0.30m condición mediana Sup Exp.: 0.00 Sup no exp.: 40.78 Transmit. Térmica: 1.19 W/m ² ·°C Costo unitario: \$ 503 /m ²		Puertas exteriores Sup Exp.: 1.60 Transmit. Térmica: 1.75 W/m ² ·°C Costo unitario: \$ 950 /m ²	PISO: Perimetro: 32.6 Transmit. Térmica: 1.36 W/m ² ·°C													
ASPECTOS ENERGÉTICOS																
Valores del ejemplo de aplicación																
Coefficiente global paraísos térmica: G= 3.19 W/m ² ·°C	Consumo energético anual (según balance térmica): Q= 41825 MJ	Consumo con equipos a Gas Natural Rendimiento de equipo= 0.5 2141 m ³	Consumo con equipos a electricidad Rendimiento de equipo= 1 11.607 KW													
Pérdidas térmicas por envolvente edilicia																
MUROS: 31.0 %	CUBIERTAS: 32.7 %	ABERTURAS: 4.3 %	PIE+ RENOV. DE AIRE: 32.1 %													

Figura 29. Ejemplo de ficha tipológica.

- La *descripción* general presenta: el nombre de la tipología, el período histórico en que se detecta la construcción de ese tipo y la ubicación e implantación del caso relevado.
- Los *aspectos morfológicos y compositivos* comprenden: la documentación gráfica (constituida por plantas, cortes y volumetrías y/o fotografías), el esquema de partido u organización compositiva y la descripción de la configuración compositiva.
- Los *aspectos dimensionales de la unidad edilicia* son: la superficie interior o superficie habitable (sin contemplar el área ocupada por los muros exteriores), el volumen interior o volumen habitable, el perímetro de contacto con el suelo, la compactidad (definida

como la relación entre el área habitable respecto de una forma ideal máxima predefinida), el factor de forma (definido como la relación entre el área de la envolvente respecto del volumen del edificio), y el factor de exposición (definido desde la relación del área expuesta al exterior respecto del área de la envolvente)⁸⁰. En este ítem se expresan los valores correspondientes al ejemplo de aplicación, como así también se exponen valores medios a modo de referencia⁸¹.

- Los *aspectos tecnológico-constructivo de los elementos* exponen (para muros, cubiertas y aberturas): las diversas opciones de materiales (que no modifican su morfología pero sí sus características energéticas y mecánicas), la técnica constructiva, la superficie expuesta y no expuesta, su transmitancia térmica, el costo unitario por metro cuadrado (calculado como la suma de los materiales y la mano de obra, en valores actualizados) y observaciones respecto a los puntos críticos o uniones, incorporando gráficos de sus comportamientos térmicos analizados (mediante el software HEAT).

- Los *aspectos energéticos* contemplan: el coeficiente global de pérdidas térmicas, el consumo anual global según balance térmico y equivalentes para equipos a gas natural o electricidad, y las pérdidas térmicas según incidencia de muros, cubiertas, aberturas, pisos y renovaciones de aire.

En la figura 29 se expone una ficha tipológica, a título ilustrativo, en la cual se pueden observar los campos o ítems antes mencionados.

A continuación se desarrolla la instrumentación correspondiente al análisis del estado base de las tipologías existentes aquí expuestas, las propuestas de intervención para un reciclado masivo y las correspondientes evaluaciones energéticas y económicas.

80 Este índice reconoce un valor de 1 para las unidades edilicias expuestas en todas sus caras (viviendas aisladas), disminuyendo su valor acorde a las condiciones de borde.

81 Estos valores de referencia se construyen principalmente a partir de los datos obtenidos y calculados en las tipologías energéticas del proyecto AUDIBAIRES.

3.2. ANÁLISIS, SELECCIÓN Y EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE RECICLADO TERMO-ENERGÉTICO

En este apartado se plantea la sistematización de la totalidad de las técnicas de reciclado desarrolladas para los tipos edilicios seleccionados y las tecnologías detectadas en la fase 1 (*identificación y clasificación*). Esta sistematización se implementa a partir de la construcción de bases de datos, catalogaciones y fichas interactivas en archivos digitales, con lo cual se obtiene practicidad y economía de recurso en la carga de información, el ajuste y las modificaciones pertinentes; agilizando así el estudio comparado de opciones de reciclado y permitiendo seleccionar las alternativas más favorables para cada situación particular en el marco de una aplicación masiva. A su vez, se plantea y analiza la relación entre los consumos energéticos y los costos económicos en los distintos niveles de abordaje.

La instrumentación específica empleada para las fases 2 y 3 (*“análisis y propuestas de intervención”* y *“evaluación y resultados”* respectivamente) se presenta en un único archivo digital tipo Excel, que incorpora ocho solapas u hojas de cálculo, vinculadas e interrelacionadas en nivel ascendente de complejidad. A los fines de su desarrollo y definición se describen las ocho solapas divididas en tres conjuntos generales. El primero en relación a las *“Bases de datos y catálogos tecnológicos y económicos”*. El segundo contiene la explicación de las *“Fichas de reciclado de elementos”* (muros, cubiertas y aberturas) que corresponden a la síntesis de la información presentada en las solapas anteriores. Y por último, las *“Fichas de evaluación de unidades edilicias”* que corresponden a la integración de la información trabajada a nivel de componentes.

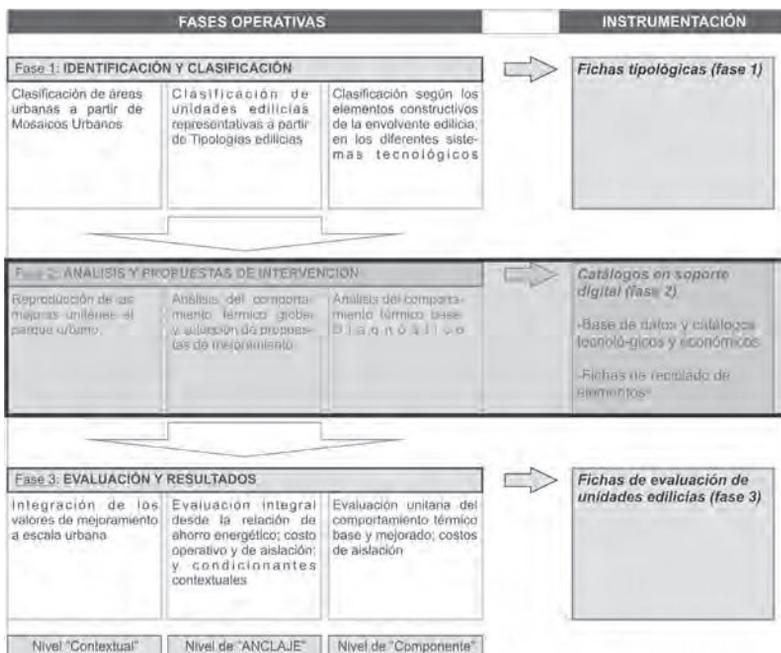


Figura 30. Fase 2 del esquema operativo de la instrumentación.

3.2.1. Catálogos en soporte digital (fase 2)

En este apartado se trabaja sobre la fase 2 de *análisis y propuestas de intervención* en relación a los catálogos en soporte digital, como se expone en la Figura 30.

3.2.1.1. Bases de datos y catálogos tecnológicos y económicos

Este punto está constituido por cuatro solapas denominadas: *Conductividades*, *Lista de precios*, *Tecnologías y precios x m2* y *Cálculos transmitancia térmica*.

- Conductividades

Esta solapa u hoja de cálculo se compone de tablas con valores de conductividad térmica (en $W/m\ ^\circ C$) y resistencia térmica (en $m^2\ ^\circ C/W$), acorde a los datos establecidos por la Norma IRAM N°11601 (2002) *“Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario”*. Los materiales incluidos son: rocas y suelos naturales, materiales para relleno de suelos desecados al aire, en forjados, etc., morteros, hormigones y yeso, ladrillos y bloques, vidrios, plásticos rígidos en planchas, metales, maderas y materiales aislantes térmicos. Además se incluyen valores de transmitancia térmica de referencia para pisos, cubiertas, ventanas y resistencias térmicas superficiales y de cámaras de aire no ventiladas.

La utilidad de contar con estas tablas reside en que, ante la selección de una tecnología, cada cálculo de transmitancia térmica puede referenciarse a dicha solapa. Por lo cual se prevé que, ante un cambio en los valores de conductividad o resistencia térmica (promovido por una actualización de la Norma IRAM, o por tomar otros valores como referencia), la totalidad de las fichas se actualizaría de forma automática.

- Lista de precios

Esta solapa contiene los precios unitarios de materiales y de mano de obra necesarios para la obtención de los costos de construcción. Por ello, contiene listados de materiales en las categorías: aislación, corralón, construcción en seco, cubiertas inclinadas, aberturas, pintura, terminaciones (revestimientos plásticos, herrería, zinguería) y listados de mano de obra correspondiente a: albañilería, constructor en seco, techista, aberturas, pintor y zingero.

Para cada uno de estos ítems se especifica su unidad de venta, la marca comercial, su precio, el proveedor, lugar y fecha de donde

se obtuvo esa información y un apartado para observaciones. A su vez se incorpora un costo por metro cuadrado de la construcción, a los fines de emplearse como referencia en la obtención de incidencias porcentuales del reciclado respecto de la construcción en su totalidad.

Los costos de la “Lista de precios” requieren de su actualización en forma periódica para lograr mayor fidelidad en los costos totales. Todos sus valores están referenciados a las fichas restantes, por lo que su modificación se refleja automáticamente en la actualización del sistema. Para este libro, los costos establecidos se obtuvieron principalmente de la publicación “*Vivienda*”⁸², que se encuentra validada en el campo de la construcción a nivel nacional; y se actualiza de manera mensual, con valores correspondientes a precios medios del mercado de nuestro contexto de aplicación.

- Tecnologías y precios por metro cuadrado

Esta solapa se constituye por fichas que contienen información sobre los materiales, técnicas constructivas y costos desagregados de cada elemento de la envolvente (muro, cubierta y aberturas). Su función es la de catalogar las diversas tecnologías y precios por metro cuadrado, tanto en la *situación original (base)* como en las *estrategias de mejoramiento*, para los análisis y evaluaciones posteriores (Anexo III: *Fichas de tecnologías y precios por metro cuadrado*).

En cuanto a las fichas correspondientes a la *situación original (base)* (Figura 31), contienen los diversos elementos tecnológico-constructivos (muro, cubierta, aberturas) reconocidos en el contexto de aplicación, con su diversidad de calidades constructivas.

Por lo tanto, las fichas de *situación original (base)* para el elemento *muro* (M) están integradas por:

82 ISSN 0505-7981.

M.1. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) REVOCADO EN AMBAS CARAS

MATERIALES EN RENDIMIENTO POR m ²						
Concepto	Cantidad x m ²	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m ²
Mampuesto 15cm (con cal y cemento) [1: 1/2: 3]						
Cal	7.30	Kg	Bolsa 25kg	0.293	36.00	\$ 10.60
Cemento	7.50	Kg	Bolsa 50kg	0.297	37.13	\$ 11.64
Arena	0.035	m ³	m ³	0.013	877.5	\$ 11.21
Ladrillo común	60.00	Unidad	Unidad	60	2.00	\$ 120.00
						\$ 155.46
Mampuesto 20cm (con cal y cemento) [1: 1/4: 3]						
Cal	13.20	Kg	Bolsa 25kg	0.528	36.00	\$ 19.07
Cemento	6.30	Kg	Bolsa 50kg	0.252	37.13	\$ 10.71
Arena	0.065	m ³	m ³	0.022	877.5	\$ 24.54
Ladrillo común	90.00	Unidad	Unidad	90	2.00	\$ 180.00
						\$ 234.42
Mampuesto 30cm (con cal y cemento) [1: 1/4: 3]						
Cal	19.10	Kg	Bolsa 25kg	0.764	36.00	\$ 27.73
Cemento	9.90	Kg	Bolsa 50kg	0.396	37.13	\$ 15.37
Arena	0.090	m ³	m ³	0.030	877.5	\$ 35.98
Ladrillo común	120.00	Unidad	Unidad	120	2.00	\$ 240.00
						\$ 319.08
Azoteado hidráulico (bajo revocado) [1: 4]						
Cemento	2.70	Kg	Bolsa 50kg	0.108	37.13	\$ 4.39
Arena	0.006	m ³	m ³	0.002	877.5	\$ 2.27
Hidráulico	0.20	Kg	Bolsa 20kg	0.100	14.13	\$ 1.43
						\$ 7.89
Revoque grueso exterior [1: 1/4: 3]						
Cal	3.60	Kg	Bolsa 25kg	0.144	36.00	\$ 5.23
Cemento	1.85	Kg	Bolsa 50kg	0.074	37.13	\$ 2.87
Arena	0.017	m ³	m ³	0.006	877.5	\$ 6.42
						\$ 14.52
Revoque grueso interior [1: 1/6: 3]						
Cal	5.57	Kg	Bolsa 25kg	0.223	36.00	\$ 8.09
Cemento	1.22	Kg	Bolsa 50kg	0.049	37.13	\$ 1.89
Arena	0.025	m ³	m ³	0.008	877.5	\$ 9.44
						\$ 19.42
Revoque fino [1: 1/8: 3]						
Cal aérea	1.60	Kg	Bolsa 25kg	0.064	36.00	\$ 4.65
Cemento	0.45	Kg	Bolsa 50kg	0.018	37.13	\$ 0.70
Arena (fina)	0.006	m ³	m ³	0.002	877.5	\$ 1.26
						\$ 6.61
Pintura interior (pintar+2 manos)						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lt	0.003	157.25	\$ 0.84
Latex interiores	0.25	lt	Balde 20lt	0.012	364.11	\$ 8.28
						\$ 9.11
Pintura exterior (pintar+2 manos)						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lt	0.003	157.25	\$ 0.84
Latex para exteriores	0.25	lt	Balde 20lt	0.012	371.00	\$ 11.39
						\$ 12.22
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR m²						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m ²
Elevación de Mampuesto ladrillo común (muro de 15cm)						
Oficial (Albañil)	0.93	h/m ²			32.88	\$ 30.12
Ayudante	0.93	h/m ²			25.63	\$ 25.50
						\$ 55.62
Elevación de Mampuesto ladrillo común (muro de 20cm)						
Oficial (Albañil)	1.30	h/m ²			32.88	\$ 42.71
Ayudante	1.30	h/m ²			25.63	\$ 36.65
						\$ 77.75
Elevación de Mampuesto ladrillo común (muro de 30cm)						
Oficial (Albañil)	1.86	h/m ²			32.88	\$ 60.25
Ayudante	1.86	h/m ²			25.63	\$ 51.00
						\$ 111.25
Azoteado hidráulico (bajo revocado)						
Oficial (Albañil)	0.25	h/m ²			38.59	\$ 9.60
Ayudante	0.11	h/m ²			27.43	\$ 3.02
						\$ 11.11
Revoque grueso exterior						
Oficial (Albañil)	0.68	h/m ²			32.88	\$ 22.03
Ayudante	0.46	h/m ²			27.43	\$ 12.61
						\$ 34.64
Revoque grueso interior						
Oficial (Albañil)	0.40	h/m ²			32.88	\$ 12.96
Ayudante	0.40	h/m ²			27.43	\$ 10.97
						\$ 23.92
Revoque fino						
Oficial (Albañil)	0.45	h/m ²			32.88	\$ 14.58
Ayudante	0.30	h/m ²			27.43	\$ 8.23
						\$ 22.80
Pintura interior						
Oficial (pinter)	0.30	h/m ²			38.00	\$ 11.40
						\$ 11.40
Pintura exterior						
Oficial (pinter)	0.45	h/m ²			38.00	\$ 17.10
						\$ 17.10

SINTESIS VALORES X M²

MURO LADRILLO COMÚN
(CERÁMICO MACIZO)
REVOCADO EN AMBAS CARAS

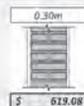
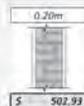
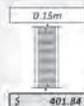


Figura 31. Ficha M.1 de elemento muro, situación original (base) (solapa de “Tecnologías y precios por metro cuadrado”)

- M.1. Muro ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras
- M.2. Muro ladrillo común (cerámico macizo) interior revocado y exterior visto
- M.3. Muro ladrillo hueco (cerámico no portante) revocado en ambas caras
- M.4. Muro ladrillo hueco portante (cerámico) revocado en ambas caras
- M.5. Muro bloque de hormigón revocado en ambas caras
- M.6. Muro doble con cámara, según combinación

Las fichas de *situación original (base)* para el elemento *cubierta* (C) están integradas por:

- C.1. Cubierta chapa ondulada (hierro galvanizado)
- C.2. Cubierta teja colonial (cerámica)
- C.3. Cubierta teja francesa (cerámica)
- C.4. Cubierta losa hormigón armado colada in situ
- C.5. Cubierta losa con viguetas y ladrillo “sapo” cerámico
- C.6. Cubierta losa con viguetas y ladrillo “sapo” de EPS
- C.7. Cubierta de losetas de Hormigón pretensado

Las fichas de *situación original (base)* para el elemento *aberturas* (A) están integradas por:

- A.1. Aberturas vidrio simple y marcos de madera
- A.2. Abertura vidrio simple y marcos de chapa
- A.3. Aberturas vidrio simple y marcos de aluminio
- A.4. Aberturas vidrio simple y marcos de PVC

A su vez, cada ficha contiene información en referencia a los *materiales* y la mano de obra *en rendimiento por m²*, concluyendo con una *síntesis de valores x m²* para cada una de las tecnologías. En cuanto al desglose de los materiales, se incluyen: cantidad x m², unidad, presentación comercial, cantidad proporcional, precio unitario y precio por m². En cuanto a la mano de obra,

se incluyen: rendimiento⁸³, unidad, precio unitario y precio por m². Estos precios mencionados son referenciados desde la solapa antes descrita, titulada “Lista de precios”, a los fines de su interrelación para las actualizaciones. Para la obtención de las cantidades y rendimientos unitarios, se establecieron a partir de los cómputos presentados en tres libros validados en el campo de la construcción en nuestro contexto: “*Cómputo y presupuesto: manual para la construcción de edificio con computación aplicada*” (Chandías, 2010), “*Manual práctico de construcción*” (Nisnovich, 2011) y la “*Enciclopedia de la construcción*” (1999).

La Figura 31 muestra como ejemplo una ficha de *situación original (base)* para el caso de “muro ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras” (M.1) (solapa de *tecnologías y precios x m2*).

En tanto a las fichas de las *estrategias de mejoramiento* (Figura 32), contienen diversas propuestas de reciclado para el mejoramiento de su comportamiento termo-energético, acorde a las aplicaciones presentes en nuestro contexto⁸⁴, las cuales podrán ser ampliadas y/o modificadas acorde al cambio tecnológico contextual o necesidades particulares.

Por lo tanto, las fichas de *estrategias de mejoramiento* para el elemento *muro* (M) están inicialmente integradas por:

- M.a. Aislación exterior con poliestireno expandido (EPS) y sistema tipo *Exterior Insulation Finished System* (EIFS)
- M.b. Aislación exterior con EPS y placas cementicias
- M.c. Aislación exterior con lana de vidrio (LV) y placas cementicias
- M.d. Aislación exterior con EPS y revestimiento de madera
- M.e. Aislación exterior con LV y revestimiento de madera

83 Por *rendimiento* de materiales y mano de obra se comprende a las proporciones o tiempos insumidos para los distintos rubros presentes.

84 Reconociendo como materiales aislantes predominantes el EPS y la lana de vidrio; postergando para próximos desarrollos otros materiales menos frecuentes en nuestro contexto tecnológico-constructivo, tales como poliuretano expandido, lanas minerales, placas de roca volcánica, entre otros.

- M.f. Aislación interior con EPS y placas de yeso
- M.g. Aislación interior con LV y placas de yeso

Las fichas de *estrategias de mejoramiento* para el elemento *cubierta* (C) están inicialmente integradas por:

- C.a. Aislación exterior con EPS bajo cubierta existente
- C.b. Aislación exterior con EPS (para chapa ondulada) y carpeta
- C.c. Aislación exterior con LV y chapa galvanizada
- C.d. Aislación exterior con EPS y ripiolita⁸⁵
- C.e. Aislación exterior con EPS y carpeta cementicia
- C.f. Aislación interior con LV y cielorraso suspendido

Las fichas de *estrategias de mejoramiento* para el elemento *aberturas* (A) están inicialmente integradas por:

- A.a. Sustitución de vidrio simple por DVH
- A.b. Colocación de cortina de enrollar exterior
- A.c. Colocación de postigos
- A.d. Colocación de carpintería en paralelo

En complemento, estas fichas incorporan una descripción del *proceso tecnológico-constructivo* pertinente a la ejecución del reciclado propiamente dicho. Además, como en el caso anterior, contienen información referida a los *materiales y mano de obra en rendimiento por m²*, como así también una *síntesis de valores x m²* para cada una de las tecnologías propuestas.

La Figura 32 muestra como ejemplo una ficha de *estrategias de mejoramiento* para muros, en la opción de “Aislación exterior con poliestireno expandido (EPS) y sistema tipo *Exterior Insulation Finished System (EIFS)*” (M.a) (solapa de *tecnologías y precios x m²*).

85 La *ripiolita* es un árido cerámico de gran ligereza. También se lo reconoce con el nombre de *arlit*, *arcilla expandida* o *leca*.

M.a. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y SISTEMA TIPO EIFS							
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO							
<p>El sistema EPS (Exterior Insulation Finished System), también conocido como SATÉ (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior), se compone por planchas de poliestireno expandido (EPS) las que se adhieren al muro exterior por medio de adhesivo (o fijaciones mecánicas) para luego pintar sobre estas una capa de base coat (mezcla de polímeros acrílicos y cemento Portland). Para darle resistencia mecánica se refuerza con una malla de fibra de vidrio que cubre toda la superficie del EPS. El acabado final se realiza con un revestimiento plástico (mezcla de BRIGOS y polímeros con color incorporado) cubriendo toda la superficie del mismo, o se puede recurrir a una pintura exterior.</p> <p>En cuanto a su proceso de ejecución: se extiende con llana metálica el material adhesivo (pegamento para cerámicos o revogue adhesivo tipo Weber) sobre la pared y el reverso de la placa de EPS, ranurando con la parte dentada, se apoya la placa y se presiona en toda la superficie hasta aplastar los surcos del adhesivo; se da una primera mano de material con llana metálica sobre el EPS, en un espesor aproximado de 1 a 2 mm; se deja arear y finalmente se coloca la malla de fibra de vidrio la cual previene la formación de grietas, fisuras y microfisuras causadas por el movimiento de asentamiento de los materiales, generando una superposición de 10cm en los extremos; para garantizar la continuidad del refuerzo; y se aplica con llana metálica otra capa de material con un espesor tal que cubra la malla por completo. De aquí se debe optar por un revestimiento plástico colorado a llana o proyectado, o se puede pintar sobre la última capa de base coat, la cual debe ser debidamente aliada.</p>							
Observaciones:							
Los valores de permeabilidad al vapor de agua del basecoat son inferiores a los de las barreras de vapor tradicionales. Por lo que se recomienda una buena terminación en los acabados a los fines de reducir el riesgo de condensación intersticial.							
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M²							
Concepto	Cantidad x m ²	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m ²	
Placas de EPS							
EPS 2cm (15 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 27.28	\$ 28.50	
EPS 3cm (15 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 32.65	\$ 34.28	
EPS 4cm (15 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 50.98	\$ 53.00	
EPS 5cm (15 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 64.10	\$ 66.28	
EPS 6cm (15 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 73.72	\$ 75.51	
EPS 2cm (20 kg/m³)							
EPS 2cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 35.60	\$ 35.28	
EPS 3cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 50.00	\$ 52.92	
EPS 4cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 67.00	\$ 70.56	
EPS 5cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 84.00	\$ 88.20	
EPS 6cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 100.00	\$ 105.84	
EPS 2cm (30 kg/m³)							
EPS 2cm (30 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 49.00	\$ 52.08	
EPS 3cm (30 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 64.00	\$ 68.12	
EPS 4cm (30 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 80.00	\$ 104.16	
EPS 5cm (30 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 120.00	\$ 130.20	
EPS 6cm (30 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.050	\$ 148.00	\$ 156.24	
Sistema EIFS (Exterior Insulation Finished System)							
Adhesivo de placa EPS (tipo cerámico)	4.00	Kg	Bolsa 30Kg	3.811	\$ 113.67	\$ 15.02	
Basecoat	2.00	Kg	Bolsa 30Kg	1.906	\$ 79.09	\$ 48.40	
Malla de fibra de vidrio (90gr)	1.05	Kg	Rollo 50x2	0.212	\$ 65.00	\$ 12.71	
Basecoat	2.00	Kg	Bolsa 30Kg	0.980	\$ 75.00	\$ 48.40	
						\$ 124.53	
Revestimiento							
Revestimiento plástico texturado	2.00	Kg	Balón 30kg	0.980	\$ 63.00	\$ 62.33	
						\$ 62.33	
Pintura exterior (fondo+2 manos)							
Fijador al agua	0.03	lt	Balón 20lt	0.006	\$ 57.73	\$ 0.84	
Látex para exteriores	0.25	lt	Balón 20lt	0.025	\$ 44.00	\$ 11.39	
						\$ 12.22	
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M²							
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m ²	
EIFS							
Oficial (Albañil)	0.47	h/m ²			\$ 28.59	\$ 15.22	
Ayudante	0.47	h/m ²			\$ 27.42	\$ 12.89	
						\$ 28.31	
Revestimiento plástico							
Oficial (Albañil)	0.35	h/m ²			\$ 32.59	\$ 11.34	
Ayudante	0.13	h/m ²			\$ 27.42	\$ 3.56	
						\$ 14.90	
Pintura exterior							
Oficial (pintor)	0.45	h/m ²			\$ 38.00	\$ 17.10	
						\$ 17.10	
SINTESIS VALORES X M²							
			2cm	3cm	4cm	5cm	6cm
 AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS SISTEMA TIPO EIFS, Y REVESTIMIENTO PLÁSTICO	15 kg/m ³	\$ 256.47	\$ 269.63	\$ 282.88	\$ 296.13	\$ 309.38	
	20 kg/m ³	\$ 265.25	\$ 282.79	\$ 300.43	\$ 318.07	\$ 335.71	
	30 kg/m ³	\$ 281.95	\$ 307.99	\$ 334.03	\$ 360.07	\$ 386.11	
SINTESIS VALORES X M²							
			2cm	3cm	4cm	5cm	6cm
 AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS, SISTEMA TIPO EIFS, Y PINTURA EXTERIOR	15 kg/m ³	\$ 208.47	\$ 221.72	\$ 234.97	\$ 248.22	\$ 261.47	
	20 kg/m ³	\$ 217.25	\$ 234.89	\$ 252.53	\$ 270.17	\$ 287.81	
	30 kg/m ³	\$ 234.05	\$ 260.09	\$ 286.13	\$ 312.17	\$ 338.21	

Figura 32. Ficha M.a de muro, estrategias de mejoramiento (solapa de “Tecnologías y precios por metro cuadrado”).

- Cálculos transmitancia térmica

Esta solapa calcula las transmitancias térmicas (K) de la situación original y mejorada de los elementos de las envolventes edilicias en nuestro contexto. Además, incorpora cuestiones de costos unitarios y de interrelación entre consumo energético y costos económicos. Su objetivo es el de obtener estos valores en cada tecnología seleccionada, para ser referenciados en las solapas de las fichas (síntesis) de reciclado de cada elemento, que se desarrollan en el punto siguiente.

En cuanto a su configuración general, primero se presentan los cuadros de los valores máximos admisibles de transmitancia térmica en cerramientos opacos (IRAM N°11605, 1996) para la ciudad de La Plata (temperatura de diseño -2.5°C según IRAM N°11603 (2012)) (Tabla 8) y para cerramientos vidriados (IRAM N°11507-4, 2010) (Tabla 9). Estos valores son referenciados a las planillas individuales de cálculo de transmitancia térmica para una clasificación de calidad termo-energética según nivel A, B o C (IRAM N°11605, 1996), con lo cual se prevé la actualización automática en caso de modificación de los rangos propios de cada nivel (los que dependen de la temperatura de diseño, que puede variar por actualización de la Norma⁸⁶ o si se trabaja en otra área de aplicación).

K adm. máx.	INVIERNO [W/(m ² C)]		VERANO [W/(m ² C)]		Grados de confort higrotérmico
	Muros	Cubierta	Muros	Cubierta	
Nivel A	0.34	0.30	0.50	0.19	Recomendado
Nivel B	0.93	0.76	1.25	0.48	Medio
Nivel C	1.63	1	2	0.76	Mínimo
No clasifica	K > 1.63	K > 1	K > 2	K > 0.76	No cumple

Tabla 8. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica en cerramientos opacos para La Plata.

86 Tal es el caso de la actualización del 2012 de la Norma IRAM N°11603, en la que la temperatura de diseño para la ciudad de La Plata, que estaba por encima de los 0°C , pasó a ser -2.5°C ; modificando los rangos para la calidad térmica de los muros.

Categoría de aislación	Transmitancia térmica K [W/(m ² °C)]
K1	$K < 1.0$
K2	$1.0 \leq K \leq 1.5$
K3	$1.5 < K \leq 2.0$
K4	$2.0 < K \leq 3.0$
K5	$3.0 < K \leq 4.0$
No clasificable	$K > 4.0$

Tabla 9. Valores máximos admisibles de transmitancia térmica en cerramientos vidriados para La Plata.

La disposición gráfica se desarrolla como fichas o tablas individuales para cada elemento de la envolvente con cada tecnología, dispuestas una por una en su *situación original* y continuadas por cada una de las *estrategias de mejoramiento* planteadas. A modo de ejemplo se expone en la Figura 33 un recorte de las tablas correspondientes al elemento muro en tecnología de “ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras” para espesores de 0.15, 0.20 y 0.30 m. Y en las siguientes figuras se exhibe la tabla correspondiente a la “*situación original (base)*” para el muro de 0.30 m (Figura 34) y una opción de “*estrategias de mejoramiento*” (Figura 35).



Figura 33. Solapa “Calculo transmitancia térmica”.

SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)	Muro 20cm. Ladrillo cerámico macizo revocado en ambas caras				
	Material	Espesor [m]	Cond.Term. [W/m °C]	Resist.Term. [m ² °C/W]	Costo Base [\$/m ²]
	Resist. Sup. Int.			0.130	
	Revoque interior	0.020	0.930	0.022	
	Ladrillo macizo	0.190	0.910	0.209	
	Azotado Hidrófugo	0.005	1.130	0.004	
	Revoque exterior	0.020	1.160	0.017	
	Resist. Sup. Ext.			0.040	\$ 462.99
R total			0.422		
K calculado [W/m² °C]				2.370	
K admisible max. (RAM N° 11605) INTERNO				No clasifica	
K admisible max. (RAM N° 11605) EXTERNO				No clasifica	

Figura 34. Tabla de tecnología “ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras” espesor 0.30m, situación original (base), en solapa “Calculo transmitancia térmica”.

Muro 20cm. Ladrillo cerámico macizo revocado en ambas caras					
Material	Espesor [m]	Cond.Term. [W/m °C]	Resist.Term. [m ² °C/W]	Costo Base [\$/m ²]	Mejoram. [\$/m ²]
Resist. Sup. Int.			0.130		
Revoque interior	0.020	0.930	0.022		
Ladrillo macizo	0.190	0.910	0.209		
Azotado Hidrófugo	0.005	1.130	0.004		
Revoque exterior	0.020	1.160	0.017		
Resist. Sup. Ext.			0.040	\$ 462.99	
Pegamento cementicio	0.005	1.130	0.004		
EPS (20 Kg/m ³)	0.030	0.035	0.857		
Revestimiento plástico	0.005	0.700	0.007		
R total			1.291		
K calculado [W/m² °C]				0.775	
K admisible max. (RAM N° 11605) INTERNO				Nivel B	
K admisible max. (RAM N° 11605) EXTERNO				Nivel B	
Ahorro energético respecto del consumo base				67.31%	
Incidencia económica de la mejora respecto del costo total de construcción €/m ²					4.00%
				I _e = 6.395	W/m ² °C

Figura 35. Tabla de tecnología “ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras” espesor 0.30m, estrategias de mejoramiento, en solapa “Calculo transmitancia térmica”.

Cada tabla cuenta con: los materiales correspondientes a cada tecnología, incluyendo las resistencias superficiales interior y exterior, los espesores de cada capa, los valores de conductividad térmica (referenciados de la solapa “Conductividades”) que son combinados con los espesores para la obtención de la resistencia térmica de cada capa para luego obtener la resistencia térmica total. Con ello se obtiene el valor de transmitancia térmica total (K) de cada elemento en cuestión (Figura 35). A partir de este valor, y en relación a las tablas de valores máximos admisibles de transmitancia térmica, se obtiene en forma automática una clasificación de calidad termo-energética de acuerdo a los niveles antes mencionados según la Norma IRAM (Nivel A, B o C), tanto para la condición de invierno como de verano⁸⁷. A su vez, se incorpora un valor de ahorro energético porcentual respecto del consumo unitario (por m²) propio de la situación original (base), a los fines de contribuir en los análisis comparativos posteriores.

En cuanto a los costos económicos, se expone el precio unitario de cada situación original y el precio unitario de cada estrategia de mejoramiento aplicada (ubicados en las dos últimas columnas de la Figura 35), ambos referenciados desde las fichas de la solapa “Tecnologías y precios x m²”, previamente expuesta. También se presenta un valor de incidencia porcentual del costo de cada estrategia de mejoramiento respecto del costo de la construcción x m² (referenciado de la solapa “Lista de precios”), a los efectos de registrar la participación económica que constituye el reciclado en el costo total por m² de cada unidad edilicia residencial.

Por último, se compara el ahorro energético (obtenido como la diferencia entre el valor de la situación original respecto de la mejorada) y el costo económico invertido para la aplicación de la estrategia de reciclado (establecido como el “costo inicial de inversión”), a través del valor del índice de eficiencia energético-

87 Adoptando como requerimiento mínimo el cumplimiento del Nivel B en su condición más desfavorable, lo cual significa para el elemento muro el cumplimiento del valor de K máximo admisible para condición de invierno y para el elemento cubierta el cumplimiento del valor de K máximo admisible para verano. Los cerramientos vidriados no presentan diferencia por estación según la norma.

económico (I_E). Este valor es posteriormente referenciado en las fichas síntesis de cada elemento de la envolvente, reconociendo su utilidad como herramienta de análisis de eficiencias (costo-beneficio) en la comparación de estrategias de mejoramiento tecnológico-constructivo.

3.2.1.2. Fichas de reciclado de elementos

En este punto se desarrollan las solapas restantes a la fase 2 de *análisis y propuestas de intervención*, a través de fichas individuales para cada elemento de la envolvente edilicia residencial (Muros, Cubiertas y Aberturas). Estas fichas sintetizan la información de características tecnológico-constructivas, calidades termo-energéticas y variables económicas, obtenidas en las solapas anteriormente descriptas. Su fin es el de simplificar la preselección de propuestas de mejoramiento, en vistas a una aplicación sistemática y masiva.

- Fichas MUROS, Fichas CUBIERTAS y Fichas ABERTURAS

Este grupo se compone de tres solapas u hojas de cálculo, correspondiendo cada una de ellas a un elemento de la envolvente edilicia: fichas MUROS, fichas CUBIERTAS y fichas ABERTURAS.

Cada solapa se constituye como un catálogo para cada elemento, vinculando las distintas fichas pertinentes a la diversidad tecnológico-constructiva de la *situación original (base)* y de las *estrategias de mejoramiento*. Así, tanto en la parte correspondiente a la situación original como en las estrategias de mejoramiento, se incluyen todas las tecnologías presentes en el contexto de aplicación (descriptas en el punto anterior, en la solapa “Tecnologías y precios x m²”), mediante etiquetas desplegadas de formato digital tipo Excel. A modo ilustrativo, se expone un ejemplo de la solapa “Fichas MUROS” para la situación original

SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)		ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO	
M.1. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) REVOCADO EN AMBAS CARAS Descripción de la condición material base: <ul style="list-style-type: none"> Revoque interior grueso y fino a la cal Ladrillo cerámico macizo (12x5x24cm aprox.) Azotado hidrófugo Revoque exterior grueso y fino a la cal 		Descripción de la opción de mejoramiento: <ul style="list-style-type: none"> EPS de 20 kg/m³ adherido desde el exterior con pegamento cementicio; Malla de fibra de vidrio adherida con pegamento basecoat; Terminación de revoque plástico texturado. 	
M.1. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) REVOCADO EN AMBAS CARAS K= 2.90 W/m ² °C 		Muro de 0.15m K= 1.078 W/m ² °C K= 0.824 W/m ² °C K= 0.667 W/m ² °C K= 0.560 W/m ² °C K= 0.483 W/m ² °C	
Muro de 0.20m K= 2.37 W/m ² °C 		Muro de 0.20m K= 0.995 W/m ² °C K= 0.775 W/m ² °C K= 0.634 W/m ² °C K= 0.537 W/m ² °C K= 0.466 W/m ² °C	
Muro de 0.30m K= 2.05 W/m ² °C 		Muro de 0.30m K= 0.934 W/m ² °C K= 0.737 W/m ² °C K= 0.609 W/m ² °C K= 0.519 W/m ² °C K= 0.452 W/m ² °C	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	
		La colocación exterior del EPS y revestimiento requiere de superficies lisas, dificultándose su ejecución en los ángulos y encuentros. El pegamento actúa como barrera de vapor.	
<ul style="list-style-type: none"> • Opción con EPS de 20 kg/m³ y pintura latex exterior • Opción con EPS de 15 kg/m³ y pintura latex exterior • Opción con EPS de 30 kg/m³ y pintura latex exterior 		<ul style="list-style-type: none"> • Opción con EPS de 30 kg/m³ y terminación exterior de revoque plástico • Opción con EPS de 15 kg/m³ y terminación exterior de revoque plástico • Opción con EPS de 20 kg/m³ y terminación exterior de revoque plástico 	
M.2. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO M.3. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.4. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO) PORTANTE (CERÁMICO) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.5. MURO BLOQUE DE HORMIGÓN REVOCADO EN AMBAS CARAS M.6. MURO DOBLE CON CÁMARA, SEGÚN COMBINACIÓN		M.2. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO M.3. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.4. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO) PORTANTE (CERÁMICO) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.5. MURO BLOQUE DE HORMIGÓN REVOCADO EN AMBAS CARAS M.6. MURO DOBLE CON CÁMARA, SEGÚN COMBINACIÓN	
M.7. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA M.8. AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y PLACAS DE YESO		M.7. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA M.8. AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y PLACAS DE YESO	
M.9. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS M.10. AISLACIÓN EXTERIOR CON LANA DE VIDRIO (LV) Y PLACAS CEMENTICIAS M.11. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS		M.9. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS M.10. AISLACIÓN EXTERIOR CON LANA DE VIDRIO (LV) Y PLACAS CEMENTICIAS M.11. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS	
M.12. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO M.13. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.14. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO) PORTANTE (CERÁMICO) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.15. MURO BLOQUE DE HORMIGÓN REVOCADO EN AMBAS CARAS M.16. MURO DOBLE CON CÁMARA, SEGÚN COMBINACIÓN		M.12. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MAZCO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO M.13. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.14. MURO LABRILLO HUECO (CERÁMICO) PORTANTE (CERÁMICO) REVOCADO EN AMBAS CARAS M.15. MURO BLOQUE DE HORMIGÓN REVOCADO EN AMBAS CARAS M.16. MURO DOBLE CON CÁMARA, SEGÚN COMBINACIÓN	

Figura 36. Ficha de reciclado de elemento MURO, opción de situación original M.1 y opción de mejoramiento M.a.

M.1. Muro ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras; y la estrategia de mejoramiento M.a. Aislación exterior con EPS y sistema tipo EIFS (Figura 36).

La Figura 36 sintetiza la información que contiene cada parte.

-La *situación original (base)* contiene una descripción tecnológico-constructiva general, obtenida previamente desde el estudio de las tipologías representativas de la ciudad de La Plata. Se trabaja en los diferentes espesores presentes, los cuales son analizados desde sus características termo-energéticas, exponiendo los valores de transmitancia térmica (referenciados desde la solapa “*Cálculos transmitancia térmica*”) y clasificando sus calidades acorde a la Norma IRAM N°11605 (1996) mediante sus rangos de valores máximos admisibles. A su vez, se cuenta con un apartado para apuntar “observaciones” de diversa naturaleza.

-Las *estrategias de mejoramiento* desarrolladas y propuestas es este trabajo contienen, al igual que en la situación original, una descripción tecnológico-constructiva general. También se trabaja en los diferentes espesores viables tecnológicamente, exponiendo sus valores de transmitancia térmica para las diversas opciones de aislación (referenciados desde la solapa “*Cálculos transmitancia térmica*”) y clasificándolos según los mismos rangos de valores máximos admisibles. Además se incorporan los Costos Iniciales de Inversión (CII) por m², (referenciados de la solapa “*Tecnologías y precios x m²*”), complementando la información con el valor del “índice de eficiencia energético-económico” para cada uno de los casos. Por último, al igual que en el anterior, se cuenta con un apartado para observaciones varias. En el Anexo IV (“*Fichas de reciclado de elementos*”) se muestran detalladamente las fichas de referencia.

3.2.2. Fichas de evaluación de unidades edilicias

Finalmente se presenta la instrumentación correspondiente a la fase 3 de *evaluación y resultados* (Figura 37), la cual se desarrolla

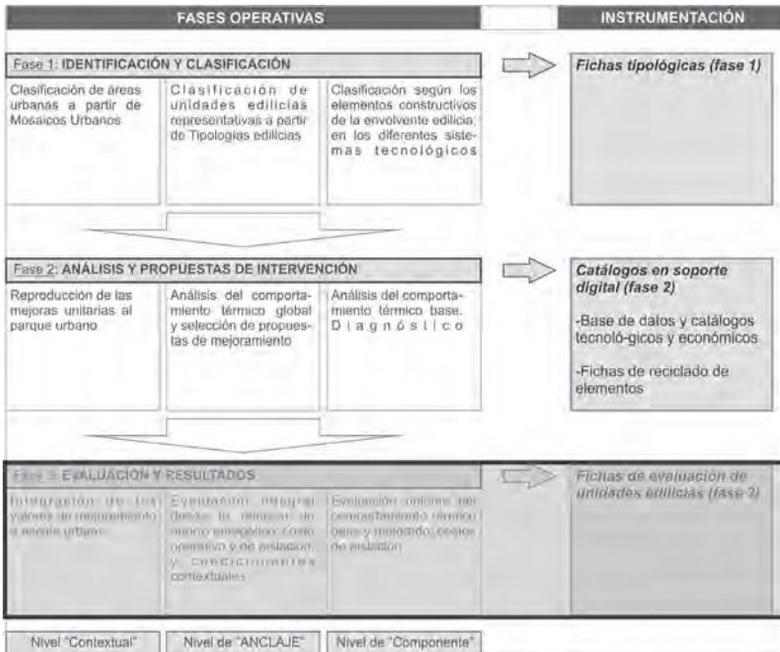


Figura 37. Fase 3 del esquema operativo de la instrumentación.

en la solapa denomina “UNIDAD EDILICIA”. Esta integra las distintas mejoras previamente seleccionadas para cada elemento tecnológico-constructivo de la envolvente (muros, cubierta y aberturas) permitiendo obtener resultados globales de carácter energético y económico.

Esta solapa u hoja de cálculo se constituye desde el nivel de anclaje (unidad edilicia), como una síntesis que integra los análisis, cálculos y selecciones realizadas previamente a nivel sub-unitario, o sea, en el desglose de los elementos constitutivos de cada tipología edilicia. Por consiguiente, la carga de esta solapa corresponde a la instancia final para la selección de las estrategias de reciclado para cada caso concreto. A tal fin, se presenta una ficha a modo de ejemplo (Figura 38), la cual cuenta con cuadros que deben ser cargados con los datos característicos acorde a la unidad edilicia de aplicación.

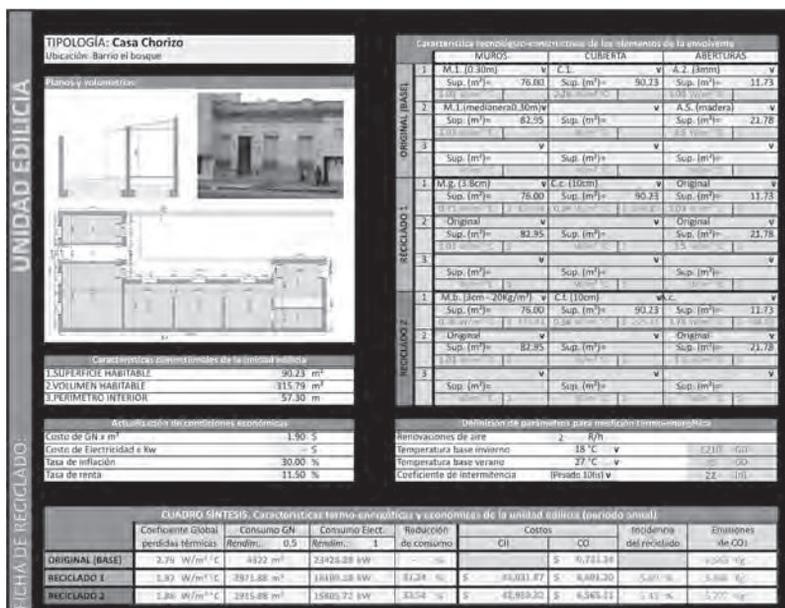


Figura 38. Ficha ejemplo de unidad edilicia.

Cada ficha sintetiza información relacionada con: i. las características de la unidad edilicia en sí; ii. las características de los elementos de la envolvente; iii. las condiciones económicas y termo-energéticas establecidas; y iv. La síntesis de los resultados obtenidos.

El cuadro correspondiente a las características de la unidad edilicia se constituye por los cuadros denominados “*planos y volumetrías*” y “*Características dimensionales de la unidad edilicia*”, que se cargan con los datos requeridos en los casilleros resaltados (además de la planimetría, se hace referencia a la superficie habitable o superficie interior, el volumen habitable o volumen interior y el perímetro de la vivienda en contacto con el suelo). Estos valores son necesarios para establecer los cálculos de consumo energético global, expuestos en el cuadro *síntesis* de resultados termo-energéticos y económicos.

El cuadro titulado “*Características tecnológico-constructivas de los elementos de la envolvente*” debe ser cargado con los datos requeridos en los casilleros resaltados tanto para la situación original como para las propuestas de reciclado. Estos datos se corresponden con las tecnologías analizadas previamente, que se seleccionan según menús desplegables que referencian los datos de transmitancia térmica y costo por m² calculados en las solapas ya descritas. A su vez, también se requiere de la carga específica de las distintas áreas o superficies expuestas de la envolvente exterior, en sus diversas calidades tecnológico-constructivas. Así, se debe completar cada campo de color correspondiente con la superficie de los muros, cubiertas y aberturas, desagregando por tecnología, espesores o condición de borde⁸⁸. Estos valores también se requieren para los cálculos del comportamiento energético global.

El siguiente cuadro corresponde a la “*actualización de condiciones económicas*” y “*definición de parámetros para medición termoenergética*”, en referencia a los valores necesarios para los cálculos económicos y energéticos en el momento específico en que se realiza el análisis. Los datos requeridos para el primer cuadro son el costo del m³ de gas natural y el kW de electricidad (obtenido del ente proveedor, pudiendo variar en precio según los supuestos que se establezcan para el análisis⁸⁹), una tasa de inflación (o aumento anual del costo) que afecta al CO, y una tasa de renta que afecta al CII (considerando un interés que produciría el dinero utilizado para el reciclado en caso de ser invertido de otra manera⁹⁰). Los datos requeridos para el segundo cuadro son las renovaciones de aire horarias, la temperatura base establecida para invierno y verano (seleccionada a partir de una celda

88 Un ejemplo representativo es el de los muros medianeros respecto del resto de los muros. Otro ejemplo es el caso de muros exteriores de 0.20 y de 0.30 m de espesor. O cubiertas mixtas, de losa y de chapa inclinada.

89 Algunos supuestos pueden ser: costo de la energía con subsidio, costo sin subsidio, costo medio con y sin subsidio, considerar el costo como gas envasado, considerar el costo internacional de la energía, entre otros.

90 El valor mínimo utilizado es el porcentual de interés que otorga el Banco de la Nación Argentina para un plazo fijo anual.

desplegable que se enlaza con los grados día correspondientes) y el coeficiente de intermitencia⁹¹ (seleccionado a partir de una celda desplegable que se enlaza con el valor de “n” correspondiente a cada tecnología).

El último cuadro constituye una síntesis de los resultados termo-energéticos y económicos de la unidad edilicia en un período de un año. Este incluye, tanto para la situación original como para las propuestas de reciclado, el *coeficiente global de pérdidas térmicas*, el *consumo energético* (tanto de gas natural como de electricidad), una estimación porcentual de *reducción de consumo*, los *costos operativos* (CO) anuales (según los valores previamente calculados), los *costos iniciales de inversión* (CII) (a partir del costo por metro cuadrado de la estrategia seleccionada y las superficies a reciclar) y con estos datos se establece la *incidencia* porcentual del costo del reciclado respecto del costo total de la construcción. Paralelamente, se estiman valores de emisiones de dióxido de carbono (CO₂) en relación al consumo de GN.

Respecto de este último cuadro “síntesis”, se recuerda que sus cálculos de consumo energético se realizan según lo establecido por Norma IRAM, acorde a los requerimientos exigidos en el marco de la Ley N°13059 de la Provincia de Buenos Aires, por los motivos fundamentados en los capítulos anteriores. De todas formas, se reconoce como un punto desfavorable el hecho de que este método sólo considera las pérdidas energéticas para establecer los consumos. A los efectos de saldar esta situación a futuro, se referencia como antecedente a tener presente el trabajo del físico Jorge Guerrero (1983)⁹² iniciado desde el programa CESAD (IAS/FABA, 1979a). Dentro de sus estudios y desarrollos se plantea una alternativa viable en el marco de un modelo estacionario, en base

91 “Coeficiente de intermitencia”: corresponde a la relación entre las horas de insumo de calefacción diarias y la tecnología constructiva de la envolvente edilicia (pesada, semipesada y liviana).

92 Guerrero, Jorge et al. (1983). “Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda”. Informe final. Instituto de Arquitectura Solar, Fundación para la investigación y el progreso energético. SSDUV – Convenio N° 166/82. La Plata, 1983.

a una instrumentación denominada “Modelo Energético” (IAS/FABA, 1979b) que incorpora de forma ágil y veloz la ganancia solar directa (GAD). En la investigación titulada “*Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda*” también se tabularon valores de GAD en Mj/m² en condición de verano e invierno para nuestro contexto de aplicación para ventanas con vidrio simple y DVH, con distintas opciones de protecciones móviles, en todas las orientaciones posibles. A partir de ello se pueden obtener valores de ganancia solar según las superficies vidriadas⁹³, siendo fácilmente analizable y replicable para la aplicación masiva.

En el Anexo V (“*Fichas de unidades edilicias*”) se muestran las fichas de referencia para las unidades edilicias y en el Anexo VIII (“*Instrumentación en archivo digital tipo Excel*”) se presenta el archivo con las ocho solapas, más un video tutorial que exhibe las partes y el manejo de esta instrumentación digital.

Como último punto, desarrollamos las instrumentaciones para la integración energético-económica, en sus distintos niveles de abordaje.

3.2.3. El análisis de integración energético-económico como herramienta de selección

Para comparar las alternativas de mejora tecnológico-constructiva se requiere relacionar el ahorro energético potencial y los costos monetarios pertinentes a tal fin ($\Delta E / \Delta \$$), como condición intrínseca e inseparable de análisis; comprendiendo que cada valor carece de sentido si se lo estudia de forma aislada (como un “beneficio” pierde sentido si no es analizado a partir de su “costo”). Por tal motivo es que incorporamos herramientas ágiles

93 Este método fue empleado por la Dra. Irene Martini para su tesis doctoral titulada “*Diagnóstico y mejoramiento de los procesos de gestión edilicia energética productiva en la red de salud*”. Doctorado en Ciencias - Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, UNSa. 2010.

de comparación y preselección en el análisis “costo-beneficio” para las diversas opciones de reciclado.

Esta relación de análisis entre ahorros energéticos y costos monetarios debe ser aplicada en los distintos niveles de abordaje, debiendo reconocerse qué es lo que constituye el “ahorro energético” (ΔE) y el “costo monetario” ($\Delta \$$) para cada nivel. A continuación se desarrollan las herramientas específicas para los elementos tecnológico-constructivos (nivel de componente), las unidades edilicias (nivel de anclaje) y las áreas urbanas (nivel contextual).

3.2.3.1. Herramienta para los elementos tecnológico-constructivos

Para este nivel de abordaje, referido a los elementos tecnológico-constructivos de la envolvente edilicia, se emplea el índice de eficiencia energético-económico (I_E) (Rodríguez et al., 2012b), presentado en el Capítulo 2, cuya expresión inicial planteada incluye el flujo de energía durante una hora en un metro cuadrado, para una variación de temperatura de 1°C , en relación al costo en pesos argentinos⁹⁴:

$$I_E = (K_o - K_i) / CII \quad (6)$$

Donde

I_E : es el índice de eficiencia energético-económico, en $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C } \$)$;

K_o : es el valor de transmitancia térmica de la situación original, en $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$;

K_i : es el valor de transmitancia térmica de la opción tecnológico-constructiva adoptada, en $\text{W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$;

94 A su vez, los valores obtenidos mediante esta fórmula pueden ser normalizados en un rango entre 0 y 1, a los fines de facilitar la comparación y elección de las distintas propuestas tecnológico-constructivas.

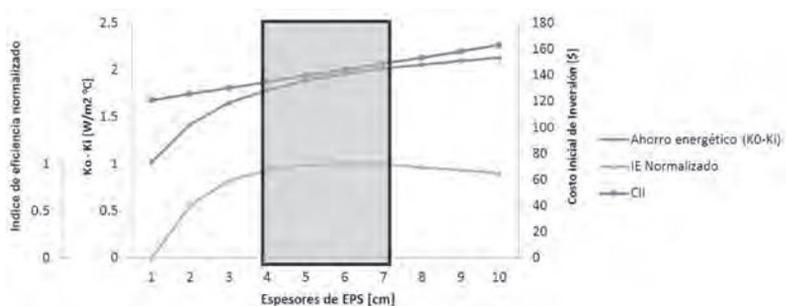


Figura 40. Índice de eficiencia energético-económico (IE) y su relación con los valores de ahorro energético ($K_o - K_i$) y el costo inicial de la inversión (CI).

Para ampliar la descripción de este instrumento se recurre a un ejemplo, trabajando nuevamente con el elemento “muro” en espesor de 0.20 m, en la tecnología de ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras, el cual es reciclado con la estrategia de aislación exterior con EPS y sistema tipo EIFS (Figura 36), aplicando espesores de EPS de 1 a 10 cm. La Figura 40 presenta en el eje de las ordenadas los valores del índice de eficiencia normalizados entre 0 y 1, los valores de ahorro energético (expresados como la diferencia $K_o - K_i$) y los costos iniciales de inversión (en pesos argentinos), mientras que el eje de las abscisas contiene el incremento en los espesores de EPS. En este caso se puede observar que los valores óptimos se ubican aproximadamente entre los 4 cm y los 7 cm. Dicha visualización permite establecer rangos fundamentados de intervención, estableciendo con mayor precisión las consecuencias energéticas y económicas de las tecnologías seleccionadas.

Como complemento, se analiza el comportamiento de esta tecnología en un tiempo determinado de 40 años, con lo cual se incorpora a la ecuación los costos operativos. A modo ilustrativo, se plantea analizar el costo acumulado (costo inicial de inversión + costo operativo) de manera lineal (sin considerar el incremento según valores de inflación) para la evaluación de las propuestas de mejoramiento del elemento “muro” antes presentada, en los

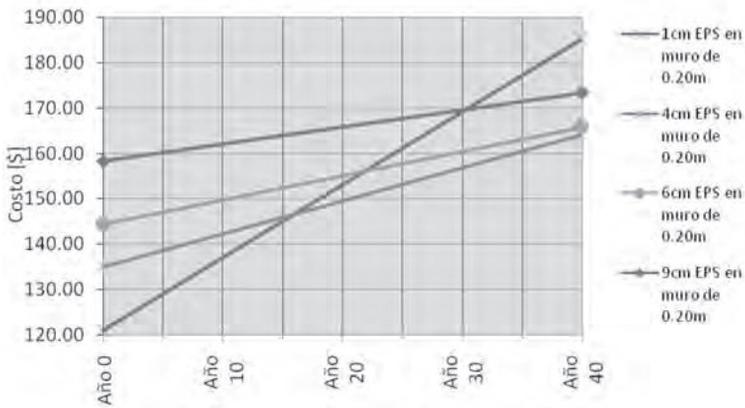


Figura 41. Curvas de costos en función del tiempo para opciones tecnológico-constructivas del elemento MURO por m².

espesores de 1 cm, 4 cm, 6 cm y 9 cm de EPS (cuyos valores de I_E normalizados son de 0.00, 0.94, 1.00 y 0.94 respectivamente) (Figura 41). Los criterios para su elección se deben a:

- 1 cm, para corroborar que el valor 0.00 del I_E manifiesta el caso más desfavorable dentro de las opciones propuestas, pero igualmente representa una mejora frente a la condición original;
- 4 y 9 cm, por ser valores iguales de I_E (0.94), próximos al más favorable, lo cual nos permite comparar ventajas y desventajas de uno sobre el otro; como así también sus diferencias frente al óptimo.
- 6 cm, por ser el mayor valor posible ($I_E = 1.00$).

La Figura 41 muestra que un mayor costo inicial de inversión no siempre representa un mayor beneficio económico. En este caso, se puede observar que para un tiempo establecido en 40 años la opción que presenta un mayor ahorro unitario es la de 4 cm de EPS, tecnología presente en un rango medio de costo inicial.

Por lo tanto, si bien la opción que presenta el valor más alto del índice es la de 6cm de EPS ($I_E = 1$), la opción de 4 cm ($I_E = 0.94$) es altamente eficiente desde la relación $\Delta E / \Delta \$$, presentando como ventaja adicional un menor espesor que simplifica su aplicación constructiva. En el caso de la opción de 9 cm de EPS ($I_E = 0.94$), si bien el valor del índice coincide con el espesor de 4 cm, advertimos que los costos son más altos.

A partir del análisis de las alternativas tecnológicas de mejoramiento en el nivel de componente, se plantea trabajar desde la integración de las mejoras en cada elemento hacia una evaluación global de la unidad edilicia, como nivel de anclaje.

3.2.3.2. Herramienta para las unidades edilicias

Como complemento del nivel de análisis anterior, en este nivel de anclaje se analiza el comportamiento de las tipologías en abordaje global incorporando en el cálculo de sus cargas térmicas la relación de las superficies de la envolvente con el volumen del edificio, como así también las pérdidas por infiltración de aire. A su vez, la variable “tiempo” es rectora en los análisis de comportamientos termo-energéticos y económicos.

En cuanto a la herramienta de análisis energético-económico, se emplean gráficos de curvas comparando la situación original (base) respecto de la mejorada. Las ordenadas se corresponden con la sumatoria de los costos iniciales de inversión (CII) y los costos operativos (CO), y las abscisas corresponden al tiempo pautado en años. Así como en los casos anteriores, estos gráficos de curvas se actualizan de manera automática conforme se modifican los valores en la ficha correspondiente.

De esta manera en la unidad edilicia en el nivel de anclaje el ahorro energético (ΔE) se determina simplemente como la carga térmica anual, multiplicada por el tiempo medido en años (donde la opción reciclada consume menos que la situación original). Por otra parte, el costo monetario ($\Delta \$$) para la situación base se calcula como el costo operativo en función del tiempo ($t \text{ CO}_{ot}$) y para las opciones recicladas se calcula como el costo inicial de la inversión sumado al costo operativo mejorado en función del tiempo ($\text{CII} + t \text{ CO}_{it}$). Para ilustrar estos conceptos desde una nomenclatura matemática, se utiliza la siguiente expresión:

$$I_{EG} = t (Q_o - Q_i) / [t \text{ CO}_{ot} - (\text{CII} + t \text{ CO}_{it})] \quad (7)$$

Donde:

I_{EG} : es el índice de eficiencia energético-económico global, en kW/ (h \$);

t : es el tiempo (años), expresado sin unidad;

Q_o : es la carga térmica anual para el estado base, en kW/h;

Q_i : es la carga térmica anual para la situación mejorada, en kW/h;

CO_{ot} : es el Costo Operativo de consumo de combustible del estado base, en \$;

CO_{it} : es el Costo Operativo de consumo de combustible de la situación mejorada, en \$;

CII : es el Costo Inicial de Inversión para la aplicación de las mejoras tecnológico-constructivas, en \$.

La expresión (7) es una aproximación al comportamiento energético-económico a nivel global. Para obtener una mayor precisión en el cálculo en relación a las condiciones de nuestro contexto actual, se deberían incorporar variaciones en los costos en función del tiempo. Por ello es que se propone la inclusión de una tasa de inflación (i), anual y constante, para los costos operativos (CO); y una tasa de renta (r), anual y constante, para el costo inicial de inversión (CII). Si se agregan estas variaciones a la expresión matemática, se obtiene:

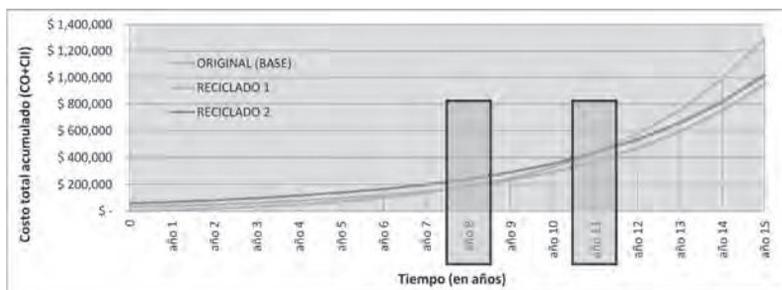


Figura 42. Gráfico de curvas para el análisis energético-económico en unidades edilicias.

$$I_{EG} = t (Q_v - Q_i) / [CO_{0t} (1 + i)^j - (CII (1 + r)^t + CO_{it} (1 + i)^j)] \quad (8)$$

Donde:

i: es la tasa de aumento anual del costo, en tanto por uno;

r: es la renta, en tanto por uno del capital.

En consecuencia, se obtienen gráficos (Figura 42) donde se puede observar el año en que se produce la amortización de la inversión realizada para cada una de las propuestas de mejoramiento adoptadas; visualizándose a su vez el mayor costo que representa el sostenimiento en el tiempo de la situación de consumo energético original (base).

El paso siguiente corresponde a la integración energético-económica a escala de áreas urbanas, o sea, a nivel contextual.

3.2.3.3. Herramienta para las áreas urbanas

La herramienta para el análisis energético-económico a nivel contextual también corresponde a un gráfico de curvas “costo-tiempo” similar al anteriormente expuesto, establecido a partir de la integración de los resultados obtenidos en los niveles de análisis de componente y de anclaje, con el objeto de determinar el impacto



Figura 43. Gráfico de curvas para el análisis energético-económico en áreas urbanas.

del reciclado masivo en el área urbana de aplicación (Rodríguez et al., 2012a). Por consiguiente, tanto el ahorro energético (ΔE) como el costo monetario ($\Delta \$$) de las áreas urbanas se obtienen de la sumatoria de los ahorros logrados en cada unidad edilicia (nivel de anclaje), la cual fue analizada en función del tiempo de aplicación de cada caso, medido en años (t). En estas condiciones, la expresión para las áreas urbanas resultaría:

$$I_{EC} = \sum [t (Q_0 - Q_i) / [CO_{0t} (1 + i)^j - (CII (1 + r)^t + CO_{it} (1 + i)^i)]] \quad (9)$$

Al igual que en los niveles anteriores, los valores obtenidos resultan útiles exclusivamente a los fines de comparar la eficiencia energético-económica de diversas propuestas de reciclado. Por lo tanto, para comparar el comportamiento en las áreas urbanas se requiere de la definición concreta de los valores de ahorro individuales y tiempos de aplicación de cada tipología residencial (Figura 43). Y es por ello que la relación energía-costo en este nivel cumple una función mayormente inclinada hacia la corroboración que hacia el análisis particular ($\sum \Delta E / \sum \Delta \$$).

A modo de cierre, se recuerda que las herramientas de integración energético-económica se utilizan para comparar diversas propuestas de reciclado y seleccionar la que se considere más eficiente en relación a las condiciones específicas, que pueden ser la necesidad de retorno de la inversión, la disponibilidad material,

la necesidad de obtener algún valor específico de consumo, entre otras. Por lo tanto, complementariamente a la información que puedan brindar los índices o gráficos, la “eficiencia” para la elección final responde no sólo a condiciones cuantificables sino también a otras de carácter particular (cuantificable y/o no cuantificable).

3.3. SÍNTESIS Y REFLEXIONES DEL CAPÍTULO 3

Este capítulo tuvo como fin la presentación de la instrumentación a emplearse en las distintas fases de actuación para el reciclado edilicio masivo, que ha sido mayormente desarrollada en formato digital con base en hojas de cálculo tipo Excel. A continuación se describe y pondera ventajas de trabajar con instrumentaciones digitales y desde modelos de cálculo estacionarios; lo cual, paralelamente, será complementado con simulaciones digitales (véase Capítulo 4) y ensayos empíricos (véase Capítulo 5) a modo de validación de los supuestos teóricos.

La instrumentación para la primera fase de *“identificación y clasificación”* corresponde a las fichas tipológicas que son completadas con los casos de estudio y a partir de ello se va conformando una base de datos cada vez más amplia hacia la determinación de unidades representativas, no sólo en sus aspectos morfológicos y tecnológicos sino también en los energéticos. La instrumentación para la fase de *“análisis y propuestas de intervención”* tiene que ver con una base de datos y catálogos tecnológicos y económicos (conformada por las solapas tituladas “lista de precios”, “tecnologías y precios x m²” y “cálculo transmitancia térmica”) cuya información es sintetizada en las fichas de reciclado de los elementos de la envolvente, con etiquetas desplegadas que simplifican la lectura y elección de las distintas opciones. Y por último, la instrumentación para la fase de *“evaluación y resultados”* también corresponde a una hoja de formato tipo Excel denominada “ficha de reciclado: unidad edilicia” donde se cargan los datos previamente analizados y preseleccionados para los distintos elementos de la envolvente como así también otros datos correspondientes a las dimensiones de la unidad edilicia, condiciones de actualización económica y parámetros de medición térmica para obtener finalmente un cuadro que sintetiza los valores de la evaluación termo-energética y económica.

Planteada la instrumentación, se describen algunas ventajas de trabajar con bases de datos y planillas de evaluación conformadas en soporte digital, las cuales pueden ser impresas y catalogadas en papel o pueden ser directamente trabajadas desde la computadora.

Una primera ventaja del trabajo en planillas de cálculo digitales tiene que ver con la posibilidad de interrelacionar los datos cargados, favoreciendo los cálculos trabajados en complejidad creciente (desde una primera solapa donde se cargan los valores de conductividad térmica de los distintos materiales hasta la obtención de valores de consumos energéticos, costos económicos y emisiones de CO₂ a nivel de unidades edilicias).

Otra ventaja principal se manifiesta en la sencilla e inmediata posibilidad de actualización ya sea de los costos económicos como de los patrones y/o estándares tecnológico-constructivos determinados. Lo cual es particularmente útil ya que la modificación de estos últimos afecta los rangos admisibles de las diferentes solapas⁹⁵, que pueden ser rápidamente actualizadas pues las distintas celdas están vinculadas para que así suceda; haciendo la mención de que sus variaciones no son frecuentes como cambios en las normativas⁹⁶ pero puede ser que se decidan cambiar para adaptar la instrumentación a otros contextos de actuación. En tanto a las actualizaciones económicas, es fundamental que los catálogos se renueven casi automáticamente manteniendo los valores en vigencia según un mercado que varía sus precios prácticamente en forma constante.

Y por último, se resalta la importancia del rápido reajuste de la integración energético-económica, la cual debe mantenerse actualizada de las constantes variaciones de la economía de

95 Por ejemplo, la determinación del cumplimiento del Nivel B de la Norma IRAM como estándar mínimos de habitabilidad exigido; en concordancia con la Ley N°13059 de la Provincia de Buenos Aires.

96 Registrándose, por ejemplo, una actualización en los datos climáticos y temperaturas de diseño de la Norma IRAM N°11603 en el año 2012, cuya actualización anterior fue en el año 1996; lo cual modifica los valores de transmitancia térmica máximos admisibles para los distintos Niveles A, B y C.

mercado pues representa una herramienta capital para la elección de las estrategias óptimas para el reciclado edilicio, en la ya mencionada relación costo-beneficio.

CAPÍTULO 4

EJEMPLOS DE APLICACIÓN

4.1. APLICACIÓN SOBRE UNIDADES EDILICIAS REPRESENTATIVAS

141

La identificación, evaluación y mejoramiento tecnológico de las unidades edilicias representativas pertenecientes a diferentes áreas urbanas permite precisar y evaluar las potencialidades de ahorro energético en diferentes zonas de la ciudad y evaluar los impactos energético-ambientales del sector residencial.

Teniendo en cuenta la metodología propuesta a nivel contextual, se consideran las áreas urbanas homogéneas bajo el concepto de “mosaicos urbanos” (punto 2.2.1), en los cuales se aplican criterios de selección cualitativos y cuantitativos para detectar las unidades edilicias representativas (nivel de anclaje) bajo el concepto de “tipologías edilicias” (punto 2.2.2). A partir de dicha clasificación, se trabaja en el *análisis de la situación original (base)* de cada elemento de la envolvente de la unidad edilicia seleccionada (punto 2.2.3) y se aplican las *propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo* (nivel de componente), cuyos resultados vuelven a ser integrados en la unidad edilicia inicial (nivel de anclaje). Una vez resuelto cada caso, nuevamente son integrados a las áreas urbanas (en los mosaicos urbanos seleccionados) (nivel contextual), analizando a través de su grado de mejoramiento el impacto sobre el sector residencial (Figura 44).

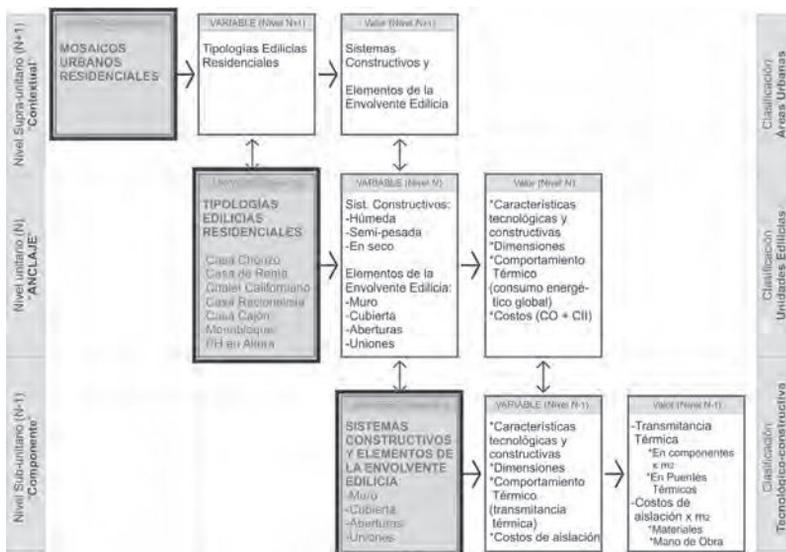


Figura 44. Sistema de matriz de datos.

4.1.1. Selección de casos

La selección de los casos de aplicación se inicia a partir del reconocimiento de las distintas tipologías edilicias residenciales representativas insertas en los diferentes mosaicos urbanos (Punto 2.2.1), identificándose para la ciudad de La Plata: la casa *chorizo*, *casa de renta* (pasillo, cuatro puertas, en altura), *chalet californiano*, *casa racionalista*, *casa cajón* (de iniciativa privada o estatal), bloque bajo o *monobloque* (en dúplex o simples apilados) y *edificio PH en altura* (entre medianeras, torre, placa) (Punto 2.2.2). En función de esta clasificación, se evaluaron singularidades relacionadas con la representatividad, la simplicidad tecnológica, el valor simbólico-cultural, el hábitat individual y el hábitat colectivo con desarrollo en construcción vertical.

A partir de las singularidades descritas, se adoptan tres tipologías representativas: la *casa cajón*, la *casa chorizo* y el *monobloque*. Su elección se fundamenta por criterios cuantitativos

de representatividad y criterios de diversidad tecnológica-constructiva. Las mismas también permiten una aplicación instrumental diversa en cuanto a morfologías, tecnologías a reciclar y alternativas de implementación; y sintetizan en términos generales las complejidades que se podrían advertir en el resto de las tipologías mencionadas.

La casa cajón

La elección de la casa cajón se funda en el hecho de ser la tipología de mayor representatividad en nuestra área de aplicación. Y a su vez, se justifica desde el criterio de su sencilla adaptación tecnológico-constructiva potenciada desde sus características de pureza formal y simplicidad en el lenguaje, lo cual facilita la ejecución y las técnicas requeridas para su reciclado. De esta manera se podrían priorizar las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo con aislación exterior, manteniendo la esencia del lenguaje original y obteniéndose mayores beneficios en términos de aislación, inercia térmica y reducción de riesgo de condensación.

Este criterio de elección motivado desde la simpleza y eficiencia en la concreción del reciclado es útil para la casa cajón, como así también para la tipología de “casa racionalista” y en menor



Figura 45. Tipologías según criterio de “simpleza y eficiencia en la concreción del reciclado”.

medida, para el “monobloque” y el edificio “PH en altura” (Figura 45).

La casa chorizo

La elección de la casa chorizo fue motivada por el criterio de conservación de sus fachadas exteriores, por reconocerse en esta tipología lenguajes arquitectónicos de importante valor estético, simbólico y patrimonial que se desea preservar. En este criterio también se pueden incluir a aquellas unidades con materialidades complejas que dificulten sustantivamente la aplicación de reciclados desde la cara exterior. Por lo tanto se deberá trabajar con las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo de aislación interior, en función de conservar el lenguaje exterior.

Este criterio de conservación del lenguaje arquitectónico original puede identificarse con la casa chorizo como así también con el “chalet californiano”, la “casa de renta” y en menor medida con casos de edificios de “PH en altura” (Figura 46).

El monobloque

La elección de esta tipología hace referencia principalmente a edificios cuyas dimensiones permiten que el reciclado se haga



Figura 46. Tipologías según criterio de “conservación del lenguaje arquitectónico original”.



Figura 47. Tipologías según criterio de “aplicación de reciclado extensible en grandes superficies”.

extensible en grandes superficies en vertical o/y horizontal, pudiendo reducirse los tiempos de ejecución y los costos materiales debido a la posibilidad de una producción con mayor estandarización.

Además del monobloque, otras tipologías que se reconocen como características a esta lógica se vinculan con las viviendas multifamiliares, destacándose el edificio “PH en altura” y en algunos casos la “casa de renta”. A su vez, también se podrían incluir los conjuntos de viviendas individuales apareadas (vinculadas en horizontal), siempre y cuando se reconozca la repetitividad formal y lingüística (Figura 47).

Seleccionadas las tipologías edilicias en función de distintas características y necesidades, el siguiente punto plantea el análisis de su situación original (base) y la aplicación de estrategias de mejoramiento, acorde a la metodología planteada.

4.1.2. Análisis de la situación original (base) en las unidades edilicias seleccionadas

En este punto se describen las tres tipologías adoptadas, haciendo mención a una breve descripción y detallando sus características

formales, dimensionales y tecnológico-constructivas; y la evaluación termo-energética que incluyen el análisis de la transmitancia térmica (K) de los componentes de sus envolventes y el coeficiente global de pérdidas térmicas (G) (Figuras 48, 49 y 50).

La “casa cajón”

Como primera tipología se selecciona la “*casa cajón*” bajo el doble fundamento de su condición de alta representatividad tipológica y de su simpleza formal.

En términos generales, esta tipología morfológica y tecnológica representa un modelo surgido en los años ‘30, consecuencia de las importaciones de la arquitectura moderna europea. Fue ampliamente adoptada tanto en iniciativa estatal como privada, con antecedentes notorios como el Plan Eva Perón (PEP) y el FO.NA.VI.; y la reproducción masiva de carácter privado promovida por constructores que reconocían en esta tipología un modelo de gran eficiencia funcional y constructiva. En consecuencia, ésta se consolidó como la más recurrente en nuestro contexto (Rosenfeld, 1988; Viegas, 2010). Pero su valor no radica tanto en su pasado como en su vigencia, puesto que la inmensa mayoría de los Planes Federales y Provinciales de vivienda social continúan basándose en esta simple y económica tipología⁹⁷.

La Figura 48 describe las características formales, dimensionales, tecnológico-constructivas y termo-energéticas de la unidad de “*casa cajón*” seleccionada para el análisis.

97 Reproduciendo sus características formales y compositivas, pero disminuyendo su calidad tecnológico-constructiva.

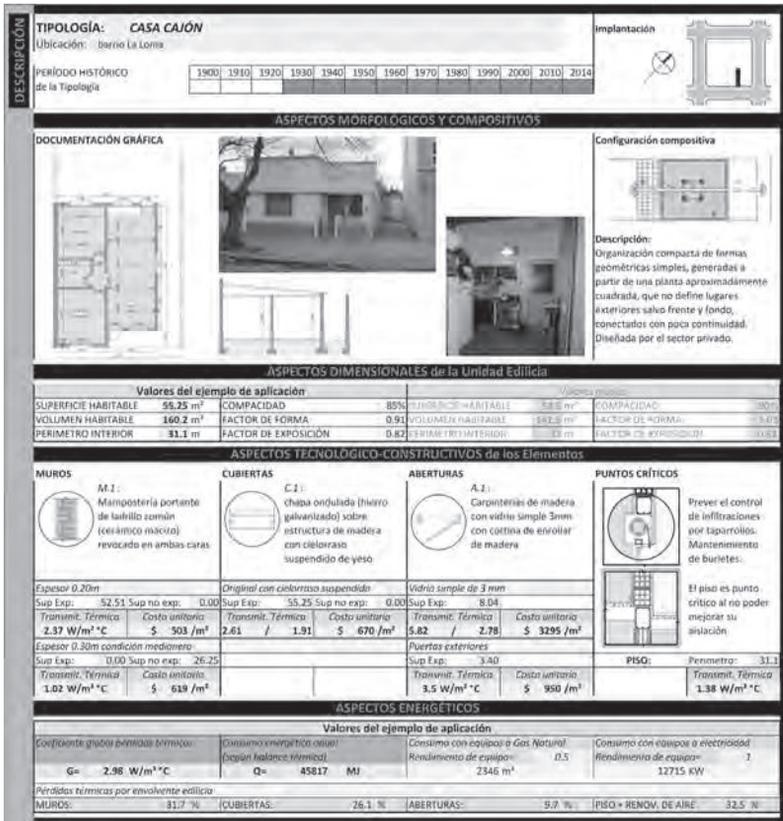


Figura 48. Ficha tipológica de la "casa cajón".

La "casa chorizo".

La elección de la tipología de "casa chorizo", como ya se ha mencionado, se fundamenta en su valor simbólico, representando una vivienda unifamiliar característica de la ciudad de La Plata desde el período fundacional. Por ello se aboga, desde el punto de vista tecnológico-constructivo, por la conservación de su lenguaje arquitectónico patrimonial.

Desde lo histórico, esta tipología se configura a partir de las construcciones de los inmigrantes italianos, que adoptaron sus

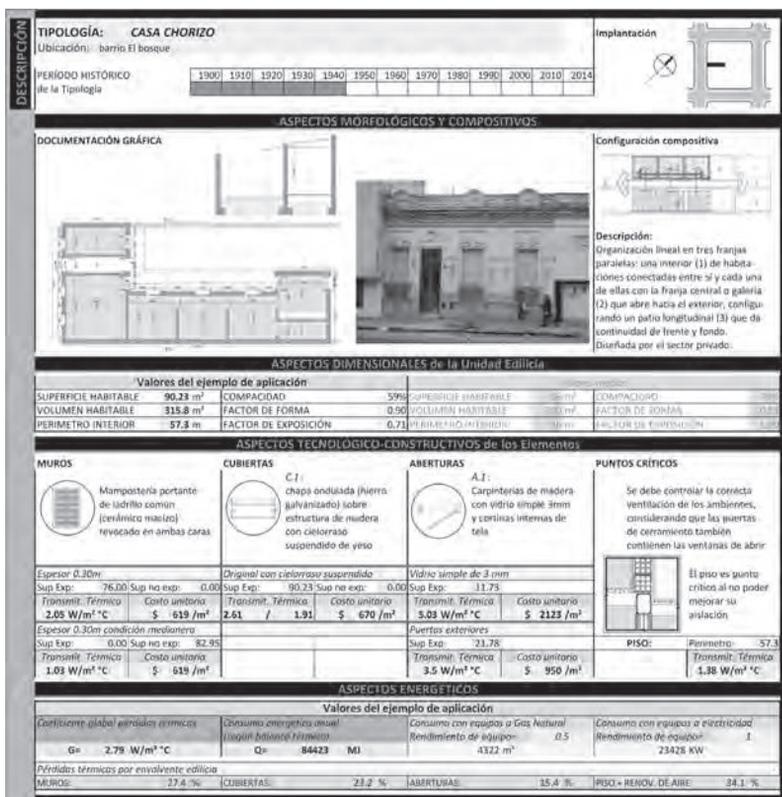


Figura 49. Ficha tipológica de "casa chorizo".

propios modelos culturales en materia de vivienda, tecnología de construcción (húmeda) y modos de vida. A su vez, su configuración está ligada al proceso evolutivo de reagrupamiento familiar propio de la inmigración por etapas, donde se construían habitaciones adosadas conforme se incorporaban personas (de igual modo que en la fabricación de chorizos).

En los barrios modestos de la periferia, se levantaba un muro sobre la línea municipal con la sola perforación para la puerta y se construía la primera habitación retirada de ésta. En cambio, en los barrios más próximos al centro, el primer volumen de la casa

chorizo se colocaba directamente sobre línea municipal con una fachada realmente diseñada y trabajada, que hoy en día representa un patrimonio histórico-cultural. Cuando la familia crecía hasta ocupar el total de la vivienda, ésta contaba con: la sala (con su fachada principal hacia la calle), el dormitorio de los padres, el dormitorio de los abuelos, el dormitorio de los niños y la cocina. Pero la introducción inminente del garaje y la evolución en los modos de distribución y producción agrícola (que reemplazaron a la producción privada e individual de las huertas realizadas en sus patios) condujeron a la sustitución de esta tipología tradicional (Garnier, 1992).

En la Figura 49 se describen las características formales, dimensionales, tecnológico-constructivas y termo-energéticas de la unidad de “casa chorizo” seleccionada para el análisis.

El “monobloque”

Por último se selecciona el “*monobloque*” por ser una tipología multifamiliar con gran potencial de reciclado en extenso; que se incluye a su vez en tejidos de densidad media.

Estas tipologías se introducen desde mediados del siglo XX, en un marco general de producción de viviendas de interés social, bajo la necesidad de respuestas habitacionales a gran escala. Ante la creciente demanda de viviendas por parte de grandes sectores de la población, el Estado debe recurrir a resoluciones colectivas o multifamiliares (en lugar de unidades individuales construidas hasta ese entonces). De esta manera los bloques habitacionales, llamados “monobloques”, se incorporan a la producción de viviendas de interés social, en los que se distingue la influencia de la escuela racionalista internacional (Cavallo, 1984), conformando volúmenes de formas cúbicas, con lenguajes simples e incluso austeros; lo cual simplifica la ejecución de las estrategias de reciclado.

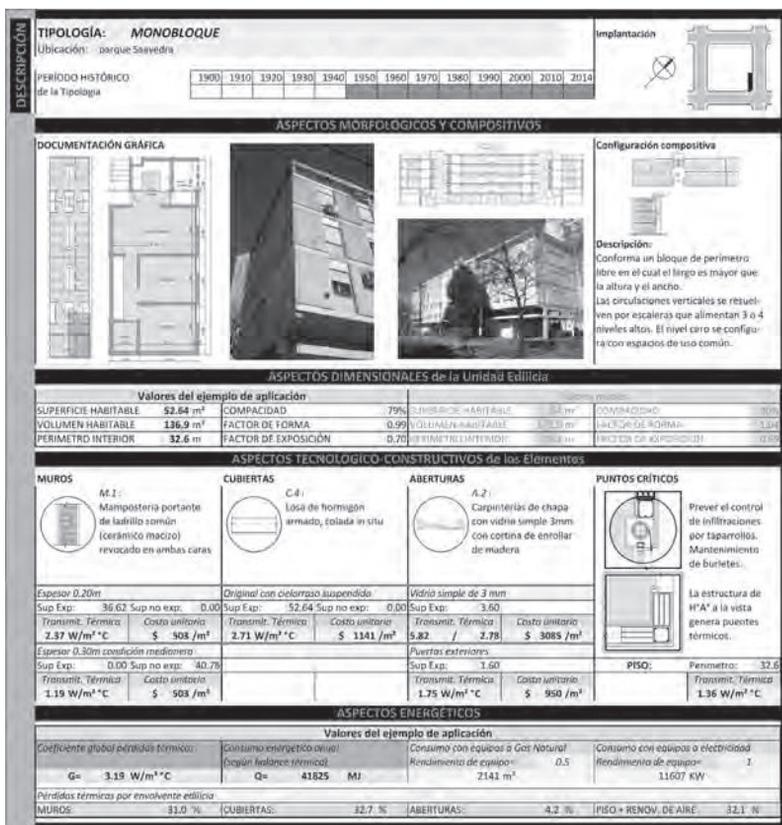


Figura 50. Ficha tipológica de edificio “monobloque”.

En la Figura 50 se describen las características formales, dimensionales, tecnológico-constructivas y termo-energéticas del edificio tipo “monobloque” seleccionado para el análisis.

Los resultados expuestos en las fichas tipológicas, obtenidos a través del análisis termo-energético de las características de las envolventes, demuestran que la situación base de ninguna de las tres tipologías cumple con los valores máximos admisibles de transmitancia térmica (K) para los componentes opacos de la

envolvente establecidos por Norma IRAM⁹⁸ (explicitados en la Tabla 5, Punto 2.3.1.1. del presente libro) y exigidos en la Ley N° 13059 (para viviendas a construir). A modo ilustrativo, en la Tabla 10 se exponen estos valores correspondientes a las tres tipologías analizadas.

	INVIERNO [W/(m ² °C)]		VERANO [W/(m ² °C)]	
	Muros	Cubiertas	Muros	Cubiertas
Casa cajón	2.37	2.61	2.37	1.91
	No clasifica	No clasifica	No clasifica	No clasifica
Casa chorizo	2.05	2.61	2.05	1.91
	No clasifica	No clasifica	No clasifica	No clasifica
Monobloque	2.37	2.97	2.37	2.46
	No clasifica	No clasifica	No clasifica	No clasifica

Tabla 10. Valores de transmitancia térmica calculados para las tipologías analizadas.

En este sentido, el siguiente punto plantea estrategias de mejoras tecnológico-constructivas y de habitabilidad, como propuesta ante esta condición deficitaria, a través de la incorporación de diferentes alternativas de aislación en la envolvente edilicia existente. Se establecen opciones de conveniencia según las características de los elementos de las envolventes y las aislaciones, evaluando su eficiencia termo-energética y económica.

4.1.3. Propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo

Para la adopción de las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo se deben acordar criterios comunes que permitan comparar y viabilizar las diversas opciones de mejoramiento para

98 Para muros en el nivel C (nivel mínimo) el valor máximo admisible es de 1.63 W/m² °C en invierno y 2 W/m² °C en verano; mientras que en el nivel B (nivel medio) los valores son de 0.93 W/m² °C en invierno y 1.25 W/m² °C en verano. Para cubiertas en el nivel C el valor máximo admisible es de 1 W/m² °C en invierno y 0.76 W/m² °C en verano; mientras que en el nivel B los valores son de 0.76 W/m² °C en invierno y 0.48 W/m² °C en verano (Norma IRAM N°11605, 1996).

los casos seleccionados. Las alternativas deben considerar como exigencia mínima el cumplimiento de los valores de transmitancia térmica establecidos por la Ley N°13059 de la Provincia de Buenos Aires, debiendo ser de Nivel B para los componentes opacos y K5 para los componentes traslúcidos⁹⁹.

Para ello se utilizan las fichas de reciclado para cada elemento de la envolvente, desarrolladas en el Punto 3.2.1.1. Estas sintetizan las tecnologías viables y las evaluaciones técnico-económicas para cada opción de mejoramiento. A modo de ejemplo, se vuelve a exponer una de las fichas que se utilizan en el proceso de evaluación, correspondiente al elemento MURO, en “situación original (base)” M.1 y “estrategias de mejoramiento” M.a, en sus distintos espesores (Figura 51).

Consecuentemente, se plantean los análisis y las evaluaciones acorde a la metodología, eligiendo y aplicando las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo en las tres tipologías. Como hemos mencionado anteriormente, en el caso de la casa “cajón” se buscó simpleza y eficiencia en la concreción del reciclado con alto nivel de replicabilidad; en la casa “chorizo” se planteó el desafío de reciclar a partir de la conservación del lenguaje arquitectónico original; y en el “monobloque” se consideró la posibilidad del reciclado extensible en grandes superficies.

La primera aplicación (“casa cajón”) se describe detalladamente, mientras que para los dos casos restantes (casa chorizo y monobloque) se consideran idénticas condiciones, exponiéndose principalmente los resultados.

4.1.3.1. Aplicación sobre “casa cajón”

Para la casa cajón se proponen dos opciones de reciclado (Reciclado 1 y Reciclado 2), a fin de realizar un análisis comparado de los elementos constitutivos y de su integración a la unidad edilicia,

⁹⁹ A su vez, se debe alcanzar el valor mínimo admisible del coeficiente global de pérdidas térmicas.

SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)		ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO																																				
<p>MURO</p> <p>Identificación de la especificación material base:</p> <ul style="list-style-type: none"> Tecnología constructiva grueso y fino a la cal Ladrillo cerámico vitroso (14x19x20cm autoq.) Acabado: Adoquinado Revestimiento exterior grueso y fino a la cal 		<p>Sección de la propuesta:</p> <ul style="list-style-type: none"> 20cm de EPS 20 kg/m³ revestido desde el exterior con pegamento y malla de fibra de vidrio 2 Planchas de fibra de vidrio (14x19x20cm autoq.) Acabado de exterior: cerámico grueso autoq. 																																				
<p>Tabla de propiedades térmicas y económicas:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Material</th> <th>U (W/m²°C)</th> <th>Costo (€)</th> <th>U_{total} (W/m²°C)</th> <th>Costo_{total} (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Muro base</td> <td>2.98</td> <td>100</td> <td>2.98</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>Muro M.a.</td> <td>2.11</td> <td>150</td> <td>2.11</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>Muro M.b.</td> <td>2.18</td> <td>160</td> <td>2.18</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>		Material	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)	Muro base	2.98	100	2.98	100	Muro M.a.	2.11	150	2.11	150	Muro M.b.	2.18	160	2.18	160	<p>Tabla de propiedades térmicas y económicas de las estrategias:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estrategia</th> <th>U (W/m²°C)</th> <th>Costo (€)</th> <th>U_{total} (W/m²°C)</th> <th>Costo_{total} (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M.a.</td> <td>2.11</td> <td>150</td> <td>2.11</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>M.b.</td> <td>2.18</td> <td>160</td> <td>2.18</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>		Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)	M.a.	2.11	150	2.11	150	M.b.	2.18	160	2.18	160
Material	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)																																		
Muro base	2.98	100	2.98	100																																		
Muro M.a.	2.11	150	2.11	150																																		
Muro M.b.	2.18	160	2.18	160																																		
Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)																																		
M.a.	2.11	150	2.11	150																																		
M.b.	2.18	160	2.18	160																																		
<p>Tabla de propiedades térmicas y económicas de las estrategias de aislamiento:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estrategia</th> <th>U (W/m²°C)</th> <th>Costo (€)</th> <th>U_{total} (W/m²°C)</th> <th>Costo_{total} (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M.a.</td> <td>2.11</td> <td>150</td> <td>2.11</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>M.b.</td> <td>2.18</td> <td>160</td> <td>2.18</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>		Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)	M.a.	2.11	150	2.11	150	M.b.	2.18	160	2.18	160	<p>Tabla de propiedades térmicas y económicas de las estrategias de aislamiento:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Estrategia</th> <th>U (W/m²°C)</th> <th>Costo (€)</th> <th>U_{total} (W/m²°C)</th> <th>Costo_{total} (€)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>M.a.</td> <td>2.11</td> <td>150</td> <td>2.11</td> <td>150</td> </tr> <tr> <td>M.b.</td> <td>2.18</td> <td>160</td> <td>2.18</td> <td>160</td> </tr> </tbody> </table>		Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)	M.a.	2.11	150	2.11	150	M.b.	2.18	160	2.18	160					
Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)																																		
M.a.	2.11	150	2.11	150																																		
M.b.	2.18	160	2.18	160																																		
Estrategia	U (W/m ² °C)	Costo (€)	U _{total} (W/m ² °C)	Costo _{total} (€)																																		
M.a.	2.11	150	2.11	150																																		
M.b.	2.18	160	2.18	160																																		

Figura 51. Ficha de reciclado de MURO, situación original M.1 y opción de mejoramiento M.a..

transcribiendo los valores energéticos y económicos resultantes a la “ficha de Unidad Edilicia” (Figura 50). La selección de dichas propuestas se realiza a través de las fichas de reciclado de elementos, donde el empleo del *índice de eficiencia energético-económico* (I_E) simplifica la elección de los distintos espesores de aislación mediante la determinación de las medidas más eficientes.

Para el caso del **Elemento MURO** en la casa cajón:

RECICLADO 1: Se selecciona la estrategia M.a., por la cual se incorporan 5 cm de EPS de 20 kg/m³ desde el exterior mediante la tecnología EIFS¹⁰⁰. Esta elección se debe a las características formales de la vivienda, la cual presenta una fachada plana sin dificultades para la colocación de las planchas de EPS; conservando la inercia térmica (además de ser la opción más económica de aislación exterior).

RECICLADO 2: Se selecciona la estrategia M.b., incorporando el mismo espesor de 5 cm de EPS de 20 kg/m³, revestido con placas

100 Que se compone de la adhesión del EPS con pegamento cementicio, malla de fibra de vidrio y acabado final con revoque plástico

cementicias y revestimiento plástico. De esta manera también se mantiene la inercia térmica; reconociendo la principal diferencia en el costo inicial de inversión.

Para el caso del **Elemento CUBIERTA** en la casa cajón:

RECICLADO 1: Se selecciona la estrategia C.a., incorporando 5 cm de EPS de 20 kg/m³ por debajo de la chapa existente, la cual se desclava y sustituye por chapa nueva (si es necesario). De esta forma no se afecta el interior de la vivienda y se reduce el riesgo de condensaciones intersticiales; debiendo prestar particular atención a la ejecución para prever posibles filtraciones de agua por grietas en las cargas.

RECICLADO 2: Se selecciona la estrategia C.c., incorporando 5 cm de LV protegida por una nueva cubierta de chapa galvanizada. Esta opción es de fácil ejecución, reconociendo como punto en contra el sobre costo en los materiales (a diferencia de la opción anterior, cuyo “sobre costo” se detecta en la mano de obra).

Para el caso del **Elemento ABERTURAS** en la casa cajón:

RECICLADO 1: Se mantienen las aberturas en su situación original, ya que cuentan con cortinas de enrollar de madera con lo cual se obtienen valores de transmitancia térmica en el orden de lo exigido por la Ley N°13059.

RECICLADO 2: Se selecciona la estrategia A.a., sustituyendo el vidrio simple por DVH. Esta opción requiere de una mínima adaptación de las carpinterías existentes, por tratarse de vidrios de mayor espesor.

Esta información es sintetizada en la Tabla 11.

	ORIGINAL	RECICLADO 1	RECICLADO 2
Muro 0.20	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	Estrategia M.a Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ con sistema EFIS	Estrategia M.b. Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ y placas cementicias
	Trans.Term.	K=2.37 W/m² °C	K=0.54 W/m² °C
Costo		\$ 318.07 x m ²	\$ 425.71 x m ²
Muro 0.30 medianero	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	No se recicla	No se recicla
	Trans.Term.	K=1.02 W/m² °C	K=1.02 W/m² °C
Costo		-	-
Cubierta	Situación original C.1 Chapa ondulada metálica con estructura de madera y cielorraso suspendido	Estrategia C.a Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ bajo cubierta existente	Estrategia C.c Aislación exterior de 5 cm de LV bajo nueva chapa
	Trans.Term.	K=1.91 / 2.61 W/m² °C	K=0.55 / 0.51 W/m² °C
Costo		\$ 272.85 x m ²	\$ 305.59 x m ²
Aberturas	Situación original A.1 Ventanas de madera con vidrio simple y cortinas de enrollar de madera	No se recicla	Estrategia A.a Sustitución de vidrio simple por doble vidrioado hermético (DVH)
	Trans.Term.	K=5.82 / 2.78 W/m² °C	K=5.82 / 2.78 W/m² °C
Costo		-	\$ 928.89 x m ²

Tabla 11. Síntesis de situación original y propuestas de reciclado para la casa cajón.

Posteriormente, se integran los elementos originales de la situación original (base) y las propuestas de reciclado seleccionadas, conformando como resultante una única planilla de la “*unidad edilicia*” (situación original (base) + alternativas de reciclado R1 y R2).

La Figura 52 ilustra esta secuencia desde la elección de las estrategias de mejoramiento de los elementos (según las fichas de

Propuesta de Reciclado 1

Architectural drawings for 'Propuesta de Reciclado 1' including floor plans, sections, and elevations.

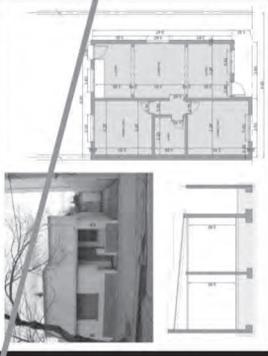
Propuesta de Reciclado 2

Architectural drawings for 'Propuesta de Reciclado 2' including floor plans, sections, and elevations.

TIPOLOGÍA: Casa Cajón

Ubicación: Barrio La Loma

Áreas y volúmenes



Características dimensionales de la unidad edilicia

1. SUPERFICIE HABITABLE: 55,25 m²
2. VOLUMEN HABITABLE: 160,23 m³
3. PERÍMETRO INTERIOR: 31,10 m

Actualización de condiciones económicas

Costo de GN x m ³	1,45 \$
Costo de electricidad x Kw	30,00 \$
Tasa de renta	11,50 %

Características tecnológicas-constructivas de los elementos de la envolvente

MUROS		CUBIERTA		ABERTURAS	
1	M.T. (0,20m)	C.T.	Sup. (m ²)	A.Z. (3mm)	Sup. (m ²)
ORIGINAL (BASE)	52,51	52,51	55,25	8,04	8,04
RECICLADO 1	52,51	52,51	55,25	8,04	8,04
RECICLADO 2	52,51	52,51	55,25	8,04	8,04

Definición de parámetros para medición termo-energética

Renovaciones de aire	2	1310	60
Temperatura base verano	27 °C	18 °C	35
Temperatura base invierno	15 °C	15 °C	35
Coficiente de inintermitencia	Prelado 100s	0	22

CUADRO SÍNTESIS. Características termo-energéticas y económicas de la unidad edilicia (período anual)

ORIGINAL (BASE)	RECICLADO 1	RECICLADO 2	Reducción de consumo		Costos		Incidencia del reciclado		Emisiones de CO ₂	
			Coefficiente global de pérdidas térmicas	Reducción de consumo	Consumo GN	Consumo Eléct.	Reducción de consumo	Costos	Incidencia del reciclado	Emisiones de CO ₂
2,88 W/m ² °C	1,78 W/m ² °C	1,72 W/m ² °C	38,1%	2346 kWh	19734,68 kWh	4090,39 \$	4,090,39 \$	4,947 kg	2,783 kg	
1,79 W/m ³ °C	1,40 x 8,87 m ³	1,40 x 8,87 m ³	21,8%	160,23 m ³	7615,207 kWh	31,776-82 \$	2,413,93 \$	6,56 %	2,783 kg	
1,72 W/m ² °C	1,55 x 4,47 m ²	1,55 x 4,47 m ²	14,5%	31,10 m	7442,398 kWh	46,706-16 \$	2,329,03 \$	9,64 %	2,666 kg	

Figura 52. Secuencia de integración de fichas de reciclado de elementos y ficha de unidad edilicia.

reciclado incluidas en la biblioteca tecnológica) a su integración en la tipología seleccionada (con la ficha de “Unidad Edilicia” resultante).

Planteada la situación base y las opciones de reciclado, se continúa con la evaluación termo-energética.

Evaluación termo-energética

La evaluación termo-energética se realiza desde la información incluida en las fichas de reciclado de elementos tecnológico-constructivos hasta su integración y síntesis en la ficha “Unidad Edilicia”; incluyendo para los cálculos los datos específicos del caso tratado (superficies de muros, techos y aberturas, superficie habitable, volumen habitable, y perímetro interior). También se consideran en la misma ficha los parámetros económicos (costo del gas natural y electricidad, tasa de inflación y tasa de renta); y parámetros termo-energéticos (temperaturas base de invierno y verano, renovaciones de aire y coeficiente de intermitencia). Estos últimos, los económicos y termo-energéticos, pueden ser considerados por defecto (en el caso que se adopten los parámetros establecidos para un mismo escenario y/o no existan modificaciones en los precios), como así también pueden ser modificados. La Figura 53 muestra esquemáticamente los sectores de la ficha “Unidad Edilicia” donde se seleccionan las tecnologías y se cargan los datos específicos (áreas de rectángulos) y los datos utilizados por defecto, que también pueden ser modificados (áreas de elipses).

El cálculo de las cargas térmicas anuales requeridas para el balance térmico y el cálculo final del consumo de gas y/o electricidad se realiza mediante el método de simulación estacionaria según Norma IRAM (IRAM N°11604, 2001) (como fue explicitado en los Capítulos 2 y 3). Los datos requeridos, como se mencionó previamente, se pueden cargar en forma directa o se adoptan por defecto. Estos valores (cargados en el cuadro de *“definición de parámetros para la medición termo-energética”*) son: temperatura

UNIDAD EDILICIA

TIPOLOGÍA: Casa Cajón
 Ubicación: Barrio La Unión

UNIDAD EDILICIA ADJ.

MATERIALES EXEQUISICIÓN COSTO ESTIMADO

Figura 53. Esquema de ficha de unidad edilicia para su carga de datos.

Figura 53. Esquema de ficha de unidad edilicia para su carga de datos.

base de invierno de 18⁰C (1210 Grados Día) y base de verano de 27⁰C (35 Grados Día); 2 renovaciones horarias de aire¹⁰¹; y un valor de Coeficiente de intermitencia¹⁰² de 22, seleccionado a partir de la Tabla 7 del Capítulo 2. Cabe aclarar que si el análisis se realiza para una misma zona bioclimática, dichos parámetros se consideran constantes independientemente del caso edilicio a tratar (adopción de datos por defecto).

Como fuente de energía auxiliar para calefacción se definen, para este caso, calefactores a gas natural (GN) de tipo tiro balanceado (TB), por ser el equipo predominante tanto en el área de estudio como en Argentina (Juanicó, 2007) utilizado en el 85% de

101 Según IRAM Norma N°11604 (2001): el número de renovaciones horarias de aire es de 2, excepto verificación a partir de valores de infiltración.

102 El coeficiente de intermitencia es la relación entre las horas de insumo de climatización diarias y la tecnología constructiva de la envolvente edilicia (véase Capítulo 2).

los hogares conectados a la red de gas natural; considerando su rendimiento en 0.5 (Czajkowski, 1994). En cuanto a la refrigeración, la ciudad de La Plata requiere por normativa sólo de 35 GD para cubrir la temperatura base adoptada (de 27°C), lo que representa una demanda mínima de refrigeración. Además, se debe tener en cuenta que las medidas de reciclado consideradas minimizan la transferencia de calor por conducción, acentuando la disponibilidad de las estrategias complementarias que mejoran la habitabilidad y los niveles de confort (tales como ventilación cruzada y nocturna). Existen experiencias en nuestro contexto que confirman la posibilidad de prescindir de refrigeración cuando existe una envolvente eficiente¹⁰³, lo que permite dar protagonismo a las estrategias de ventilación y aprovechamiento del cambio entálpico del aire entre el ciclo nocturno y diurno. En consecuencia, ante situaciones de mejoras tecnológico-constructivas de la envolvente, se considera poco relevante incorporar la energía de refrigeración por demanda de enfriamiento (35 GD).

Establecidos los parámetros y cargados en la ficha de *Unidad Edilicia* (Figura 54), se obtienen los valores de energía auxiliar requerida para la situación original (base) y para las propuestas de reciclado, que son afectados al rendimiento de los equipos de climatización (en este caso de 0.5 correspondiente a calefactores de tipo tiro balanceado). Estos valores son expuestos en la Tabla 12, a modo ilustrativo.

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 1	RECICLADO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
GN (c/calefactores TB)	2.346 m ³ /año	1.404 m ³ /año	1.355 m ³ /año
REDUCCIONES			
Reducción de consumo		40.14%	42.22%

Tabla 12. Consumos energéticos de la casa cajón.

103 Tales como el Programa CESAD (IAS/FABA, 1979a); La voz bioclimática (Rosenfeld et al., 2004); La casa Solar de La Plata (IAS-FIPE e IIPAC, 2009).

(GAD) e indirecta y comportamientos térmicos del entorno; situación que puede ser profundizada en trabajos futuros a los efectos de minimizar las cargas térmicas externas, en referencia a sombreado directo e indirecto, tratamiento de entornos, entre otros. Al respecto, en el Anexo X: “*Complemento en evaluaciones termo-energéticas con incorporación de GAD*” se desarrolló una verificación de la incorporación de GAD para las estimaciones con modelos estacionarios. Si bien estos temas no son estrictamente necesarios para la viabilidad del presente trabajo, dado que se trata de una metodología de amplia escala, se consideran relevantes para un abordaje futuro dada su importancia desde la edificación y desde el consumo energético urbano en su conjunto.

En esta misma línea, es importante mencionar como una opción de instancia intermedia entre la simulación estacionaria y la dinámica, el desarrollo de simulaciones termo-energéticas en unidades edilicias a partir de métodos prescriptivos, empleando meta-modelos, en lo cual se destaca el trabajo desarrollado por el Dr. Ing. Roberto Lamberts¹⁰⁵. Estos meta-modelos trabajan con de la selección individual de cada ambiente a partir de modelos de referencia previamente simulados en régimen dinámico¹⁰⁶. Luego se integran los ambientes conformando la unidad edilicia en estudio y se calcula una media ponderada de los ambientes, obteniendo valores de la demanda energética del edificio. A través de este método, se incorpora la complejidad propia de las simulaciones dinámicas, en abordajes prácticos y veloces para aplicaciones masivas (cuya precisión se mejora acorde a la cantidad de edificios previamente simulados que componen la regresión). De todas maneras, tal como se mencionó previamente,

105 Doctor en Ingeniería Civil, Universidad de Leeds, Inglaterra. Profesor de la Universidad Federal de Santa Catarina-UFSC-Brasil. Supervisor del Laboratorio de Eficiencia Energética en los Edificios, UFSC.

106 En la metodología desarrolla por el Dr. Lamberts, los ambientes son simulados previamente bajo el software Energy Plus, según diferentes características y orientaciones, incorporando una amplia gama de modelos de referencia que se seleccionan individualmente para conformar una aproximación precisa respecto de cada unidad edilicia bajo análisis. La interface digital que han desarrollado para las simulaciones se encuentra en la World Wide Web: <http://www.s3e.ufsc.br>.

sólo se hace mención de este aporte como una consideración para desarrollos posteriores.

En el marco de nuestra propuesta, la aplicación de la evaluación termo-energética en la “casa cajón” ha permitido delimitar los alcances de los métodos normalizados vigentes, así como la viabilidad de analizar sistemáticamente alternativas de mejoramiento.

Evaluación energético-económica

Se debe tener en cuenta que “la evaluación energético-económica” fue desarrollada en este trabajo específicamente a los efectos de construir un instrumento preciso y ágil de selección y clasificación masiva de tecnologías apropiadas para el reciclado edilicio urbano. A tal fin es que se implementó el índice de eficiencia energético-económico (I_E) como herramienta de decisión a nivel de componentes, para aplicar en forma masiva las tecnologías más convenientes para un contexto económico, tecnológico y ambiental determinado. De esta manera, se puede establecer y comparar con precisión mediante índices y estrategias de integración energético-económica: tipos de tecnología a aplicar, costos, eficiencia termo-energética, incidencia del ahorro o beneficio obtenido y tiempos de amortización de la inversión.

En consecuencia, para implementar el análisis energético-económico se recurre nuevamente a la *Ficha de Unidad Edilicia* (Figura 54), donde se deben completar y/o adoptar por defecto los campos restantes, relacionados con la “*actualización de condiciones económicas*”. El sistema permite actualizar el costo de los combustibles, la tasa de interés y la tasa de renta (determinados según el contexto particular). Con los parámetros termo-energéticos (establecidos en el punto anterior) y los económicos, se obtiene la Tabla 13 y el gráfico con curvas de inversión y tiempos de amortización (Figura 55). En él se comparan la situación original (base) y la situación mejorada respecto de los costos totales insumidos en una proyección en el tiempo.

Para el cálculo de los costos anuales, se considera el costo del gas natural (GN) en 1.45 \$/m³ de acuerdo a las tarifas vigentes en 2014 de la empresa proveedora Camuzzi Gas Pampeano S.A. para la categoría residencial con consumos mayores a 1.250 m³ anuales¹⁰⁷. Los costos de inversión fueron calculados previamente y expuestos en las fichas de reciclado. A su vez, estos valores son afectados por una tasa constante de inflación anual del 30% (estimada según fuentes privadas a partir de la variación anual del costo de la bolsa de cemento¹⁰⁸); y un valor de renta del 11.50% (establecido a partir de la tasa anual de plazo fijo del Banco de la Nación Argentina¹⁰⁹).

Las estimaciones de los costos totales en el tiempo se muestran en la Tabla 13. Para la situación *Original (base)* se calcula la acumulación anual del Costo Operativo (CO), sometido a una tasa de inflación anual (columna “Costo CO acumulado”) y se resta el valor de renta (como una ganancia potencial) producto de invertir el capital no utilizado para el reciclado, por ejemplo, en un plazo fijo (columna “Ganancia por renta promedio”, donde se considera el valor medio del CII de ambas propuestas de Reciclado). Los costos totales de las propuestas de *Reciclado 1 y 2*, se calculan como la sumatoria del CO sometido a una tasa de inflación anual (columna “CO acumulado”) con el Costo Inicial de Inversión (CII), sometido a un valor de renta, entendido este como un costo por perder el potencial de ganancia (columna “Costo por pérdida de renta”).

107 El valor se calcula a partir de la media entre el costo del combustible para R3-2 (1.250 a 1.500 m³), R3-3 (1.500 a 1.800 m³) y R3-4 (más de 1.800 m³) más impuestos estimados en un 20% considerando las cargas impositivas y un mínimo subsidio, correspondiente a la subcategoría “Usuarios Residenciales y SGP sin ahorro en su consumo o con un ahorro menor al 5% respecto de igual bimestre/mes según corresponda del año anterior”. Vigencia desde agosto 2014 (resolución ENARGAS NºI/2844) Camuzzi Gas Pampeano S.A. http://www.camuzzigas.com/documentos/tarifas/1_Cuadros_Tarifarios_vigentes_a_partir_%20Agosto%20_2014.pdf. Visto 21/09/2014.

108 Obtenida a partir de fuentes propias y bibliografía específica de la construcción.

109 Considerado a julio de 2014.

COSTO ACUMULADO

Inflación: 30% Renta: 11.5%	ORIGINAL (BASE)				RECICLADO 1				RECICLADO 2			
	Costo CO mensual	Costo CO acumulado	Ganancia por renta promedio	Costo Total [CO-Renta]	Costo CO mensual	CO acumulado \$	Costo x pérdida de renta 1.45	Costo Total [CO+CII]	Costo CO mensual	CO acumulado \$	Costo x pérdida de renta 1.45	Costo Total [CO+CII]
0	\$ -	\$ -	\$ -39,241	\$ -39,241	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 31,777	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 46,706
año 1	\$ 4,030	\$ 4,030	\$ -43,754	\$ -39,724	\$ 2,414	\$ 2,414	\$ 35,431	\$ 37,845	\$ 2,329	\$ 2,329	\$ 2,329	\$ 54,406
año 2	\$ 5,240	\$ 9,270	\$ -48,786	\$ -39,516	\$ 3,138	\$ 5,552	\$ 39,506	\$ 45,058	\$ 3,028	\$ 5,357	\$ 5,357	\$ 63,423
año 3	\$ 6,811	\$ 16,081	\$ -54,396	\$ -38,315	\$ 4,080	\$ 9,632	\$ 44,049	\$ 53,680	\$ 3,936	\$ 9,293	\$ 9,293	\$ 74,037
año 4	\$ 8,855	\$ 24,936	\$ -60,652	\$ -35,716	\$ 5,303	\$ 14,935	\$ 49,115	\$ 64,049	\$ 5,117	\$ 14,410	\$ 14,410	\$ 86,599
año 5	\$ 11,511	\$ 36,447	\$ -67,627	\$ -31,180	\$ 6,894	\$ 21,829	\$ 54,763	\$ 76,592	\$ 6,652	\$ 21,062	\$ 21,062	\$ 101,553
año 6	\$ 14,965	\$ 51,412	\$ -75,404	\$ -23,992	\$ 8,963	\$ 30,792	\$ 61,060	\$ 91,853	\$ 8,648	\$ 29,709	\$ 29,709	\$ 119,457
año 7	\$ 19,454	\$ 70,866	\$ -84,076	\$ -13,210	\$ 11,652	\$ 42,444	\$ 68,082	\$ 110,526	\$ 11,242	\$ 40,951	\$ 40,951	\$ 141,020
año 8	\$ 25,290	\$ 96,156	\$ -93,744	\$ 2,412	\$ 15,147	\$ 57,591	\$ 75,912	\$ 133,502	\$ 14,614	\$ 55,565	\$ 55,565	\$ 167,142
año 9	\$ 32,877	\$ 129,033	\$ -104,525	\$ 24,508	\$ 19,691	\$ 77,282	\$ 84,642	\$ 161,923	\$ 18,999	\$ 74,564	\$ 74,564	\$ 198,972
año 10	\$ 42,740	\$ 171,773	\$ -116,545	\$ 55,228	\$ 25,598	\$ 102,880	\$ 94,375	\$ 197,256	\$ 24,698	\$ 99,262	\$ 99,262	\$ 237,977
año 11	\$ 55,562	\$ 227,336	\$ -129,948	\$ 97,388	\$ 33,278	\$ 136,158	\$ 105,229	\$ 241,387	\$ 32,108	\$ 131,370	\$ 131,370	\$ 286,037
año 12	\$ 72,231	\$ 299,567	\$ -144,892	\$ 154,675	\$ 43,261	\$ 179,420	\$ 117,330	\$ 296,750	\$ 41,740	\$ 173,110	\$ 173,110	\$ 345,564
año 13	\$ 93,900	\$ 393,467	\$ -161,554	\$ 231,913	\$ 56,240	\$ 235,660	\$ 130,823	\$ 366,482	\$ 54,262	\$ 227,372	\$ 227,372	\$ 419,658
año 14	\$ 122,071	\$ 515,538	\$ -180,133	\$ 335,405	\$ 73,112	\$ 308,771	\$ 145,868	\$ 454,639	\$ 70,541	\$ 297,913	\$ 297,913	\$ 512,311
año 15	\$ 158,692	\$ 674,230	\$ -200,848	\$ 473,381	\$ 95,045	\$ 403,817	\$ 162,642	\$ 566,459	\$ 91,703	\$ 389,615	\$ 389,615	\$ 628,670
año 16	\$ 206,299	\$ 880,529	\$ -223,946	\$ 656,583	\$ 123,559	\$ 527,376	\$ 181,346	\$ 708,722	\$ 119,214	\$ 508,829	\$ 508,829	\$ 775,375
año 17	\$ 268,189	\$ 1,148,718	\$ -249,700	\$ 899,018	\$ 160,627	\$ 688,002	\$ 202,201	\$ 890,203	\$ 154,978	\$ 663,807	\$ 663,807	\$ 961,005
año 18	\$ 348,646	\$ 1,497,364	\$ -278,415	\$ 1,218,948	\$ 208,815	\$ 896,817	\$ 275,454	\$ 1,122,271	\$ 201,471	\$ 865,278	\$ 865,278	\$ 1,196,654
año 19	\$ 453,240	\$ 1,950,603	\$ -310,433	\$ 1,640,170	\$ 271,459	\$ 1,168,276	\$ 251,381	\$ 1,419,657	\$ 261,912	\$ 1,127,190	\$ 1,127,190	\$ 1,496,652
año 20	\$ 589,211	\$ 2,539,815	\$ -346,133	\$ 2,193,682	\$ 352,897	\$ 1,521,172	\$ 280,290	\$ 1,801,463	\$ 340,486	\$ 1,467,676	\$ 1,467,676	\$ 1,879,652
año 21	\$ 765,975	\$ 3,305,789	\$ -385,938	\$ 2,919,851	\$ 458,766	\$ 1,979,938	\$ 312,523	\$ 2,292,462	\$ 442,632	\$ 1,910,308	\$ 1,910,308	\$ 2,369,661
año 22	\$ 995,767	\$ 4,301,557	\$ -430,321	\$ 3,871,236	\$ 596,395	\$ 2,576,334	\$ 348,464	\$ 2,924,797	\$ 575,422	\$ 2,485,730	\$ 2,485,730	\$ 2,997,908
año 23	\$ 1,294,497	\$ 5,596,054	\$ -479,808	\$ 5,116,246	\$ 775,314	\$ 3,351,648	\$ 388,537	\$ 3,740,185	\$ 748,048	\$ 3,233,778	\$ 3,233,778	\$ 3,804,957
año 24	\$ 1,682,847	\$ 7,278,901	\$ -534,986	\$ 6,743,915	\$ 1,007,908	\$ 4,359,556	\$ 433,219	\$ 4,792,774	\$ 972,462	\$ 4,206,240	\$ 4,206,240	\$ 4,842,993
año 25	\$ 2,187,701	\$ 9,466,601	\$ -596,509	\$ 8,870,092	\$ 1,310,281	\$ 5,669,836	\$ 483,039	\$ 6,152,875	\$ 1,254,201	\$ 5,470,442	\$ 5,470,442	\$ 6,180,421

Tabla 13. Costos totales de situación original y propuestas de reciclado de la casa cajón.



Figura 55. Curvas de costo en función del tiempo a 25 años para la casa cajón.

Como se mencionó previamente, los costos de acumulación anual se presentan en la Tabla 13, con ellos se generan gráficos costo-tiempo (Figura 55). Como en los casos anteriores, estos valores obtenidos están referenciados y enlazados, por lo que ante cada modificación realizada en los parámetros establecidos en las *ficha de Unidad Edilicia*, se observa su consecuente actualización automáticamente en las tablas y gráficos vinculados.

A través de la información obtenida se establece que el Costo Inicial de Inversión es amortizado en aproximadamente 17 años para ambas propuestas de Reciclado; bajo la hipótesis de que se mantiene constante la tasa de inflación y en función de las tarifas de GN actualizadas desde agosto de 2014, cuyos valores aumentaron considerablemente para todas las categorías de consumidores¹¹⁰ (Figura 56), alcanzando costos similares a los del gas envasado.

Se puede observar que los tiempos de amortización se dan en períodos mediatos, perfectamente afrontables; teniendo en cuenta a su vez el beneficio del mejoramiento inmediato en las condiciones de habitabilidad. Inicialmente se podría suponer que

110 Las categorías de consumidores son: R1 (0 a 500 m³), R2-1 (500 a 650 m³), R2-2 (650 a 800 m³), R2-3 (800 a 1.000 m³), R3-1 (1.000 a 1.250 m³), R3-2 (1.250 a 1.500 m³), R3-3 (1.500 a 1.800 m³) y R3-4 (más de 1.800 m³).

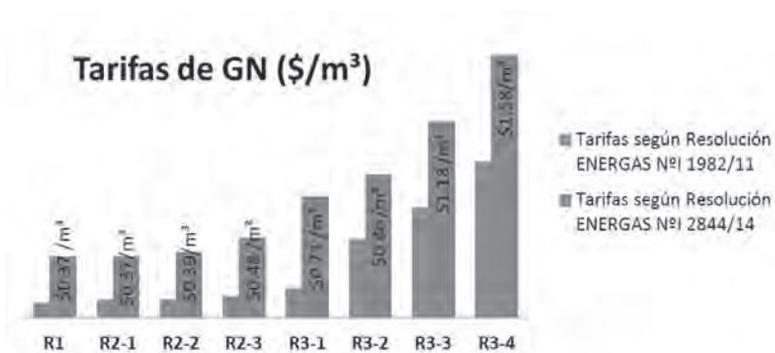


Figura 56. Tarifas de Gas Natural según Resolución ENARGAS N° 1982/11 y ENARGAS N° 2844/14, sin carga impositiva (Fuente: elaboración propia con datos de Camuzzi Gas Pampeana S.A., 2014.

el tiempo de recuperación del dinero se rige por los costos del combustible (en lo cual se trabajó con GN a \$ 1.45/m³), pero como se ha podido observar en las tablas y gráficos de curvas, la incidencia principal en la amortización se debe a la recuperación del capital producto de la devaluación en los costos que produce la inflación (supuesta para este caso en un 30%).

Por lo tanto, cada análisis de costo-beneficio puede variar ampliamente en función de la interrelación de los parámetros y características supuestas. Por ello la instrumentación metodológica propuesta permite y pretende contribuir como una herramienta de rápida comparación y análisis entre diversas propuestas y suposiciones teóricas.

Conclusiones respecto de la selección y aplicación del reciclado en esta tipología

La aplicación metodológica sobre la “casa cajón” ha permitido ajustar los diferentes pasos instrumentales y verificar las distintas instancias de análisis. La implementación de medidas de reciclado ha demostrado significativas ventajas en diversos aspectos: brinda beneficios económicos mediatos, minimiza notablemente la

carga térmica y reduce los consumos de energía (manteniendo el nivel de habitabilidad), lo cual implica una mejora notable de la calidad higrotérmica interior en forma inmediata. Por otra parte se destaca el mínimo esfuerzo constructivo (en términos relativos) requerido para su materialización, a través de lo que también se previenen o solucionan patologías constructivas (tales como rajaduras, goteras, puentes térmicos, condensaciones superficiales); además de mejorar la estética general de la vivienda. Por lo tanto, la implementación de este método ha demostrado viabilidad de aplicación, reconociendo paralelamente en esta tipología minimalista una opción relevante a abordar en planes de reciclado masivo a escala urbana.

4.1.3.2. Aplicación sobre “casa chorizo”

Para esta otra situación se aplica la misma metodología de análisis sobre la tipología seleccionada de “casa chorizo”. Se describen las estrategias de mejoramiento seleccionadas desde las fichas de reciclado de elementos (con el aporte del índice de eficiencia energético-económico como herramienta de preselección) para dos opciones de reciclado de la envolvente de la casa chorizo (*Reciclado 3 y Reciclado 4*) a los fines de un análisis comparado de los elementos constitutivos y de su integración a la unidad edilicia, transcribiendo los valores energéticos y económicos resultantes en una nueva ficha de “Unidad Edilicia” (Figura 57).

Para el caso del **Elemento MURO** en la casa chorizo:

RECICLADO 3: Se selecciona la estrategia M.g, la cual se constituye en aislación interior con Lana de Vidrio (LV) de 3.8 cm de espesor y papel kraft, que actúa como barrera de vapor. La protección mecánica se logra mediante la incorporación de placas de yeso sobre estructura de perfilería metálica. La elección de esta alternativa tecnológico-constructiva de mejoramiento se debe a la condición de conservación lingüística que requieren las

fachadas de esta tipología, por lo cual se reconoce como necesario el trabajar con propuestas de reciclado desde el interior.

RECICLADO 4: Se selecciona la estrategia M.f, incorporando placas de EPS de 20 kg/m^3 de 3 cm de espesor, revestidas con placas de yeso fijadas a la pared. Por no contar con estructura de perfilera metálica, las placas de EPS empleadas deben ser rígidas, optando por una densidad de 20 kg/m^3 . A su vez se coloca un film que actúa como barrera de vapor. La elección de esta propuesta se basa en los mismos principios antes mencionados, trabajando con reciclado desde el interior.

Para el caso del **Elemento CUBIERTA** en la casa chorizo:

RECICLADO 3: Se selecciona la estrategia C.c, incorporando 10 cm de Lana de Vidrio (LV) por encima de la cubierta de chapa existente, protegida por una nueva chapa. De esta forma se conserva la impronta de la cubierta de chapa inclinada, se mejora la conservación energética y se prevé el riesgo de infiltraciones de agua y goteras, propio de las cubiertas de chapa con cierta antigüedad.

RECICLADO 4: Se selecciona la estrategia C.f, incorporando 10 cm de LV con papel kraft bajo el cielorraso existente, y agregando un nuevo cielorraso suspendido con su propia estructura. Esta opción es coherente al reciclado trabajado desde el interior, y permite unir fácilmente las barreras de vapor de los muros con la de la cubierta, lo cual reduce el riesgo de condensación. Paralelamente, se reconoce que esta estrategia de mejoramiento tecnológico-constructivo requiere que la cubierta de chapa existente presente un buen estado de conservación (a diferencia de la elección anterior).

Para el caso del **Elemento ABERTURAS** en la casa chorizo:

RECICLADO 3: Se mantienen las aberturas en su situación original, porque presentan características de transmitancia térmica

en el orden de lo exigido por la Ley N°13059; reconociendo postigos metálicos en las aberturas sobre la línea municipal y postigos internos de madera en las aberturas restantes.

RECICLADO 4: Se selecciona la estrategia A.c, incorporando postigos exteriores de madera en todas las aberturas, exceptuando las que se ubican sobre la línea municipal, a las que se les agregan los postigos en el interior, además de los metálicos exteriores existentes.

La Tabla 14 sintetiza la información expuesta.

	ORIGINAL	RECICLADO 3	RECICLADO 4
Muro 0.30	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	Estrategia M.g Aislación interior de 3.8 cm de LV y placas de yeso	Estrategia M.f. Aislación interior de 3 cm de EPS de 20 Kg/m ³ y placas de yeso
Trans.Term.	K=2.05 W/m² °C	K=0.71 W/m² °C	K=0.76 W/m² °C
Costo		\$ 159.48 x m ²	\$ 155.93 x m ²
Muro 0.30 medianero	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	No se recicla	No se recicla
Trans.Term.	K=1.02 W/m² °C	K=1.02 W/m² °C	K=1.02 W/m² °C
Costo		-	-
Cubierta	Situación original C.1 Chapa ondulada metálica con estructura de madera y cielorraso suspendido	Estrategia C.c Aislación exterior de 10 cm de LV bajo chapa nueva	Estrategia C.f Aislación interior de 10 cm de LV con nuevo cielorraso
Trans.Term.	K=1.91 / 2.61 W/m² °C	K=0.35 / 0.33 W/m² °C	K=0.34 / 0.33 W/m² °C
Costo		\$ 364.75 x m ²	\$ 225.41 x m ²
Aberturas	Situación original A.1 Ventanas y puertas-ventana de madera con vidrio simple y cortinas internas de tela	No se recicla	Estrategia A.c Incorporación de postigos de madera
Trans.Term.	K=5.03 W/m² °C	K=5.03 W/m² °C	K=5.03 / 2.47 W/m² °C
Costo		-	\$ 918.15 x m ²

Tabla 14. Síntesis de situación original y propuestas de reciclado para la casa chorizo.

A partir de estos datos, se completa la nueva ficha de “Unidad Edilicia”, teniendo en cuenta en este caso los datos específicos de la casa chorizo (superficie de muros, techos y aberturas, superficie habitable, volumen habitable y perímetro interior) y los parámetros económicos y termo-energéticos. A partir de ellos se obtienen la *evaluación termo-energética* y la *evaluación energético-económica*, tal como fue expresado en el caso anterior.

Parámetros para la evaluación termo-energética

Los parámetros adoptados, como ya se ha mencionado, son los mismos que en el caso anterior (casa cajón), por lo cual se presenta la nueva ficha de *Unidad Edilicia* (Figura 57) de donde se obtienen los valores de energía auxiliar requeridos para la situación original (base) y las propuestas de reciclado. Los valores obtenidos son expuestos en la Tabla 15.

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 3	RECICLADO 4
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
GN (c/calefactores TB)	4.322 m ³ /año	2.972 m ³ /año	2.915 m ³ /año
REDUCCIONES			
Reducción de consumo		31.24%	32.54%

Tabla 15. Consumos energéticos de la casa chorizo.

En la tabla de consumos se observan cifras que prácticamente duplican al caso anterior, producto de una tipología con un volumen habitable que también duplica a la casa cajón. Estos valores significativos de demanda energética fueron verificados según simulación dinámica mediante EnergyPlus, registrándose variaciones levemente mayores al caso anterior, supuestas por las mismas cuestiones previamente mencionadas (véase Anexo VII y Anexo X).

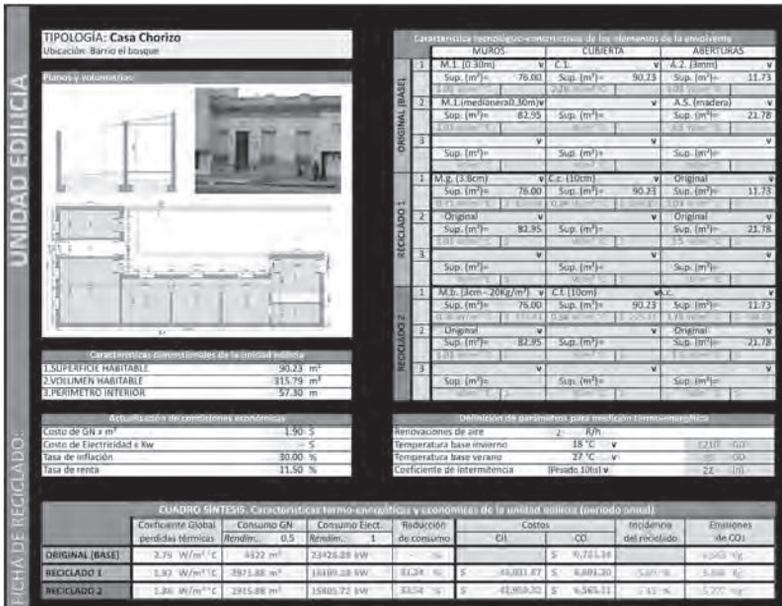


Figura 57. Ficha de unidad edilicia, cargada para la tipología de casa chorizo.

Evaluación energético-económica

Para el análisis energético-económico, nuevamente se completa la *ficha de Unidad Edilicia* (Figura 57), bajo condiciones similares a las establecidas para el análisis anterior. De esta manera, se obtiene la Tabla 16 y los gráficos costo-tiempo (Figura 58) empleados para la comparación de la situación original (base) respecto de la situación mejorada.

Los valores de tasa de inflación anual y tasa de renta se mantienen iguales que en el caso anterior, adoptándose un 30% y 11.50% respectivamente. Los costos anuales son mayores que en el caso anterior, por tratarse de una unidad edilicia de mayor volumen habitable por lo cual se considera un costo del gas natural (GN) en 1.90 \$/m³ de acuerdo a las tarifas de la empresa proveedora Camuzzi Gas Pampeana S.A. para la categoría residencial con

COSTO ACUMULADO

Inflación: Rentas:	ORIGINAL (BASE)			RECICLADO 1			RECICLADO 2					
	Costo CO mensual	Costo CO acumulado	Ganancia por renta promedio	Costo Total [CO-Rentas]	Costo CO mensual	CO acumulado \$ 1.90	Costo x perdida de renta	Costo Total [CO+CI]	Costo CO mensual	CO acumulado \$ 1.90	Costo x perdida de renta	Costo Total [CO+CI]
0	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
año 1	\$ 9,731	\$ 9,731	\$ -43,996	\$ -43,996	\$ 6,691	\$ 6,691	\$ 50,211	\$ 56,902	\$ 6,565	\$ 6,565	\$ 47,900	\$ 54,465
año 2	\$ 12,651	\$ 22,382	\$ -54,696	\$ -32,315	\$ 8,699	\$ 15,390	\$ 55,985	\$ 71,375	\$ 8,535	\$ 15,100	\$ 53,408	\$ 68,508
año 3	\$ 16,446	\$ 38,828	\$ -60,987	\$ -22,159	\$ 11,308	\$ 26,698	\$ 63,423	\$ 89,121	\$ 11,095	\$ 26,195	\$ 59,550	\$ 85,745
año 4	\$ 21,380	\$ 60,207	\$ -68,000	\$ -7,793	\$ 14,701	\$ 41,398	\$ 69,602	\$ 111,000	\$ 14,424	\$ 40,618	\$ 66,398	\$ 107,017
año 5	\$ 27,793	\$ 88,001	\$ -75,820	\$ 12,181	\$ 19,111	\$ 60,509	\$ 77,606	\$ 138,115	\$ 18,751	\$ 59,369	\$ 74,034	\$ 133,403
año 6	\$ 36,131	\$ 124,132	\$ -84,539	\$ 39,593	\$ 24,844	\$ 85,353	\$ 86,530	\$ 171,884	\$ 24,376	\$ 83,745	\$ 82,548	\$ 166,293
año 7	\$ 46,971	\$ 171,103	\$ -94,261	\$ 76,842	\$ 32,297	\$ 117,650	\$ 96,482	\$ 214,132	\$ 31,689	\$ 115,433	\$ 92,041	\$ 207,474
año 8	\$ 61,062	\$ 232,165	\$ -105,101	\$ 127,064	\$ 41,986	\$ 159,636	\$ 107,577	\$ 267,213	\$ 41,195	\$ 156,628	\$ 102,626	\$ 259,254
año 9	\$ 79,381	\$ 311,546	\$ -117,188	\$ 194,358	\$ 54,582	\$ 214,219	\$ 119,948	\$ 334,167	\$ 53,554	\$ 210,182	\$ 114,428	\$ 324,610
año 10	\$ 103,195	\$ 414,741	\$ -130,665	\$ 284,076	\$ 70,957	\$ 285,175	\$ 133,742	\$ 418,918	\$ 69,620	\$ 279,802	\$ 127,587	\$ 407,389
año 11	\$ 134,153	\$ 548,894	\$ -145,691	\$ 403,203	\$ 92,244	\$ 377,419	\$ 149,123	\$ 526,542	\$ 90,506	\$ 370,307	\$ 142,259	\$ 512,567
año 12	\$ 174,399	\$ 723,293	\$ -162,445	\$ 560,848	\$ 119,917	\$ 497,336	\$ 166,272	\$ 663,608	\$ 117,657	\$ 487,965	\$ 158,619	\$ 646,584
año 13	\$ 226,719	\$ 950,013	\$ -181,137	\$ 768,886	\$ 155,892	\$ 653,228	\$ 185,303	\$ 838,671	\$ 152,955	\$ 640,919	\$ 176,860	\$ 817,780
año 14	\$ 294,735	\$ 1,244,748	\$ -201,956	\$ 1,042,792	\$ 202,660	\$ 855,888	\$ 206,713	\$ 1,062,601	\$ 198,841	\$ 839,760	\$ 197,199	\$ 1,036,959
año 15	\$ 383,156	\$ 1,627,903	\$ -225,181	\$ 1,402,722	\$ 263,458	\$ 1,119,345	\$ 230,465	\$ 1,349,831	\$ 258,493	\$ 1,098,253	\$ 219,877	\$ 1,318,131
año 16	\$ 498,102	\$ 2,126,005	\$ -251,077	\$ 1,874,928	\$ 342,495	\$ 1,461,840	\$ 256,991	\$ 1,718,831	\$ 336,041	\$ 1,434,294	\$ 245,163	\$ 1,679,457
año 17	\$ 647,533	\$ 2,773,538	\$ -279,951	\$ 2,493,587	\$ 445,243	\$ 1,907,084	\$ 286,545	\$ 2,193,629	\$ 436,853	\$ 1,871,148	\$ 273,357	\$ 2,144,505
año 18	\$ 841,793	\$ 3,615,331	\$ -312,145	\$ 3,303,185	\$ 578,816	\$ 2,485,900	\$ 319,498	\$ 2,805,398	\$ 567,909	\$ 2,439,057	\$ 304,793	\$ 2,743,850
año 19	\$ 1,094,330	\$ 4,709,661	\$ -348,042	\$ 4,361,619	\$ 752,461	\$ 3,238,361	\$ 356,240	\$ 3,594,601	\$ 738,282	\$ 3,177,339	\$ 339,844	\$ 3,517,184
año 20	\$ 1,422,630	\$ 6,132,291	\$ -388,067	\$ 5,744,224	\$ 978,200	\$ 4,216,561	\$ 397,207	\$ 4,613,768	\$ 959,767	\$ 4,137,106	\$ 378,926	\$ 4,516,033
año 21	\$ 1,849,419	\$ 7,981,709	\$ -432,695	\$ 7,549,015	\$ 1,271,659	\$ 5,488,220	\$ 442,886	\$ 5,931,106	\$ 1,247,697	\$ 5,384,803	\$ 422,503	\$ 5,807,306
año 22	\$ 2,404,244	\$ 10,385,953	\$ -482,454	\$ 9,903,499	\$ 1,653,157	\$ 7,141,377	\$ 493,818	\$ 7,635,195	\$ 1,622,006	\$ 7,006,809	\$ 471,091	\$ 7,477,900
año 23	\$ 3,125,517	\$ 13,511,471	\$ -537,937	\$ 12,973,534	\$ 2,149,104	\$ 9,290,487	\$ 550,607	\$ 9,841,089	\$ 2,108,608	\$ 9,115,417	\$ 525,266	\$ 9,640,689
año 24	\$ 4,063,172	\$ 17,574,643	\$ -599,799	\$ 16,974,844	\$ 2,793,836	\$ 12,084,317	\$ 613,927	\$ 12,698,244	\$ 2,741,190	\$ 11,856,607	\$ 585,672	\$ 12,442,279
año 25	\$ 5,282,124	\$ 22,856,767	\$ -668,776	\$ 22,187,991	\$ 3,631,986	\$ 15,716,304	\$ 684,529	\$ 16,400,832	\$ 3,563,547	\$ 15,420,155	\$ 653,024	\$ 16,073,179

Tabla 16. Costos totales de situación original y propuestas de reciclado de la casa chorizo.



Figura 58. Curvas de costo en función del tiempo a 25 años de la casa chorizo.

consumos mayores a 1.800 m³ anuales¹¹¹. Los costos de inversión para cada elemento fueron calculados previamente y expuestos en las fichas de reciclado. Los costos totales acumulados en el tiempo se exponen en la Tabla 16 y en el gráfico costo-tiempo (Figura 58).

En este caso, se detecta que el Costo Inicial de Inversión para ambas propuestas de reciclado se amortiza en aproximadamente 14 años; bajo la misma hipótesis de que se mantiene constante la tasa de inflación y las tarifas de GN actuales. Este período de recuperación de la inversión similar al estimado en el análisis previo (de aproximadamente 17 años) es alentador, ya que verifica que una inversión inicial mayor (determinada por las mayores superficies de la unidad edilicia a reciclar) es acompañada de un ahorro también mayor; asegurándose una mediata amortización y una inmediata mejora en las condiciones higrotérmicas.

111 El valor se calcula a partir del costo del combustible para R3-4 (más de 1.800 m³) más impuestos estimados en un 20%, considerando las cargas impositivas y un mínimo subsidio, tal como en el caso anterior. Camuzzi Gas Pampeana S.A. http://www.camuzzigas.com/documentos/tarifas/1_Cuadros_Tarifarios_vigentes_a_partir_%20Agosto%20_2014.pdf. Visto 21/09/2014.

Conclusiones respecto de la selección y aplicación del reciclado en esta tipología

Mediante esta segunda aplicación se verifica que la metodología propuesta también resulta útil para el tratamiento sobre edificios con fachadas que requieran ser conservadas, ya sea por una decisión de lenguaje arquitectónico o por su valor simbólico-patrimonial. Para ello resulta conveniente seleccionar las opciones de reciclado interior, lo cual presenta como principal desventaja la reducción del espacio interior¹¹².

A continuación, se aplica la metodología de análisis a la última tipología seleccionada.

4.1.3.3. Aplicación sobre “monobloque”

Como última aplicación se trabaja sobre una unidad de vivienda correspondiente a la tipología de monobloque, previamente justificada. Se describen las estrategias de mejoramiento propuestas para dos opciones de reciclado de su envolvente (*Reciclado 5 y Reciclado 6*) transcribiendo los valores energéticos y económicos resultantes a una nueva “ficha de Unidad Edilicia” (Figura 59). Asimismo, se recuerda que la selección de estas propuestas se realiza a través de las fichas de reciclado para cada elemento, apoyados en el empleo del índice de eficiencia energético-económico como herramienta para simplificar la elección de los distintos espesores de aislación.

Para el caso del **Elemento MURO** en el monobloque:

RECICLADO 5: Se selecciona la estrategia M.a, por la cual se incorporan 5 cm de EPS de 20 Kg/m³ desde el exterior mediante la tecnología EIFS. Esta elección se debe a la simplicidad que

112 De todas maneras, esta condición no siempre es desfavorable ya que también permitiría reducir el volumen a calefaccionar, por ejemplo, bajando la altura del cielorraso; lo cual resulta beneficioso para contextos con importante predominancia de las estaciones frías.

presenta la fachada existente para la aplicación del reciclado en grandes superficies, trabajando con esta solución desde las caras exteriores.

RECICLADO 6: Se selecciona la estrategia M.b, incorporando el mismo espesor de 5cm de EPS de 20 Kg/m³, revestido con placas cementicias con pintura exterior. Esta opción resulta particularmente útil para las aplicaciones en grandes superficies, empleando estructura exterior de perfilería metálica fijada mecánicamente, la cual sostiene el EPS y las placas cementicias.

Para el caso del **Elemento CUBIERTA** en el monobloque:

RECICLADO 5: Se selecciona la estrategia C.d, incorporando 5 cm de EPS de 20 kg/m³ sobre la cubierta exterior, protegida con una capa de ripiolita. Esta opción de aislación exterior es muy eficiente en su prestación termo-energética, además de ser una de las opciones más económicas; reconociendo como principal inconveniente la necesidad de su aplicación en cubiertas poco transitadas.

RECICLADO 6: Se selecciona la estrategia C.f, incorporando 7.5 cm de LV bajo un nuevo cielorraso. Esta opción es una alternativa viable para los casos en que no sea conveniente afectar la cubierta desde su cara exterior.

Para el caso del **Elemento ABERTURAS** en el monobloque:

RECICLADO 5: Se mantienen las aberturas en su situación original, ya que cuentan con cortinas de enrollar de madera, con lo cual se obtienen valores de transmitancia térmica en el orden de lo exigido por la Ley N°13059.

RECICLADO 6: Se selecciona la estrategia A.a, sustituyendo el vidrio simple por DVH. Esta opción requiere de una mínima adaptación de las carpinterías existentes, por tratarse de vidrios de mayor espesor.

Esta información es sintetizada en la siguiente Tabla 17.

	ORIGINAL	RECICLADO 5	RECICLADO 6
Muro 0.20	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	Estrategia M.a Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ con sistema EFIS	Estrategia M.b. Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ y placas cementicias
	Trans.Term.	K=2.37 W/m² °C	K=0.54 W/m² °C
Costo		\$ 318.07 x m ²	\$ 425.71 x m ²
Muro 0.20 medianero	Situación original M.1 Ladrillo cerámico macizo, revocado en ambas caras	No se recicla	No se recicla
	Trans.Term.	K=1.19 W/m² °C	K=1.19 W/m² °C
Costo		-	-
Cubierta	Situación original C.4 Losa de hormigón armado in situ, sin cielorraso suspendido	Estrategia C.d Aislación exterior de 5 cm de EPS de 20 Kg/m ³ bajo rocas de ripiolita	Estrategia C.c Aislación interior de 7.5 cm de LV con nuevo cielorraso
	Trans.Term.	K=2.97 / 2.46 W/m² °C	K=0.35 / 0.34 W/m² °C
Costo		\$ 358.69 x m ²	\$ 215.68 x m ²
Aberturas	Situación original A.2 Ventanas de chapa con vidrio simple y cortinas de enrollar de madera	No se recicla	Estrategia A.a Sustitución de vidrio simple por doble vidriado hermético (DVH)
	Trans.Term.	K=5.82 / 2.78 W/m² °C	K=5.82 / 2.78 W/m² °C
Costo		-	\$ 928.89 x m ²

Tabla 17. Síntesis de situación original y propuestas de reciclado para el monobloque.

Luego se completa una nueva “ficha de Unidad Edilicia” (Figura 59) y se obtiene la *evaluación termo-energética* y la *evaluación energético-económica*, tal como en los casos anteriores.

Parámetros para la evaluación termo-energética

Los parámetros adoptados para los balances termo-energéticos se mantienen iguales a los previamente utilizados. A continuación se exponen los valores de energía auxiliar requeridos para la situación original (base) y las propuestas de reciclado (Tabla 18).

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 1	RECICLADO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
GN (c/calefactores TB)	2.141 m ³ /año	1.200 m ³ /año	1.196 m ³ /año
REDUCCIONES			
Reducción de consumo		43.98%	44.13%

Tabla 18. Consumos energéticos del monobloque.

Estos valores calculados según método estacionario IRAM son complementados con una simulación dinámica, en lo que se registran diferencias similares al primer caso (casa cajón), dentro del orden de lo lógico (véase Anexo VII y Anexo X).

Evaluación energético-económica

En cuanto al análisis energético-económico, se trabaja como en los casos anteriores manteniendo las mismas condiciones y supuestos. A continuación se expone la *ficha de Unidad Edilicia* correspondiente al monobloque (Figura 59) y la tabla (Tabla 19) y gráfico de costos en función del tiempo (Figura 60); adoptando un valor de GN de 1.45 \$/m³ en concordancia con los costos y consumos empleados en el primer análisis sobre la casa cajón.

Para este último caso se detecta una recuperación de la inversión inicial en aproximadamente 16 años, período similar a los casos anteriores. Así, se verifica que los tiempos de amortización son similares para los distintos casos, obteniéndose períodos mediatos en relación al equilibrio entre las distintas variables incluidas. Por

COSTO ACUMULADO

Inflación: Rentas: 30% 11.5%	ORIGINAL (BASE)				RECICLADO 1				RECICLADO 2			
	Costo CO mensual	Costo CO acumulado	Ganancia por renta promedio	Costo Total [CO-Renta]	Costo CO mensual	CO acumulado	Costo x perdida de renta 1.45	Costo Total [CO+CII]	Costo CO mensual	CO acumulado	Costo x perdida de renta 1.45	Costo Total [CO+CII]
0	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
año 1	\$ 3,679	\$ 3,679	\$ -33,905	\$ -30,226	\$ 2,061	\$ 2,061	\$ 34,040	\$ 36,101	\$ 2,056	\$ 2,056	\$ 36,170	\$ 35,287
año 2	\$ 4,783	\$ 8,462	\$ -37,804	\$ -29,342	\$ 2,679	\$ 4,740	\$ 37,955	\$ 42,695	\$ 2,672	\$ 4,728	\$ 37,653	\$ 42,381
año 3	\$ 6,218	\$ 14,680	\$ -42,151	\$ -27,471	\$ 3,483	\$ 8,224	\$ 42,319	\$ 50,543	\$ 3,474	\$ 8,202	\$ 41,984	\$ 50,185
año 4	\$ 8,083	\$ 22,764	\$ -46,999	\$ -24,235	\$ 4,528	\$ 12,752	\$ 47,186	\$ 59,938	\$ 4,516	\$ 12,718	\$ 46,812	\$ 59,529
año 5	\$ 10,508	\$ 33,272	\$ -52,404	\$ -19,132	\$ 5,887	\$ 18,638	\$ 52,613	\$ 71,251	\$ 5,871	\$ 18,589	\$ 52,195	\$ 70,784
año 6	\$ 13,661	\$ 46,933	\$ -58,430	\$ -11,497	\$ 7,652	\$ 26,291	\$ 58,663	\$ 84,954	\$ 7,632	\$ 26,221	\$ 58,197	\$ 84,418
año 7	\$ 17,759	\$ 64,692	\$ -65,150	\$ -458	\$ 9,948	\$ 36,239	\$ 65,409	\$ 101,648	\$ 9,922	\$ 36,143	\$ 64,890	\$ 101,033
año 8	\$ 23,087	\$ 87,779	\$ -72,642	\$ 15,137	\$ 12,933	\$ 49,171	\$ 72,931	\$ 122,103	\$ 12,898	\$ 49,041	\$ 72,353	\$ 121,394
año 9	\$ 30,013	\$ 117,792	\$ -80,996	\$ 36,796	\$ 16,812	\$ 65,984	\$ 81,318	\$ 147,302	\$ 16,768	\$ 65,809	\$ 80,673	\$ 146,482
año 10	\$ 39,017	\$ 156,809	\$ -90,310	\$ 66,499	\$ 21,856	\$ 87,840	\$ 90,670	\$ 178,510	\$ 21,798	\$ 87,607	\$ 89,950	\$ 177,558
año 11	\$ 50,722	\$ 207,531	\$ -100,696	\$ 106,835	\$ 28,413	\$ 116,253	\$ 101,097	\$ 217,350	\$ 28,338	\$ 115,945	\$ 100,795	\$ 216,240
año 12	\$ 65,939	\$ 273,469	\$ -112,276	\$ 161,193	\$ 36,937	\$ 153,190	\$ 112,723	\$ 265,913	\$ 36,839	\$ 152,784	\$ 111,829	\$ 264,613
año 13	\$ 85,720	\$ 359,190	\$ -125,188	\$ 234,002	\$ 48,018	\$ 201,208	\$ 125,686	\$ 326,895	\$ 47,891	\$ 200,675	\$ 124,689	\$ 325,364
año 14	\$ 111,436	\$ 470,626	\$ -139,584	\$ 331,041	\$ 62,424	\$ 263,632	\$ 140,140	\$ 403,772	\$ 62,258	\$ 262,933	\$ 139,028	\$ 401,961
año 15	\$ 144,867	\$ 615,493	\$ -155,636	\$ 459,856	\$ 81,151	\$ 344,783	\$ 156,256	\$ 501,039	\$ 80,935	\$ 343,868	\$ 155,016	\$ 498,883
año 16	\$ 188,327	\$ 803,820	\$ -173,535	\$ 630,285	\$ 105,496	\$ 450,278	\$ 174,226	\$ 624,504	\$ 105,216	\$ 449,084	\$ 172,843	\$ 621,928
año 17	\$ 244,823	\$ 1,048,643	\$ -193,491	\$ 859,154	\$ 137,144	\$ 587,423	\$ 194,262	\$ 816,684	\$ 136,781	\$ 585,805	\$ 192,720	\$ 815,585
año 18	\$ 318,273	\$ 1,366,918	\$ -215,743	\$ 1,151,175	\$ 178,288	\$ 765,710	\$ 216,602	\$ 982,312	\$ 177,815	\$ 763,680	\$ 214,883	\$ 978,563
año 19	\$ 413,755	\$ 1,780,672	\$ -240,553	\$ 1,540,119	\$ 231,774	\$ 997,484	\$ 241,511	\$ 1,238,996	\$ 231,160	\$ 994,840	\$ 239,595	\$ 1,234,435
año 20	\$ 537,881	\$ 2,318,553	\$ -268,217	\$ 2,050,337	\$ 301,306	\$ 1,298,791	\$ 269,285	\$ 1,568,076	\$ 300,508	\$ 1,295,347	\$ 267,148	\$ 1,562,495
año 21	\$ 699,245	\$ 3,017,798	\$ -299,062	\$ 2,718,737	\$ 391,698	\$ 1,690,489	\$ 300,253	\$ 1,990,742	\$ 390,660	\$ 1,686,007	\$ 297,870	\$ 1,983,877
año 22	\$ 909,019	\$ 3,926,817	\$ -333,454	\$ 3,593,364	\$ 509,208	\$ 2,199,697	\$ 334,782	\$ 2,534,479	\$ 507,858	\$ 2,193,865	\$ 332,125	\$ 2,529,990
año 23	\$ 1,181,724	\$ 5,108,542	\$ -371,801	\$ 4,736,741	\$ 661,970	\$ 2,861,667	\$ 373,282	\$ 3,234,949	\$ 660,215	\$ 2,854,080	\$ 370,320	\$ 3,224,399
año 24	\$ 1,536,242	\$ 6,644,784	\$ -414,558	\$ 6,230,226	\$ 860,561	\$ 3,722,228	\$ 416,209	\$ 4,138,437	\$ 858,280	\$ 3,712,359	\$ 412,906	\$ 4,125,266
año 25	\$ 1,997,114	\$ 8,641,898	\$ -462,232	\$ 8,179,666	\$ 1,118,729	\$ 4,840,958	\$ 464,073	\$ 5,305,031	\$ 1,115,763	\$ 4,828,123	\$ 460,391	\$ 5,288,513

Tabla 19. Costos totales de situación original y propuestas de reciclado del monobloque.

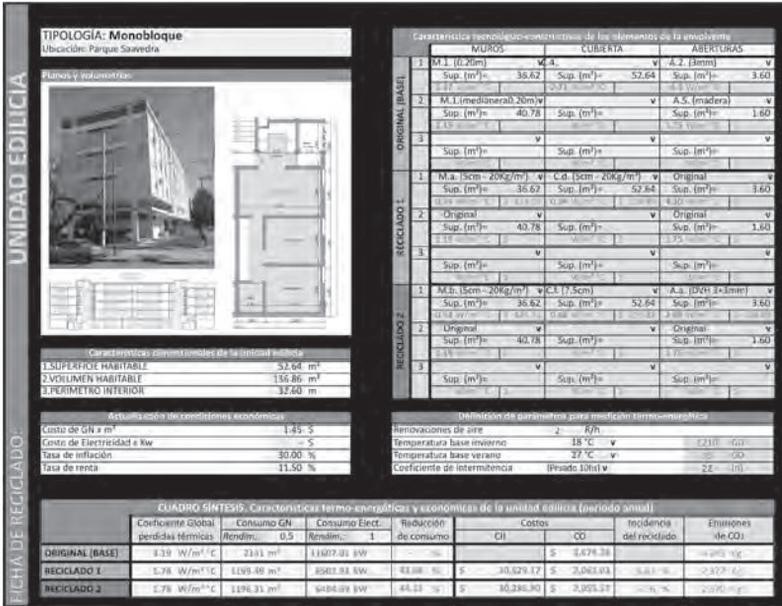


Figura 59. Ficha de unidad edilicia, cargada para tipología de monobloque.

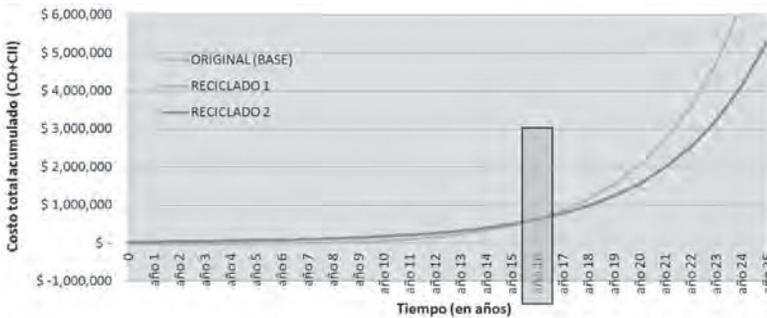


Figura 60. Curvas de costo en función del tiempo a 25 años del monobloque.

ejemplo: una vivienda de gran volumen habitable tiene tarifas altas de GN (del orden de 1.90 \$/m³) y requiere un CII elevado para su mejoramiento tecnológico-constructivo, pero la consecuente

disminución en la demanda y su reducción en el CO definen una amortización mediata como la obtenida en el ejemplo de la casa chorizo. Otro caso a mencionar es el evaluado en la casa cajón o el monobloque, cuyas demandas se encuentran en el orden de la mitad del caso de la casa chorizo, pero si bien el CII para el reciclado es menor, también lo es su recuperación económica anual llegando a la amortización en períodos similares.

Conclusiones respecto de la selección y aplicación del reciclado en esta tipología

En relación a la aplicación sobre esta tipología edilicia de monobloque, la metodología se ajustó a las características de la misma permitiendo una buena instrumentación en la aplicación de este caso. Del análisis se reconoce que cada unidad de vivienda presenta una mínima superficie expuesta al exterior (en relación a las unidades edilicias previamente analizadas), por lo cual la inversión inicial requerida para obtener la calidad termoenergética exigida en la Ley N°13059 es relativamente mínima. A su vez, la aplicación sobre estas tipologías en altura presentan la ventaja de que las estrategias seleccionadas pueden ser extensibles sobre una gran superficie sin incrementar la complejidad tecnológico-constructiva, obteniendo consecuentemente mayores reducciones en los Costos de Inversión Inicial, además de reducir sustantivamente las cargas térmicas y los costos operativos de climatización.

4.2. APLICACIÓN DE LOS RESULTADOS A ESCALA URBANA

En este apartado se aborda el nivel contextual a escala masiva, integrando las unidades edilicias en los mosaicos urbanos¹¹³ (Viegas, 2010). La adopción de mosaicos urbanos asociados a la cantidad de unidades tipológicas implantadas y sus tecnológicas representativas (como se ha adelantado en puntos anteriores), nos permite analizar y establecer el grado de viabilidad de la aplicación masiva, evaluar la magnitud de las mejoras y cuantificar los contrastes entre los ahorros energéticos estimados y los costos económicos de inversión y amortización, en cualquier contexto socio-económico determinado.

A partir de la detección de la representatividad porcentual de cada tipología residencial en los diversos mosaicos urbanos se multiplican las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo hacia un universo mayor, brindando respuestas de reciclado posibles para una gran parte del universo de análisis (la ciudad de La Plata, constituida por 259.729 viviendas según datos del INDEC de 2010). En este sentido y a los fines del ejercicio de aplicación, se trabaja sobre la cuantificación de la incidencia porcentual de una de las tipologías de los ejemplos analizados previamente, la casa cajón, y se establece como hipótesis teórica de ahorro los mismos valores porcentuales de reducción en el consumo energético obtenidos en el estudio de casos (Punto 4.1.3.1). Bajo estas inferencias, y a los efectos de mostrar metodológicamente la expansión del análisis, los valores obtenidos se aplican a cada una de las viviendas tipo “cajón”, estableciéndose así un valor estimativo de ahorro energético a escala urbana.

113 Esta herramienta fue desarrollada como una técnica de análisis de patrones morfológicos, tipológicos y energético-ambientales para determinar el comportamiento energético-ambiental de sectores urbanos de diferentes grados de consolidación urbana; en el marco de tesis de Graciela Viegas (Doctorado en Ciencias - Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta. 2010)

4.2.1. Representatividad tipológica en los mosaicos urbanos

El estudio de los mosaicos urbanos representativos (Viegas, 2010; Rodríguez, 2012) consta de dos etapas fundamentales. En la primera se analizan los distintos niveles de compacidad del mosaico, evaluando el grado de predominio de los volúmenes construidos sobre los espacios libres, y determinando la clasificación del tejido urbano en tres niveles de consolidación urbana: alta, media y baja. En la segunda etapa se realiza un relevamiento in situ para el reconocimiento de las tipologías edilicias.

En el marco de la primera etapa, se calculó que las áreas de alta consolidación representan aproximadamente el 2,2% de la extensión territorial urbana del partido de La Plata (169 hectáreas) con 123.156 habitantes (729 habitantes por hectárea); las áreas de consolidación media representan el 17,30% (1.332 hectáreas) con 154.061 habitantes (116 habitantes por hectárea); y las áreas de baja consolidación representan el 80,49% del total (6.196 hectáreas) con una población de 377.107 habitantes (61 habitantes por hectárea). De este modo, en un primer diagnóstico se registra un significativo predominio de la consolidación baja y media en el tejido urbano platense, con participación dominante de viviendas unifamiliares¹¹⁴.

A partir de estos datos, y a los fines de exponer una aplicación sobre ejemplos específicos, se considera un área representativa con características de consolidación media y baja, lo cual representa prácticamente el total del territorio de la ciudad de La Plata. Por lo tanto se selecciona el mosaico urbano comprendido en el barrio La Loma, que refleja estas características (Figura 61).

Para profundizar el análisis se llevó a cabo la segunda etapa, que contempla un trabajo de campo donde se relevó la edilicia y se estimó el peso tipológico. En conjunto, se detectó una

114 Datos verificados con el Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010, INDEC.

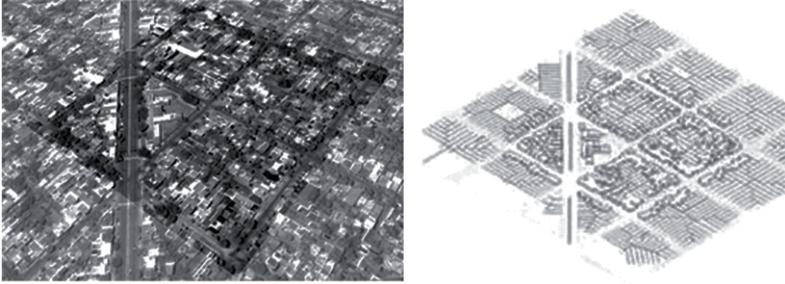


Figura 61. Mosaico urbano de estudio: imagen satelital y volumetría simplificada.

predominancia del 39.70% de las casas compactas de una planta, reconocidas en viviendas “tipo cajón” (desagregadas en: 18.70% con cubierta inclinada de chapa o teja, y 21% con cubierta plana de losa); mientras que las tipologías compactas de dos plantas constituyen el 14,6%. Las viviendas poco compactas representan el 12,7%. Y “otras” tipologías como comercios, galpones o casillas representan un 31,5% del relevamiento del mosaico de estudio. En la Figura 62 se muestran los valores de representatividad porcentual para las distintas tipologías¹¹⁵, destacándose la predominancia de la tipología compacta de una planta correspondiente a la “casa cajón”, con una representatividad del 39.70% en nuestro sector.

A partir del reconocimiento porcentual de cada una de las tipologías edilicias y la determinación de los valores de representatividad de la casa cajón, se procede a aplicar las cifras obtenidas con el mejoramiento tecnológico-constructivo a escala masiva. En consecuencia, se considera que si se recicla cada una de las viviendas de la tipología previamente mejorada, se estaría afectando el 39.70% de las unidades edilicias tipo cajón del mosaico seleccionado. Bajo el mismo criterio, se podría determinar la incidencia porcentual de la casa cajón en los distintos mosaicos urbanos que representan la ciudad de La Plata

115 La tipología “dúplex mixto” utilizada por Viegas (2010) se corresponde con la misma tecnología de la casa cajón, construida en dos niveles.

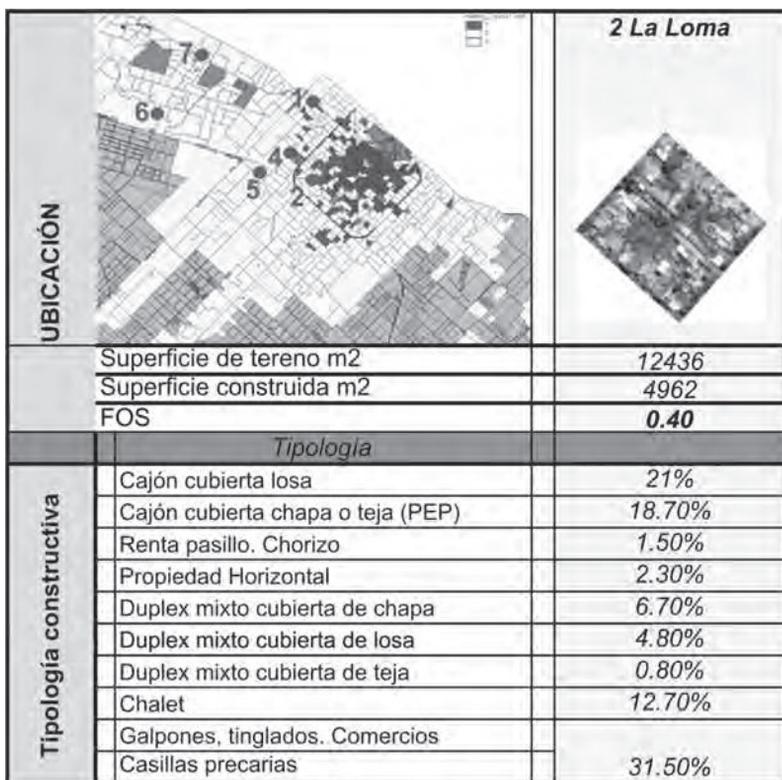


Figura 62. Características del mosaico urbano ubicado en barrio La Loma (Fuente: elaboración propia, con datos de Viegas, 2010).

para obtener estimaciones sobre el universo total de unidades residenciales.

Cabe aclarar que, si bien para este caso se trabaja sobre un mosaico urbano determinado, se entiende que con la metodología propuesta a nivel contextual se puede analizar y precisar a futuro la diversidad de mosaicos urbanos y establecer las representatividades definitivas a cada tipología en cada uno de ellos y en definitiva en toda la ciudad. Por lo que a los efectos de dimensionar un orden de valor al respecto, y sosteniendo esta suposición de representatividad de la “casa cajón” del 39.70% sobre el universo total de viviendas, se podría inferir una mejora

masiva sobre las 259.729 viviendas que constituyen la ciudad de La Plata.

Al respecto, el análisis de los distintos mosaicos urbanos (seleccionados y presentados en el Anexo I) ratifica la importante incidencia porcentual de esta tipología (con valores similares, entre 35 y 40%)¹¹⁶. Por lo cual, se asume esta representatividad de la casa cajón (del 39.70%) para la ciudad de La Plata, como hipótesis empleada a fines de mostrar estimaciones ilustrativas.

En consecuencia, este universo ampliado significaría una representatividad de 103.113 viviendas con mejoras inmediatas en su calidad higrotérmica y reducciones en su consumo energético del orden del 40% (como fue previamente obtenido en el Punto 4.1.3.1). Esta situación permitiría reducir sustantivamente parte de la demanda energética actual, y/o permitiría ampliar el abastecimiento a 41.245 viviendas (Figura 63) solamente trabajando con las casas cajón de La Plata.

Estos valores de viviendas afectadas son ilustrativos, de acuerdo a la hipótesis de representatividad antes aclarada. De todas maneras, desde una visión más general y suponiendo que se obtengan reducciones masivas del orden del 40% (como expansión del valor obtenido en la unidad edilicia), se llegaría concretamente a una reducción sustantiva de los insumos energéticos básicos por demanda para calefacción que, validados según algunos autores, significaría una reducción mayor al 20% del consumo residencial total (Bourges y Gil, 2012; Evans, 2005)¹¹⁷. Y a partir de ello se podría presumir en una importante reducción o cancelación en las *importaciones de Gas Natural* destinadas al sector residencial.

116 Esta importante predominancia tipológica de la casa cajón fue analizada previamente en el proyecto AUDIBAIRES (Rosenfeld, 1988), detectándose cifras que corroborar la hipótesis planteada.

117 Según Bourges y Gil (2012), la demanda energética actual para calefacción insume el 50% del total del sector residencial; mientras que Evans (2005) estableció una demanda nacional para calefacción del 58%. Por lo tanto, una reducción del 40% en estos valores determinaría una reducción media aproximada de 21.6% del total del consumo en el sector residencial.

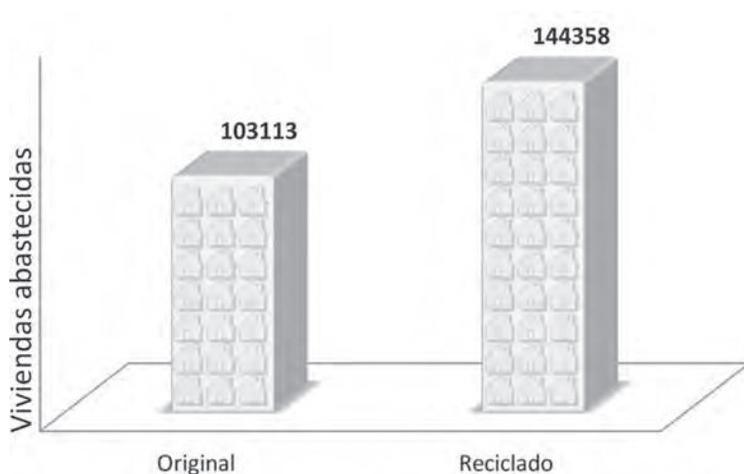


Figura 63. Universo de viviendas de casa cajón original abastecidos con provisión de GN y universo ampliado en el caso de implementar medidas de reciclado; con valores según hipótesis realizadas.

4.2.2. Integración energético-económica (a nivel contextual)

El análisis energético-económico sobre áreas urbanas (a nivel contextual) se trabaja desde la integración de las mejoras individuales (de ahorro en consumo y ahorro monetario) a la representatividad sobre el mosaico urbano (concretamente, multiplicando por el número de unidades existentes en el área de estudio seleccionada). Siguiendo el ejemplo de la “casa cajón” con su alta representatividad en el mosaico urbano y suponiendo adoptar esa representatividad al resto de los mosaicos que contienen al total del universo de viviendas, tal como se aclaró en el párrafo anterior, se pueden estimar ordenes de valores de ahorro aproximados; reconociendo que estos valores no son definitivos¹¹⁸, pero si permiten evaluar el alcance y la potencialidad del método y de las ventajas de establecer un reciclado a gran escala.

118 Dado que los mismos se tendrán una vez que los mosaicos urbanos hayan sido analizados en detalle y haya sido precisada cada representatividad tipológica definitiva.



Figura 64. Curvas de costo en función del tiempo a 25 años, a nivel de áreas urbanas. Casas cajón.

Consecuentemente para el caso de la casa cajón en análisis, se multiplican los 941 m³ de GN ahorrados (opción de ahorro del 40%, Reciclado 1) por las 103.113 unidades de “casas cajón” estimadas en La Plata (según la hipótesis establecida en el punto anterior), lográndose un ahorro anual de 97.029.333 m³ de GN. Al multiplicar este valor por el costo unitario de GN establecido en \$ 1.45/m³ se obtiene un ahorro anual de \$ 140.692.533. Por lo cual, el gráfico “costo-tiempo” sería igual al de la unidad edilicia con la diferencia en el incremento en los costos acumulados (Figura 64).

La magnitud del ahorro alcanzable y los tiempos de amortización (17 años) permiten inferir la importancia de comenzar a reflexionar respecto de la aplicación de estas medidas. Si se analizara la cantidad de viviendas que se podría reciclar utilizando el ahorro monetario implícito en este primer abordaje (casa cajón), se observa que esto permitiría comenzar a financiar el resto de los casos.

Si se estima la cantidad de viviendas que se podrían reciclar con este ahorro monetario, sólo como referencia, podemos afirmar lo siguiente:

Si se considera el monto ahorrado (\$ 140.692.533), y el costo individual del Reciclado 1 (R1: \$ 31.776) se obtiene como

resultado un total de 4.428 viviendas anuales a intervenir (sólo con el ahorro logrado en las tipologías cajón). Si se plantea la hipótesis de reinvertir los ahorros obtenidos a partir de la reducción de consumo en las 103.113 casas cajón al primer año, se lograría un proceso de reciclado progresivo en el tiempo que permitiría mejorar la calidad tecnológico-constructiva de gran parte de las viviendas de la ciudad de La Plata, en un período de aproximadamente 20 años¹¹⁹. Y a partir de entonces, se puede plantear la posibilidad de reducir en forma significativa la demanda energética.

Queda claro que sería factible plantear un programa masivo, por ejemplo de la tipología cajón, dada su representatividad en el universo y su sencilla replicabilidad. Esta situación en el marco económico-institucional de importación de recursos energéticos permitiría plantear una inversión inicial para comenzar dichas acciones, a los efectos de hacer eficiente la demanda, comenzar a autofinanciar el proceso y modificar definitivamente la matriz energética nacional.

Al respecto, se comprende que estas estimaciones son planteadas a partir de valores teóricos y situaciones ideales, resaltando su importancia desde su nivel de potencialidad y viabilidad.

Para profundizar sobre estos temas, desde el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido (IIPAC) se están llevando a cabo estudios orientados a conformar un año base del sector energético residencial de la ciudad de La Plata (Chévez, 2014; Martini, 2014). Los primeros resultados han determinado una media de consumo anual por hogar de 1.315 m³/año de GN¹²⁰, de lo cual un 42% es destinado para calefacción. Estos

119 La estimación de 20 años se obtuvo determinando el ahorro monetario que generan las casas cajón anteriormente recicladas (941 m³/año x \$ 1.45/m³ x 103.113 casas), valor que se divide por el costo unitario de reciclado (\$ 31.776,82). A su vez, cada año se incrementa el número de hogares reciclados por lo que se incrementa el valor ahorrado de manera progresiva.

120 Datos comparados con la media de consumo para Buenos Aires y CABA según la Secretaría de Energía de la Nación, que establece un valor de 1.150 m³/año de GN.

valores permitirán a futuro ajustar y mejorar las diferentes instancias de la metodología planteada y su instrumentación.

4.3. SÍNTESIS Y REFLEXIONES DEL CAPÍTULO 4

En este capítulo se planteó la selección de las unidades de análisis a partir de un conjunto de criterios según representatividad tipológica y complejidad tecnológico-constructiva. La elección de los casos se realizó evaluando las singularidades relacionadas con la representatividad, la simplicidad tecnológica, el valor simbólico-cultural, el hábitat individual y el hábitat colectivo con desarrollo vertical, en el marco de una aplicación masiva y sistemática.

En lo que respecta al análisis termo-energético de las unidades edilicias y sus componentes, se corrobora que los métodos establecidos por IRAM son propicios y particularmente útiles a los fines de una implementación masiva. Se trabajó en una valoración integral, permitiendo así abordar con sencillez diferentes tipologías edilicias y tecnologías, incluyendo una valoración en cuanto a la evaluación térmica-energética, consumos y costos. A partir de ello se pudo implementar una instrumentación simplificada y de rápida ejecución en los diferentes niveles de análisis (contextual, anclaje y componente).

En lo particular, respecto de los resultados obtenidos en las simulaciones termo-energéticas bajo normas IRAM (métodos estacionarios), se detectan valores lógicos acordes a condiciones óptimas de habitabilidad (con consumos sostenidos para asegurar las temperaturas base); y una variación relativamente sistemática entre estos valores y los obtenidos según las simulaciones dinámicas realizadas con EnergyPlus, reconociendo que la inclusión de la ganancia solar (directa e indirecta) y su influencia tanto en el entorno como en la materialidad del edificio minimizaría el consumo en forma no despreciable (al respecto, véase Anexo VII, Anexo XI y Anexo X). A partir de esto, se entiende que se podrían incluir constantes generales de ajuste que incorporen una aproximación de los valores de ganancias térmicas (variando según cada tipología) a los fines de obtener mayor precisión en las evaluaciones termo-energéticas para el presente trabajo,

sin renunciar a la agilidad y velocidad en la instrumentación, lo cual es requisito fundamental para este tipo de planteos de aplicación masiva. Estas constantes o valores de ajuste se podrían obtener para cada tipología realizando simulaciones dinámicas sobre un número representativo de unidades (en referencia al trabajo desarrollado por Lambert, citado anteriormente), mediante mediciones in situ y/o a través del Modelo Energético desarrollado por Guerrero (1983); instancias que plantean líneas para investigaciones futuras.

En cuanto a los aspectos energético-económicos, se reconocen resultados alentadores para el mejoramiento tecnológico-constructivo de la edificación existente en función de las condicionantes actuales de nuestro contexto. Se obtuvieron niveles de ahorro energéticos importantes, con implicancias económicas significativas tanto en montos de inversión, tiempos de amortización y posibilidades de autofinanciación en el análisis de implementación masivo. También se deben tener en cuenta las mejoras inmediatas de habitabilidad (tanto en invierno como en verano), y a nivel general la reducción de combustibles importados demandados por el sector residencial.

Por lo expresado, se observa que la propuesta metodológica e instrumental orientada a evaluar la eficiencia energética de la edificación construida en el marco del reciclado masivo de su envolvente muestra beneficios muy significativos, advirtiendo la necesidad de afrontar dicha temática a nivel nacional.

Paralelamente, a los efectos de establecer y verificar las tecnologías propuestas en las diferentes tipologías analizadas en este capítulo, se realizaron ensayos en laboratorio de los componentes constructivos más representativos. Se instrumentó una serie de mediciones de transmitancia térmica en probetas que reproducen el estado actual de los componentes constructivos y con las mejoras propuestas de reciclado; aplicándose para tal fin la metodología de caja caliente. Consecuentemente, en el capítulo siguiente se desarrollan diferentes tipos de ensayos, se detalla el método de caja caliente, y se muestran y verifican las diferentes tecnologías

a partir de la construcci3n de probetas estndares; y en el Anexo IX se muestra la ejecuci3n del reciclado de una vivienda de plan social en la localidad de Berisso.

CAPÍTULO 5

VERIFICACIÓN Y ENSAYO DE LAS TECNOLOGÍAS PROPUESTAS PARA EL RECICLADO EDIFICIO MASIVO

AUTORES: 193

Graciela Melisa Viegas,
Juan Ignacio Jodra,
Lucas Gastón Rodríguez

COLABORADORES:

Micaela Andersen

5.1. ENSAYOS DE LAS ESTRATEGIAS TECNOLÓGICAS DE RECICLADO DE LA ENVOLVENTE

En el análisis del parque habitacional de la ciudad de La Plata se detectaron diversas tipologías y sistemas constructivos cuya representatividad ha permitido, en los capítulos anteriores, avanzar sobre el reciclado de las unidades edilicias. A partir de los aspectos teórico-conceptuales se instrumentó un estudio teórico sobre los sistemas constructivos y los componentes de las unidades edilicias más representativas de la región de La Plata (casa cajón, casa chorizo, monobloque); y se trabajó sobre su situación de base para luego desarrollar las estrategias de reciclado masivo más adecuadas y eficientes.

En las etapas iniciales de la metodología propuesta se evaluó en forma teórica el desempeño térmico de los sistemas constructivos de los elementos de la envolvente edilicia, a partir de planillas de cálculo tipo Excel, lo que permitió conocer los valores de transmitancia térmica de cada uno. Basándose en valores tabulados de conductividad térmica, se calculó la resistencia térmica a partir del espesor de cada capa del sistema constructivo y, en base a ella y a las resistencias térmicas superficiales, intersticiales y de las cámaras de aire, se calculó el valor de transmitancia térmica de cada sistema constructivo a partir de los cálculos estipulados en la Norma IRAM.

Entendiendo que toda consideración teórica simplificada puede presentar variaciones respecto del comportamiento real de los materiales, se vio la necesidad de instrumentar ensayos experimentales para verificar y/o ajustar los valores de referencia de transmitancia térmica de los sistemas conocidos y, a su vez, verificar la factibilidad constructiva de los sistemas de base y sus mejoramientos. Para tal fin, se realizaron ensayos con el método de la “caja caliente”, midiendo probetas en escala 1:1. Se reprodujeron las diferentes materializaciones en su situación actual, y con la implementación de las mejoras en su transmitancia térmica. En

base al conocimiento y análisis de los distintos métodos de ensayo para la determinación de la transmitancia térmica existentes, se diseñó y construyó una unidad específica basada en la medición del flujo de calor en régimen estacionario.

En este capítulo, se muestra una síntesis de las variantes constructivas actuales más usuales; sus posibles estrategias de reciclado para cada uno de los elementos de la envolvente; los ensayos en situación base y con mejoras; y los estudios comparativos entre los valores experimentales y teóricos¹²¹. El análisis incluye las temperaturas medias obtenidas en cada capa del sistema constructivo, información detallada que no se obtiene en forma teórica. Los ensayos se realizan en el Laboratorio de Modelos y Diseño Ambiental perteneciente al Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido.

En cuanto a la construcción de probetas y propuestas de reciclado se han tenido en cuenta en todos los casos los siguientes criterios de resolución:

- i. *Simpleza y eficiencia en la concreción del reciclado*: se refiere a criterios de sencilla resolución y adaptación tecnológico-constructiva potenciada desde sus características de pureza formal y simplicidad en el lenguaje, lo que facilita la ejecución y las técnicas requeridas para su reciclado. En este caso, se priorizan las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo con aislación exterior, manteniendo la esencia del lenguaje original, obteniéndose mayores beneficios en términos de aislación, inercia térmica, eliminación de puentes térmicos y reducción del riesgo de condensación.
- ii. *Conservación del lenguaje arquitectónico original*: en aquellas unidades edilicias con lenguajes arquitectónicos de importante valor estético, simbólico y patrimonial al

121 A modo de complemento se presenta un ejemplo de vivienda reciclada a los mismos fines, en el marco del proyecto CONICET, PIP 112-01101-00097. Anexo IX: “Ejemplo empírico de reciclado edilicio en una vivienda de la localidad de Berisso”.

que hay que preservar, el criterio de reciclado a tener en cuenta prioriza las resoluciones con aislación interior, a los efectos de preservar el lenguaje exterior.

En cuanto a los diferentes espesores a implementar, cada adopción se fundamenta a partir de los valores máximos del *índice de eficiencia energético-económico* (I_E). Dicha herramienta permitió (ver Capítulo 4) cumplir como mínimo con los valores máximos admisibles de transmitancia térmica en nivel B Norma IRAM N°11605 (1996), en concordancia con los requerimientos según Ley 13059 de la Provincia de Buenos Aires.

A continuación se detallan los componentes analizados desagregados en Muros, Cubiertas y Aberturas.

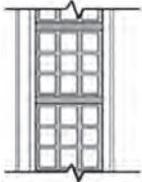
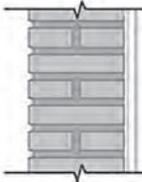
5.1.1. Situación original y mejoras del elemento MURO

Las *tecnologías representativas* en su situación original (de base) para este elemento se presentan en el Cuadro 1.

Estos tres sistemas constructivos resumen las condiciones usuales en las envolventes de muros, observándose en las construcciones de mayor antigüedad el muro de ladrillo común de 0.20 y 0.28 m; mientras que en la actualidad, las construcciones se desarrollan generalmente con muros de ladrillo hueco no portante de 0.22 m de espesor.

Las *propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivas de Muros* se describen a continuación:

- **Aislación exterior con EPS y sistema tipo EIFS:** El sistema EIFS (Exterior Insulation Finished System), también conocido como SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior), se compone por planchas de poliestireno expandido (EPS) que se fijan al muro existente por medio de adhesivo (o fijaciones mecánicas), para luego aplicar sobre éstas una capa de *base coat* (mezcla de polímeros acrílicos y cemento pórtland). Para darle resistencia mecánica se refuerza dicha capa con una malla de

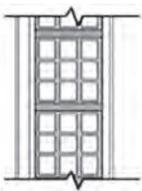
<p>1. MURO DE LADRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	<p>2. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	<p>2. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO</p>
 <p>Espesor 0.22 m</p>	 <p>Espesor 0.20 m</p>	 <p>Espesor 0.28 m</p>
<p>DESCRIPCIÓN (desde el interior)</p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Pintura látex al agua • Revoque interior grueso y fino a la cal • Ladrillo cerámico hueco (18x18x33 cm) • Azotado hidrófugo • Revoque exterior grueso y fino a la cal • Pintura látex para exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura látex al agua • Revoque interior grueso y fino a la cal • Ladrillo cerámico macizo (12x5x24 cm aprox.) • Azotado hidrófugo • Revoque exterior grueso y fino a la cal • Pintura látex para exteriores 	<ul style="list-style-type: none"> • Pintura látex al agua • Revoque interior grueso y fino a la cal • Azotado hidrófugo • Ladrillo cerámico macizo visto (12x5x24 cm aprox.) • Impermeabilización exterior de silicona

Cuadro 1. Tecnologías representativas en su situación original (de base) para el elemento MURO.

fibra de vidrio que cubre toda la superficie del EPS. El acabado final se realiza con un revestimiento plástico (mezcla de áridos y polímeros con color incorporado) cubriendo toda la superficie del mismo; o bien se puede recurrir también a una pintura exterior.

• **Aislación exterior con EPS y placas cementicias:** Este sistema se compone de placas de EPS desde la cara exterior, protegidas mecánicamente con placas cementicias de 10 mm de espesor sobre estructura metálica. Como revestimiento exterior se debe optar por revestimiento plástico texturado o simplemente pintura látex para exteriores.

• **Aislación interior con LV y placas de yeso:** Este sistema se compone de aislación interior con lana de vidrio (LV), protegidas mecánicamente con placas de roca de yeso de 12 mm sobre estructura metálica, que se presentan con una terminación final de pintura látex para interiores.

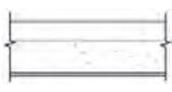
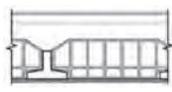
MUROS			
Situación original			
Mejoras	1. Ladrillo hueco no portante, revocado ambas caras (0.22 m) K=1,605 W/m² °C	2. Ladrillo común revocado ambas caras (0.20 m) K=2,370 W/m² °C	3. Ladrillo hueco int. revocado y ext. visto (0.28 m) K=2,125 W/m² °C
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y SISTEMA TIPO EIFS	1.a. (5 cm de EPS) K=0,485 W/m² °C	2.a. (5 cm de EPS) K=0,537 W/m² °C	
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS	1.b. (5 cm de EPS) K=0,484 W/m² °C	2.b. (5 cm de EPS) K=0,536 W/m² °C	
AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y PLACAS DE YESO	1.c. (7.5 cm de LV) K=0,396 W/m² °C	2.c. (7.5 cm de LV) K=0,430 W/m² °C	3.c. (7.5 cm de LV) K=0,421 W/m² °C

Cuadro 2. Planilla síntesis con los tipos de muros y sus mejoramientos tecnológico-constructivos. Se determinan además los valores teóricos de transmitancia térmica de cada sistema completo.

A partir de lo descripto, se seleccionarán según el caso las estrategias de mejoramiento con intervención exterior o interior. En el Cuadro 2 se puede observar cada tipo de muro y sus propuestas de mejoramiento.

5.1.2. Situación original y mejoras del elemento CUBIERTA

Las *tecnologías representativas* en su situación original (de base) para este elemento son las que se presentan en el Cuadro 3.

4. CUBIERTA CHAPA ONDULADA (HIERRO GALVANIZADO)	5. CUBIERTA TEJA FRANCESA (CERÁMICA)	6. CUBIERTA LOSA HORMIGÓN ARMADO COLADA IN SITU	7. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" CERÁMICO
			
DESCRIPCIÓN (desde el interior)			
<ul style="list-style-type: none"> • Cielorraso de yeso suspendido • Estructura de tirantería de madera • Entablonado o machimbre de 3/4" • Membrana de aislación hidrófuga • Listones y clavaderas • Chapa ondulada de H°G° 	<ul style="list-style-type: none"> • Estructura de tirantería de madera • Entablonado de machimbre de 3/4" • Membrana de aislación hidrófuga • Listones y clavaderas • Teja cerámica tipo francesa 	<ul style="list-style-type: none"> • Cielorraso de yeso aplicado • Losa de H°A° • Contrapiso cascote • Aislación hidrófuga • Carpeta cementicia 	<ul style="list-style-type: none"> • Cielorraso de yeso aplicado • Ladrillo cerámico tipo "sapo" • Capa de compresión de H°A° • Contrapiso cascote • Aislación hidrófuga • Carpeta cementicia

Cuadro 3. Tecnologías representativas en su situación original (de base) para el elemento CUBIERTA

Los sistemas constructivos presentados para las cubiertas se utilizan en forma usual en el caso de estudio. En relación a las cubiertas inclinadas, tanto las de chapa ondulada como las de teja francesa son de uso corriente, aunque la primera es de mayor representatividad. En cuanto a las cubiertas planas, ambas son de elevada representatividad, aunque en la actualidad la losa con vigueta y ladrillo sapo se ha popularizado gracias a su facilidad constructiva y buena respuesta mecánica.

Las *propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivas de cubiertas* se describen en forma genérica a continuación:

- **Aislación exterior con EPS bajo cubierta existente:** Esta estrategia para cubiertas inclinadas propone una alternativa de aislación mediante la colocación de placas de EPS entre el entablonado o machimbre y la cubierta original, ya sea esta de chapa o tejas.

- **Aislación exterior con EPS (para chapa ondulada) y carpeta cementicia:** Esta estrategia trabaja con Isoplacas, que son placas de EPS para aislación térmica en cubiertas livianas no ventiladas, con una cara con curvatura. Estas placas de EPS brindan, a bajo costo, una solución a las deficiencias de aislación térmica en cubiertas livianas, obteniéndose de este modo un buen confort higrotérmico todo el año, un ahorro de energía en climatización, además de prevenir daños estructurales y funcionales de la cubierta.

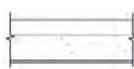
- **Aislación exterior con EPS y carpeta cementicia:** Este sistema para cubiertas planas se denomina de “techo invertido”, trabajando con la aislación térmica sobre la hidrófuga. Requiere como terminación de una protección mecánica, brindada por la carpeta de cemento armado. Estos sistemas son los que mejor comportamiento térmico aportan al conjunto, evitando puentes térmicos y reduciendo el riesgo de condensación.

- **Aislación interior con lana de vidrio y cielorraso suspendido:** La colocación de un nuevo cielorraso suspendido con aislación térmica es relativamente sencilla en cuanto a su ejecución; pero se deben agregar barreras de vapor como elementos que reduzcan el riesgo de condensación en la medida de lo posible.

A partir de las alternativas propuestas, en el Cuadro 4 se describen los tipos de Cubiertas en situación de base y con las mejoras.

5.1.3. Situación original y mejoras del elemento ABERTURA

Para el caso de **aberturas**, no se han realizado aún los ensayos, dado que las características del método de medición utilizado no resulta apropiado para medir elementos de escaso espesor y alta conductividad térmica. Este es el caso del vidrio o los metales. En consecuencia, los elementos de abertura y sus mejoramientos quedarán expresados en forma teórica en el Cuadro 5. La *tecnología* representativa del parque edilicio existente mayoritariamente incluye un vidrio simple de 4 mm, con diversidad de marcos.

CUBIERTAS				
Estado original				
Situación mejorada	4. Chapa galvanizada, con cielorraso suspendido K (inv.)=2,606 K (ver.)=1,906	5. Teja francesa, con cielorraso de machimbre visto K (inv.)=4,283 K (ver.)=3,295	6. Losa hormigón armado y cielorraso aplicado K (inv.)=2,965 K (ver.)=2,455	7. Losa con viguetas y ladrillo sapo cerámico K (inv.)=1,744 K (ver.)=1,554
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE	4.a. (5 cm de EPS) (1) K (inv.)=0,552 K (ver.)=0,512	5.a. (5 cm de EPS) (2) K (inv.)=0,602 K (ver.)=0,577		
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS (PARA CHAPA ONDULADA) Y CARPETA CEMENTICIA	4.b. (6 cm de EPS) K (inv.)=0,462 K (ver.)=0,434			
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y CARPETA CEMENTICIA			6.a. (6 cm de EPS) K (inv.)=0,475 K (ver.)=0,460	7.a. (6 cm de EPS) (1) K (inv.)=0,489 K (ver.)=0,473
AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y CIELORRASO SUSPENDIDO	4.c. (7,5 cm de LV) K (inv.)=0,438 K (ver.)=0,413	5.b. (7,5 cm de LV) K (inv.)=0,469 K (ver.)=0,454	6.b. (7,5 cm de LV) K (inv.)=0,447 K (ver.)=0,434	7.b. (7,5 cm de LV) (3) K (inv.)=0,404 K (ver.)=0,393

Cuadro 4. Planilla síntesis con los tipos de cubierta y sus mejoramientos tecnológico-constructivos. Se determinan además los valores de transmitancia térmica teóricos de cada sistema completo.

Notas:

- (1) Para este caso de aplicación, el espesor de aislación recomendado para que cumpla con el nivel B de IRAM y obtenga el mejor coeficiente de elasticidad es de 6 cm. Sin embargo se adopta 5 cm por la facilidad constructiva de las probetas.
- (2) Para este caso de aplicación, el espesor de aislación recomendado para que cumpla con el nivel B de IRAM y obtenga el mejor coeficiente de elasticidad es de 7 cm. Sin embargo se adopta 5 cm por la facilidad constructiva de las probetas.
- (3) Para este caso de aplicación, el espesor de aislamiento recomendado para que cumpla con el nivel B de IRAM y obtenga el mejor coeficiente de elasticidad es de 10 cm. Sin embargo se adopta 7,5 cm por la facilidad constructiva de las probetas.

ABERTURAS	
	8. Vidrio simple de 4 mm $K=5,817 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
COLOCACIÓN DE CORTINA DE ENROLLAR EXTERIOR	8.a. (madera, 0,5 cm) $K=2,780 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
COLOCACIÓN DE POSTIGOS	8.b. (madera, 1 cm) $K=2,648 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$
COLOCACIÓN DE CARPINTERÍA EN PARALELO	8.c. (cámara de aire 5/10 cm) $K=2,909 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

Cuadro 5. Planilla síntesis con los tipos de abertura y sus mejoramientos tecnológico-constructivos. Se determinan además los valores de transmitancia térmica teóricos de cada sistema completo

Para nuestro análisis sólo se consideró el área traslúcida y la intervención a nivel de vanos.

Ante la diversidad de aberturas las *propuestas viables de mejoramiento* son:

- **Colocación de cortina de enrollar exterior:** Esta estrategia incorpora de manera sencilla una mejora en el comportamiento térmico de la abertura mediante una cortina de enrollar o persiana exterior de aluminio inyectada con poliuretano, que se comercializa en cajón cerrado (hermético).
- **Colocación de postigos:** Esta estrategia incluye mejoras en el comportamiento térmico de las aberturas a través de la incorporación de postigos exteriores de madera. Los mismos requieren de burletes para obtener un control mínimo de las infiltraciones.
- **Colocación de carpintería en paralelo:** Esta opción se basa en la incorporación de una segunda carpintería colocada en paralelo a la original, como estrategia de regulación de las pérdidas térmicas por transmitancia y por infiltraciones. Por lo cual se emplea una

segunda carpintería de aluminio estándar (tipo línea “Herrero”) corrediza, con vidrio simple.

A partir de ello, se seleccionan las estrategias de mejoramiento a ser aplicadas a cada situación original (base) como caso de aplicación posible sin modificar su condición estética y constructiva y de acuerdo a su factibilidad. En el Cuadro 5 se puede observar cada tipo de abertura.

En base a la síntesis realizada sobre cada elemento, sus variantes y sus posibilidades de reciclado, se decidió para este capítulo seleccionar algunas de ellas en función de contar con un número abarcable y representativo de muestras a ensayar.

5.2. SELECCIÓN DE LOS CASOS A ENSAYAR

Para el elemento **muro** se trabaja con seis muestras o “probetas”:

- i. Muro de ladrillo hueco no portante revocado de 0,22 m como probeta base (*probeta 1*), al que se le realizaron dos intervenciones de mejoramiento, una incorporando sistema EIFS (*probeta 1.a.*) y otra incorporando lana de vidrio interior (*probeta 1.c.*).
- ii. Muro de ladrillo macizo revocado de 0,20 m (*probeta 2*) al que se le incorporan las mismas dos estrategias de mejoramiento, sistema EIFS (*probeta 2.a.*) y otra incorporando lana de vidrio interior (*probeta 2.c.*).
- iii. Con respecto al muro de ladrillo macizo de 0,28 m de espesor, dado que presenta similitudes con la probeta 2 (similitudes constructivas y valores de transmitancia térmica cercanos), se decidió no considerarlo en este ensayo experimental.

Para el elemento **cubierta** se trabaja con nueve probetas:

- i. Techo de chapa galvanizada con cielorraso suspendido como elemento base (*probeta 4*) al que se realizan dos intervenciones de mejoramiento: incorporar EPS del lado externo levantando la chapa (*probeta 4.a.*), e incorporar lana de vidrio del lado interior (*probeta 4.c.*).
- ii. Cubierta de teja francesa, con cielorraso de machimbre visto como probeta de base (*probeta 5*), a la que se le realizan dos intervenciones de mejoramientos, uno incorporando EPS del lado externo levantando la teja (*probeta 5.a.*), el otro incorporando lana de vidrio con cielorraso suspendido (*probeta 5.c.*).
- iii. Losa con vigueta y ladrillo sapo cerámico como probeta de base (*probeta 7*), a la que se le incorporaron dos mejoramientos, una implementando EPS del lado externo tipo techo invertido (*probeta 7.a.*), y la otra incluyendo lana de vidrio con cielorraso suspendido (*probeta 7.b.*).

En síntesis, se tienen un **total de quince probetas** dispuestas para su medición y para la constatación de su capacidad de aislamiento térmico. Cada probeta requiere ajustes para su medición a través del sistema de caja caliente.

A continuación se describen distintos sistemas de medición del flujo de calor, y a partir de sus características, capacidades y alcances del proyecto se detalla el sistema adoptado (caja caliente).

5.3. SISTEMAS DE MEDICIÓN DEL FLUJO DE CALOR

Existen diversos sistemas desarrollados a nivel nacional e internacional. Algunos son de carácter comercial; otros están instalados en organismos públicos capaces de certificar sus mediciones según normativas nacionales e internacionales; y otros son de carácter experimental desarrollados en ámbitos universitarios y/o por grupos de investigación y/o transferencia de tecnologías. Básicamente responden a dos métodos de medición en estado estacionario. Uno se basa en la medición directa del flujo de calor, conocida como Heat Flow Meter (HFM) y consiste en ubicar el elemento a ensayar entre una fuente caliente y una fuente fría y medir el flujo de calor que pasa a través de él. El otro, denominado método de caja caliente con guardado, Guarded Hot Plate (GHP), obtiene el flujo de calor de manera indirecta. Utiliza una cámara de medición calefaccionada, rodeada por una cámara de guarda exterior en la que la temperatura se mantiene controlada para minimizar el flujo de calor hacia la misma (ver Figura 65).

A nivel institucional y de certificación, se realiza este tipo de ensayos en el área “Construcciones” del Instituto Nacional de Tecnologías Industriales (INTI) de Argentina, que posee dos

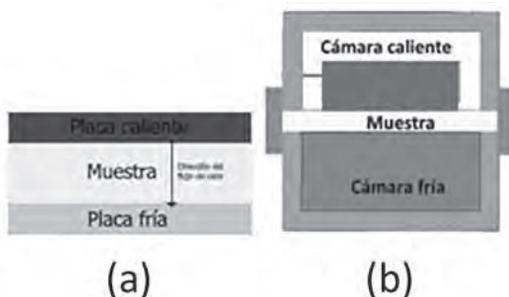


Figura 65. Esquema síntesis de los métodos involucrados en los sistemas de medición de transmitancia térmica de materiales. (a) Heat Flow Meter (HFM, medidor de flujo de calor) y (b) Guarded Hot Plate (GHP, placa de guarda caliente). Fuente: elaboración propia.

equipos para realizar las evaluaciones de transmitancia térmica mediante los dos métodos mencionados. El uso del GHP se especifica en las normas IRAM 11564:1997; ASTM C177 e ISO 8302. El uso del HFM se especifica en las normas IRAM 1860:2002; ASTM C518 e ISO 8301. Ambos tienen el beneficio de permitir a los desarrolladores de sistemas constructivos en el país, tanto empresas como privados, obtener una medición certificada de sus productos para asegurar sus características térmicas.

Como sistema comercial a nivel internacional se encuentra el HMF 300/1 LINSEIS (Heat flow meter instrument, Thermal Conductivity Analyzer), con el cual se realizan pruebas automatizadas a una temperatura prefijada en el rango de 0-60°C (temperatura operativa), sin intervención del operador, para muestras estándar de 305 mm x 305 mm y espesor hasta 100 mm; destacando como principal inconveniente su elevado costo.

En ámbitos universitarios y de investigación se han relevado tres sistemas experimentales, con diferentes configuraciones y prestaciones.

Un primer equipo fue desarrollado por el Departamento de Materias Básicas y el Departamento de Ingeniería Civil de la Facultad Regional Rafaela, Universidad Tecnológica Nacional de Santa Fe. Dentro de sus características se destaca que es de reducido volumen, con una superficie de medición de 300 x 300 mm y un espesor de 20 a 30 mm de probeta. Es de fácil autoconstrucción y permite realizar ensayos comparativos con otros laboratorios, pero no permite la medición de sistemas constructivos multicapa ya que tiene un reducido espesor de probeta.

El segundo equipo fue desarrollado por el Instituto de Investigaciones en Biodiversidad y Medioambiente-INIBIOMA-CONICET y UNCOMA Bariloche. Es de geometría cilíndrica para la medición de aislación térmica de materiales al granel. También es de construcción sencilla y bajos recursos pero presenta la imposibilidad de ensayar sistemas constructivos que respondan a muros o cubiertas de edificios.

El tercer sistema es el utilizado para este trabajo, desarrollado por el Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata-IIPAC-FAU-UNLP, el cual da respuesta a la necesidad de ensayar materiales y sistemas constructivos que reproduzcan la envolvente edilicia.

5.3.1. Características del sistema utilizado en los ensayos

El equipo de medición utilizado está basado en el método de medición HFM: se dispone la muestra entre una placa fría y una caliente, y se mide el flujo de calor que pasa a través de ella, una vez logrado el régimen estacionario de temperaturas entre ambas caras de la probeta. Consiste en una unidad frigorífica ubicada en el extremo frío, una estructura calada de EPS en el que se inserta y aísla la probeta, y una fuente generadora de calor en el extremo caliente. En el baricentro se ubica el sensor de flujo (Heat Flow Sensor F-005-T-3) y las termocuplas tipo T (cobre-constantan) que registran las temperaturas de capa para determinar el estado estacionario. Logrado éste, se realizan los cálculos y se obtiene el coeficiente de transmitancia térmica (K) del componente ensayado y su conductividad ($W/m^{\circ}K$). Es importante tener en cuenta que la diferencia térmica entre la cara caliente y la fría tiene que lograr un salto térmico de $20^{\circ}C$ a los efectos de establecer un régimen estacionario estable y un flujo térmico intenso para que el método sea fiable.

La dimensión adoptada para las probetas corresponde a la máxima posible en relación a la geometría de la unidad enfriadora, siendo de 400 mm de ancho por 400 mm de alto, admitiendo un espesor de probetas variable.

Como fuente caliente se utilizó una resistencia eléctrica plana (almohadilla térmica Large AL81 SILFAB) insertada en la tapa de cierre del sistema. Sobre ésta se ubicó una plancha de cobre para establecer un flujo radiante distribuido y homogéneo. Como fuente fría se empleó un equipo frigorífico comercial MABE

HMA 122 FC B, al que se le desmontó de la puerta principal para insertar la estructura calada de poliestireno. El espesor de dicha estructura dependerá del espesor de la probeta a ensayar, adosando planchas ensambladas mecánicamente (Figuras 66, 67 y 68).

5.3.2. Metodología de medición

La medición de las temperaturas se realizó por medio de termocuplas localizadas, dos en la superficie de la probeta: una

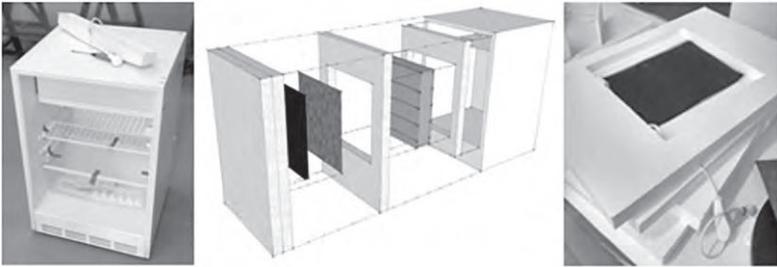


Figura 66. Síntesis conceptual e imágenes del sistema de medición empleado. Fuente: elaboración propia.

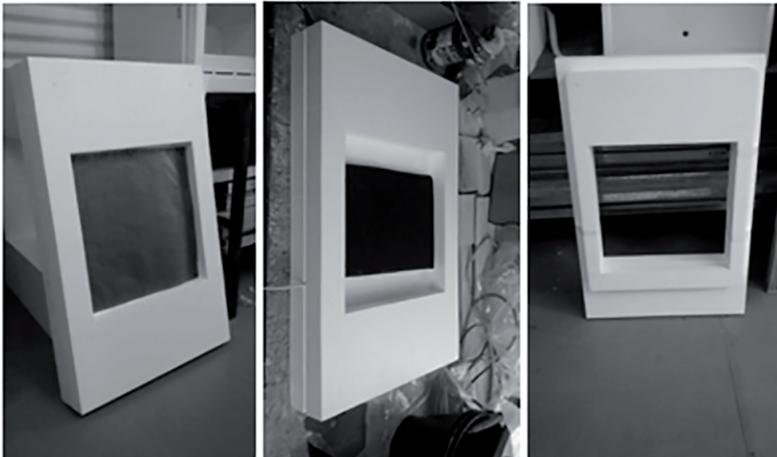


Figura 67. Unidad calefactora, cobertura de chapa de cobre y bastidor de sostén de la probeta.

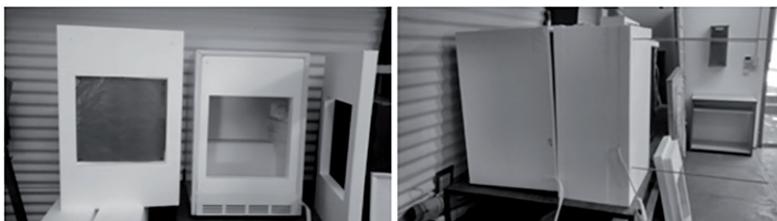


Figura 68. Sistema de medición completo, unidad calefactora y unidad enfriadora, encastre de las placas de EPS.

en la cara fría y otra en la cara caliente; dos en el aire en contacto con la probeta: una del lado frío y otra del lado caliente; y una en el interior de la probeta. Además se empleó un sensor de flujo de calor, del tipo conocido como Heat Flow Sensor (HFS) marca CONCEPT ENGINEERING, modelo F-005-T-3. Se midió el flujo de calor sobre el baricentro de la probeta, del lado caliente. La adquisición de los datos se realizó mediante un equipo de ocho canales marca OMEGA OM-CP-OCTTEMP Data Logger. El mismo permite la exportación de los datos tanto en unidades de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), utilizada en las termocuplas; como de tensión (mV) para la medición del flujo de calor.

Como material aislante para la estructura calada de guarda de la probeta (anillos de guarda), se utiliza poliestireno expandido de alta densidad, minimizando las pérdidas térmicas hacia el exterior. Estos anillos se confeccionaron en espesores de 50, 100 y 200 mm y se colocan consecutivamente con amarre mecánico, combinándolos en función al espesor de la probeta a medir.

Para el cálculo de la transmitancia térmica se utiliza la siguiente fórmula:

$$K = Q/\Delta T$$

Dónde:

Q= calor intercambiado (W/m^2) medido con el sensor de flujo térmico;

K= transmitancia térmica del elemento ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$);

ΔT = diferencia de temperatura entre ambas caras de la probeta ($^{\circ}\text{K}$) utilizando las mediciones de temperatura registradas en los adquisidores de datos. Se toma la temperatura superficial.

Y la conductividad se obtiene de

$$\lambda = K \times e$$

Dónde:

K: transmitancia térmica del elemento ($\text{W}/\text{m}^2\text{K}$);

λ : conductividad térmica en $\text{W}/\text{m}^{\circ}\text{K}$

e: espesor de la probeta (m)

Como primera instancia, se realizó una prueba testigo de calibración utilizando como probeta una placa de poliestireno expandido de densidad $20 \text{ kg}/\text{m}^3$ y 5 cm de espesor. Una vez verificada la calibración del equipo, se procedió ensayar las muestras.

La medición de los elementos muro se realizó colocando la probeta en sentido vertical a 90° respecto del suelo (simulando la condición de flujo horizontal). En cuanto a la medición del elemento techo si bien su ubicación natural es horizontal u oblicua, en este caso también se midió en forma vertical dado que el sistema frigorífico de la cara fría del sistema no permite cambios de posición. De todos modos, al tratarse de un ensayo de conductividad térmica de los materiales constitutivos del sistema



Figura 69. Colocación de sensores, termocuplas y sensor de flujo, ejemplo de probeta de 40 cm x 40 cm, para evaluar su comportamiento.

techo, la posición de la probeta en un sistema compacto como el utilizado no afecta mayormente los resultados.

En función de lo expresado hasta el momento en este capítulo, se muestran los resultados obtenidos del ensayo de las quince probetas construidas siguiendo los principios constructivos de cada sistema.

5.4. RESULTADOS DE LAS MEDICIONES DE LOS SISTEMAS

Para exponer los resultados obtenidos se presentan los perfiles térmicos promedio de cada una de las capas del sistema constructivo una vez llegado al estado estacionario. De esta manera se puede observar donde se producen los saltos térmicos y evaluar cómo trabaja la masa térmica de cada sistema en cuanto a la acumulación de calor. Por otro lado, se muestran los resultados experimentales obtenidos de la transmitancia térmica de cada sistema.

5.4.1. Resultados del elemento muro

Para el caso del **muro de ladrillo hueco no portante revocado de 0,22 m**, el Cuadro 6 muestra los ensayos para el elemento base y las mejoras (probeta 1).

Con respecto a los resultados se observan diferencias lógicas entre los valores teóricos y experimentales dado que las diferentes

Muro de ladrillo hueco no portante revocado de 0.22 m		
p.1. Sin aislación térmica	p.1.a. 5 cm EPS	p.1.c. 7,5 cm lana de vidrio
K Experimental: 1,86 W/m ² °C	K Experimental: 0,68 W/m ² °C	K Experimental: 0,37 W/m ² °C
K Teórico: 1,60 W/m ² °C	K Teórico: 0,48 W/m ² °C	K Teórico: 0,39 W/m ² °C

Cuadro 6. Comparación de la curva de temperaturas de un muro de ladrillo hueco sin aislar y con dos estrategias de reciclado.

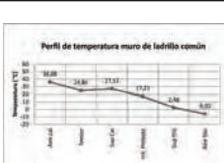
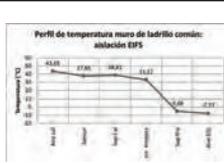
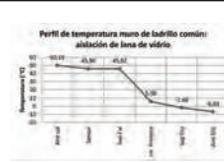
tecnologías y su materialización presentan desajustes entre la teoría y la praxis. La probeta **p.1.a.(EPS)** registra la mayor diferencia dado que en este caso los materiales rígidos aplicados a probetas reducidas admiten mayores riesgos en cuanto a filtraciones intra-probeta en este caso en contornos. En el caso de la **probeta p.1.c. (lana de vidrio)**, la mayor adaptabilidad en la colocación del material aislante minimiza la dinámica de pérdidas intra-probeta, fundamentalmente en los contornos de la misma.

En cuanto a las mejoras propuestas, se observa en ambos casos una significativa mejora en los niveles de aislación térmica, reduciendo sustantivamente las pérdidas por envolvente.

Con relación a la curva de temperaturas, se observa que en el caso de la aislación externa con EIFS (**p.1.a.**), el muro queda incorporado al espacio interior y participa con su masa como inercial térmico, aportando estabilidad térmica al ambiente.

Para el **muro de ladrillo común macizo de 0,22m de espesor** (probeta 2), los ensayos se muestran en el Cuadro 7.

Para este caso, los resultados experimentales de la probeta 2 (ladrillos comunes) también presentan diferencias entre los valores teóricos y experimentales. Cabe advertir en este caso que

Muro de ladrillo común macizo de 0.22 m		
		
p.2. Sin aislación térmica	p.2.a. 5 cm EPS exterior	p.2.c. 7,5 cm lana de vidrio interior
K Experimental: 3,13 W/m ² °C	K Experimental: 1,09 W/m ² °C	K Experimental: 0,41 W/m ² °C
K Teórico: 2,37 W/m ² °C	K Teórico: 0,53 W/m ² °C	K Teórico: 0,43 W/m ² °C

Cuadro 7. Comparación de la curva de temperaturas de un muro de ladrillo común sin aislar y con dos estrategias de reciclado.

la variabilidad en estos materiales de factura artesanal es mayor, dado que dependen de múltiples factores (tipo de tierras, mezcla, cocción, etc). Por ejemplo, el nivel de cocción de los ladrillos, genera variaciones significativas en su resistencia térmica, situación que se visualiza en el valor teórico y experimental de la probeta base. También se observa, al igual que en el caso anterior, una diferencia entre la aplicación de mejoras con materiales rígidos (**p.2.a. EPS**) y adaptables (**p.2.b. lana de vidrio**) adjudicable a los problemas de montaje en un caso respecto al otro en probetas reducidas.

Con respecto a las mejoras alcanzadas, se observa en ambos casos una reducción sustantiva en cuanto a las pérdidas térmicas por muros, mejorando así la eficiencia de la envolvente.

En cuanto a las temperaturas registradas, se aprecia que en el caso de la aislación externa con EIFS (**p.2.a.**), el muro alcanza niveles térmicos más estables respecto a los ladrillos huecos, y su participación como inerciador térmico, aporta una gran estabilidad al ambiente.

5.4.2. Resultados del elemento cubierta

En el caso de la **cubierta chapa ondulada galvanizada**, el Cuadro 8 muestra un techo base (**probeta 4**) y sus respectivas mejoras (**p.4.a. EPS** y **p.4.c. lana de vidrio** respectivamente).

Cubierta de chapa ondulada galvanizada		
p.4. Con cielorraso suspendido sin aislación térmica	p.4.a. Con 5 cm EPS	p.4.c. Con 7,5 cm lana de vidrio
K Experimental: 2,18 W/m ² °C	K Experimental: 1,08 W/m ² °C	K Experimental: 0,40 W/m ² °C
K Teórico: 2,60 W/m ² °C	K Teórico: 0,55 W/m ² °C	K Teórico: 0,44 W/m ² °C

Cuadro 8. Comparación de la curva de temperaturas de una cubierta de chapa ondulada galvanizada sin aislar y con dos estrategias de reciclado.

Teniendo en cuenta las consideraciones previas en cuanto a las diferencias entre la teoría y la praxis, en este caso se observa que el elemento experimental ha sido más aislante que los valores teóricos. Esto se puede atribuir a la escala de las probetas y su situación de contorno restringido muy diferente a un techo real expuesto. Por otro lado, los elementos constitutivos tales como clavaderas generan discontinuidades, y tienen un nivel de influencia en el comportamiento térmico que no es contemplado en cualquier cálculo teórico. Finalmente, al incorporar las mejoras, nuevamente en este caso la lana de vidrio se adapta mucho mejor al espacio que queda entre la estructura y la chapa. Los resultados son muy similares a la situación teórica, demostrando mayor capacidad aislante de este espesor de lana de vidrio, respecto del EPS.

Para las cubiertas de **teja francesa roja (probeta 5)**, en el Cuadro 9 muestra el elemento base (**p.5**) y con las propuestas de mejoras (**p.5.a. EPS** y **p.5.c. lana de vidrio**).

Cubierta de teja francesa		
p.5. Con cielorraso suspendido sin aislación térmica	p.5.a. Con 5 cm EPS	p.5.c. Con 7,5 cm lana de vidrio
K Experimental: 2,5 W/m ² °C	K Experimental: 1,6 W/m ² °C	K Experimental: 0,43 W/m ² °C
K Teórico: 4,28 W/m ² °C	K Teórico: 0,60 W/m ² °C	K Teórico: 0,46 W/m ² °C

Cuadro 9. Comparación de la curva de temperaturas de una cubierta de teja francesa sin aislar y con dos estrategias de reciclado.

Los resultados experimentales en la cubierta de tejas no han sido satisfactorios, ya que se observa en principio que este tipo de tecnologías presenta una significativa variabilidad respecto a la discontinuidad del sistema en cuanto a ensamble e infiltraciones. Esta situación magnifica las diferencias entre los valores teóricos y los ensayados fundamentalmente en la probeta base y en la aislada térmicamente con material rígido (EPS). Nuevamente el aislamiento con lana de vidrio presenta mejores prestaciones en cuanto a su capacidad aislante como a su adaptabilidad en la colocación minimizando las infiltraciones intra-probeta y de contorno. Los resultados en este caso son similares a los registrados en el caso cubierta de chapa ondulada.

Por último, la **cubierta de losa con viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico (probeta 7)** se muestra en el Cuadro 10, incluyendo las propuestas de mejoramiento con cielorraso aplicado con EPS; y cielorraso suspendido con aislación de lana de vidrio.

Cubierta de viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico		
<p>Perfil de temperatura. Losa de viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico. Sin aislación</p>	<p>Perfil de temperatura. Losa de viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico. Aislación de EPS</p>	<p>Perfil de temperatura. Losa de viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico. Aislación de lana de vidrio</p>
p.4. Con cielorraso aplicado sin aislación térmica	p.4.a. Con cielorraso aplicado y 5 cm de EPS exterior	p.4.c. Con cielorraso suspendido y 7,5 cm de lana de vidrio interior
K Experimental: 1,59 W/m ² °C	K Experimental: 0,77 W/m ² °C	K Experimental: 0,36 W/m ² °C
K Teórico: 1,74 W/m ² °C	K Teórico: 0,49 W/m ² °C	K Teórico: 0,40 W/m ² °C

Cuadro 10. Comparación de la curva de temperaturas de una cubierta de losa de viguetas premoldeadas y ladrillo cerámico sin aislar y con dos estrategias de reciclado.

En el caso de cubiertas premoldeadas, en general se presenta un comportamiento aceptable entre los valores de transmitancia teóricos y los ensayados. En cuanto a las mejoras planteadas, las reducciones en el K son significativas principalmente en la probeta con cielorraso suspendido. La aplicación de dichas medidas, a diferencia de los casos anteriores, son de sencilla resolución dado que se pueden aplicar y adosar sin modificar su conformación original.

5.5. SÍNTESIS Y REFLEXIONES DEL CAPÍTULO 5

El desarrollo de este capítulo ha permitido constatar que los cálculos teóricos de la capacidad de aislamiento térmico de un sistema constructivo difieren en algunos casos con la situación real, marcando diferencias tangibles entre la teoría y la praxis.

Entre los factores que influyen podemos mencionar la morfología de las probetas, que si bien se construyeron a escala 1:1 en cuanto a los espesores, su geometría respecto a las otras dos dimensiones se limitaban a la geometría del sistema de refrigeración (0.40 x 0.40 m), lo que puede afectar las situaciones de contorno en cuanto a discontinuidades de los materiales, su adaptabilidad y estanqueidad fundamentalmente en los casos que incluyen aislaciones rígidas. Otro factor responde a la calidad de algunos materiales cuya factura es artesanal (ladrillos comunes), generando un arco diverso de características termo-físicas. También podemos mencionar la diversidad de componentes que configuran una tecnología como es el caso de las cubiertas de chapa o teja, cuyo cálculo teórico no contempla las discontinuidades del sistema (clavaderas, tejas, etc.).

Sin embargo, más allá de estas situaciones particulares, el ensayo experimental de los elementos constructivos ha permitido avanzar en el conocimiento del comportamiento térmico real de los sistemas tradicionales que se encontraban ya analizados y estudiados en diversas normas y catálogos. La implementación de mejoras para cada tecnología permitió establecer criterios de reciclado y evaluar su eficiencia a partir de las mejoras en los valores termo-físicos, registradas en laboratorio. Por ejemplo, la implementación de lana de vidrio como material aislante, registró mejoras significativas al respecto, pero fundamentalmente presento una gran adaptabilidad y versatilidad en cuanto a su colocación.

En definitiva, podemos afirmar en la praxis que la aplicación de medidas de eficiencia energética en los componentes de la

envolvente implica importantes reducciones en cuanto a las prdidas trmicas por la envolvente.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES

6.1. LOGROS OBTENIDOS A PARTIR DE LA APLICACIÓN DE LA INSTRUMENTACIÓN METODOLÓGICA

221

En este punto se hace mención de las reflexiones construidas y logros obtenidos a partir de la aplicación de la instrumentación metodológica propuesta, puntualizando en la *metodología* y en la *instrumentación*.

6.1.1. En cuanto a la metodología

La propuesta metodológica y su sistematización ha resultado útil y versátil a los fines de abordar temas complejos de diversa escala, permitiendo la interacción entre una gran cantidad de aspectos particulares relacionados con los componentes y las tecnologías constructivas, casos edilicios representativos y áreas urbanas. Esto ha simplificado el análisis y ha reducido notablemente los tiempos de evaluación, permitiendo y promocionando aplicaciones a escala masiva.

Como primera mención se destaca el aporte que produjo el trabajo con diversos niveles de abordaje, constituyendo un sistema de matriz de datos (Samaja, 1994). A partir de ésta, se trabajó con mayor claridad respecto de la multiplicidad de escalas



Figura 70. Niveles de abordaje.

y herramientas que requirió el análisis sobre la edificación construida en zonas urbanas y peri-urbanas. Se pudo establecer, reconocer y exponer fácilmente: un nivel de análisis central o unitario, denominado “nivel de anclaje”, constituido por las unidades edilicias; un nivel supra-unitario, denominado “nivel contextual”, constituido por áreas urbanas definidas; y un nivel sub-unitario, denominado “nivel de componente”, constituido por los diversos elementos de las tecnologías constructivas.

A su vez, cada nivel de abordaje fue trabajado con una herramienta específica de reconocimiento y estudio, optimizando los análisis particulares y la interrelación entre los mismos (Figura 70).

6.1.2. En cuanto a la instrumentación

En relación a las herramientas de selección y clasificación, destacamos que el uso de las tipologías edilicias fue altamente efectivo en cuanto al reconocimiento individual y determinación de tecnologías características de unidades edilicias, resultando una potente herramienta de representatividad. En tanto a su detección y estimación cuantitativa a nivel urbano, resultó viable para el estudio de masividad y prospección de consumos energéticos, aunque aún se observan dificultades en cuanto al

reconocimiento detallado mediante imágenes aéreas satelitales¹²². Esto se debe a la diversidad de atributos a analizar y procesar (firmas espectrales de los materiales, selección y clasificación de morfologías y componentes, entre otros). Por lo que se deberá seguir trabajando en ello para mejorar la selección tipológica en los mosaicos urbanos, lo que permitirá reducir el relevamiento de campo particularizado.

En relación al diagnóstico de la calidad termo-energética de la edificación construida, se reconoce que la simulación con métodos estacionarios es particularmente útil a los fines de la rápida comparación entre la situación original (base) y las diversas propuestas de mejoramiento. Se reducen ampliamente los tiempos de aplicación respecto de las simulaciones dinámicas dado que se deben trabajar con un alto nivel de desagregación y de manera individual. También se debe tener en cuenta que dicha metodología se basa en un análisis comparado entre la situación base respecto a la mejorada, minimizándose así los errores sistemáticos entre casos. De todas maneras, y a los efectos de cotejar y evaluar en las primeras instancias el grado de error del método, se implementaron casos testigos con simulación dinámica, verificando de manera complementaria las diferencias.

De esta manera se verificaron las limitaciones del método de cálculo establecido por la Norma IRAM en su serie sobre “acondicionamiento térmico de edificios”, el cual trabaja sólo las pérdidas térmicas. Estos puntos pueden ser abordados en trabajos futuros, como complemento a los efectos de ajustar especificidades tecnológicas, manteniendo las ventajas del cálculo estacionario en cuanto a los tiempos de operación. Al respecto, se vuelve a mencionar como antecedente significativo, dentro del cálculo estacionario, el trabajo desarrollado por el Lic. Jorge Guerrero en

122 Actualmente la Dra. Graciela Viegas continúa trabajando en la determinación y caracterización de los distintos mosaicos urbanos que componen la ciudad de La Plata mediante procesos automatizados basados en el análisis de imágenes con base en software específicos. Habiendo profundizado en criterios de detección según espectros cromáticos y trabajando actualmente en la detección a partir de niveles de emisión de radiación según su materialidad.

relación a la determinación de ganancias solares directas (véase Capítulo 3), las cuales fueron incipientemente tratados en el desarrollo del Anexo X: “*Complemento en evaluaciones termo-energéticas, con incorporación de GAD*” y podrían ser incorporadas en el sistema; así como también el trabajo desarrollado por el Dr. Roberto Lamberts según métodos prescriptivos que vinculan una rápida y simplificada aplicación con la precisión de las simulaciones dinámicas (véase Capítulo 4).

Con respecto a la evaluación económica, la misma se referencia en función de los beneficios termo-energéticos que genera. Esta condición permitió que cada análisis económico se integre a las demandas energéticas, como una relación costo-beneficio, donde el costo es económico y el beneficio es termo-energético.

En cuanto a la verificación empírica de tecnologías y componentes constructivos con medidas de reciclado, los ensayos sobre probetas estándares validaron los valores propuestos en forma teórica, con sensibilidades dentro del orden nominal. A la vez que permitieron reconocer las fluctuaciones que se pueden producir desde la praxis, ocasionadas por diversidad en las calidades constructivas, tipos de fabricación, heterogeneidad en materiales, entre otros.

6.2. REFLEXIONES FINALES

La actual situación energética nacional y las crecientes necesidades de importación de combustibles y energía, que significaron por ejemplo, el 13.50% del total de divisas de las importaciones nacionales (INDEC, 2013) observadas en el Intercambio Comercial Argentino de 2012, pueden ser tratadas y minimizadas por acciones específicas de reciclado edilicio. Las mejoras propuestas permitirían reducir significativamente la demanda en el sector residencial (entre 35 y 50%), el cual insume prácticamente un cuarto del consumo energético nacional (B.E.N., 2012). Para tal fin se requiere de decisiones estratégicas y programas concretos para mejorar la eficiencia energética en la edificación construida, con orientación y aplicación masiva.

Es claro que el actual marco energético-económico y la baja calidad térmica en cuanto a los aspectos tecnológico-constructivos, demandan necesariamente respuestas concretas y sistemáticas de mejoramiento como las desarrolladas en el trabajo. Reducir la demanda disminuiría la participación del combustible tanto de origen nacional como importado, dado que las políticas de tarifas y la reducción en los subsidios modifican sustantivamente el costo para cada usuario. Debemos recordar que las mejoras desde lo tecnológico-constructivo también permiten actuar sobre la habitabilidad interior, mejorando y/o manteniendo consumos energéticos razonables. De esta manera se podrían alcanzar los niveles de habitabilidad establecidos en la normativa nacional.

En definitiva estamos en condiciones de afirmar que el desarrollo metodológico propuesto en este libro permite: i. Abordar las escalas del sistema urbano-edificio; ii. Establecer una sistematización e instrumentación versátil y ágil, pudiendo operar en tiempos reducidos; y iii. Formular herramientas específicas de clasificación y comparación para evaluar los aspectos energéticos, tecnológicos y económicos de manera masiva en la escala urbana.

A modo de cierre, se promueve la presente propuesta metodológica e instrumental como herramienta complementaria de aplicación para el desarrollo de programas públicos sobre la vivienda “nueva y construida”, marcos normativos, reglamentaciones y/o leyes relación a la temática socio-energética. Respecto de esto, se entiende que el Estado (a través de los organismos pertinentes) contaría con la estructura necesaria para promover una inversión de este tipo por dos motivos principales. El primero es que a diferencia de los capitales privados, el Estado incorpora en la ecuación de ganancias el bienestar de los ciudadanos con beneficios complementarios (salud y habitabilidad), permitiéndose una amortización económica en plazos mediatos. El segundo es que la ejecución de un plan de reciclado masivo aseguraría una disminución en la demanda energética, mejorando la relación intersectorial de la Matriz energética Nacional, y minimizando las importaciones de hidrocarburos.

Las condiciones energéticas, económicas y edilicias actuales hacen inminente la aplicación de programas de este tipo, por lo cual se extiende la invitación a imitar los antecedentes internacionales que han enfrentado situaciones similares, con resultados altamente satisfactorios.



REFERENCIAS CAPÍTULO I

227

- Balance Energético Nacional 2012. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios. Argentina. Fecha de publicación: diciembre 2013. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>. Visto febrero 2014.
- Bourges, C.; Gil, S. (2012). *“Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas”*. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013. Buenos Aires: Editorial Croquis SRL. ISBN 978-987-1527-71-1.
- Carlino, H. coord. (2007); *Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático*. Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Buenos Aires.
- Discoli, Carlos et al. (1999). “Diagnóstico temprano y Control de la Gestión Energético-Productiva del hábitat en las redes del sector terciario”. PEI N° 963/97. CONICET.
- Discoli, Carlos et al. (2000). REDES, “Formulación Teórico-Methodológica para el Análisis del Sistema de Redes de Servicios e Infraestructura Urbano-regional”, PID-CONICET N° 4733/96. 1997/2000.
- Discoli, Carlos et al. (2006). “Desarrollo de una metodología para el modelado de la situación energético-ambiental orientado al diagnóstico temprano en la aglomeración del Gran la Plata”. PEI N° 6540. CONICET. 2004/06.
- Discoli, Carlos et al. (2009). **Metodología para el diagnóstico urbano-energético-ambiental en aglomeraciones intermedias**. Tesis doctoral. La Plata: Editorial Universitaria de La Plata. 1° edición. ISBN 978-987-595-066-5.

- Discoli, Carlos et al. (2013). “Modelo de calidad de vida urbana. Metodología de diagnóstico orientada a evaluar el uso eficiente de los recursos, las necesidades básicas en infraestructura, servicios y calidad ambiental”. PIP 112-00801-00606. CONICET. 2009/2011.
- Discoli, Carlos et al. (2012-2014) “Desarrollo de tecnologías y pautas para el reciclado masivo de la envolvente edilicia residencial orientado al uso racional y eficiente de la energía en áreas urbanas”. PIP 112-01101-00097. CONICET. 2012/2014.
- ENARGAS (2009). Resolución I/165. <http://mepriv.mecon.gov.ar/Normas2/615-09.htm>
- Evans, John Martin (2005). “Energía en el hábitat construido: panorama en Argentina”. **Los edificios bioclimáticos en los países de Ibero América. Libro de ponencias del seminario**. Lisboa: Helder Gonçalves editor, pp. 97-104.
- Rodríguez L., Viegas G., Martini I., Discoli C. (2012a). *Evaluación, análisis y propuestas de mejoramiento edilicio energético para el parque residencial existente. El caso de la ciudad de La Plata*. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferencia Latino Americana da ISES, San Pablo, Brasil. ISSN 2316-2570.
- Rodríguez González, Ana Belén; Vinagre Díaz, Juan José; Caamaño, Antonio; Wilby, Mark Richard (2011). “Towards a universal energy efficiency index for buildings”. *Energy and Buildings*. Elsevier. Volume 43, Issue 4, April 2011, Pages 980-987.
- Rosenfeld, Elías et al. (1988). “Plan Piloto de Evaluaciones Energéticas de la zona Capital Federal y Gran Buenos Aires. AUDIBAIRES”. Investigación realizada por Concurso Nacional organizado por la CIC y Secretaría de Energía de la Nación. Contrato SE N1 1399/83. 1985/86.
- Rosenfeld, Elías et al. (1993). “Mejoramiento de las Condiciones Energéticas y de Habitabilidad del Hábitat Bonaerense”. CONICET Expte: 03662/89; Legajo: 306590088. IDEHAB. FAU. UNLP.
- Rosenfeld, Elías et al. (1995). “PIGUR, Programa Informatizado de Gestión Urbana y Regional”. IDEHAB. FAU. UNLP. CONICET, Legajo 1102. 1993/95.
- Rosenfeld, Elías; Discoli, Carlos et al. (2002). “URE-AM 2, Políticas de Uso Racional de la Energía en Áreas Metropolitanas y sus efectos en la dimensión Ambiental”, PICT 98 N° 13-04116/99. 1999/2002.
- Rosenfeld, Elías et al. (2005) “Medidas de Eficiencia Energética. Informe Final - 2005”. Proyecto BIRF N° TF 51287/AR. “Actividades habilitantes para la Segunda Comunicación Nacional de la República Argentina a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático”, 3 vol.: I, 193p.; II, 349p.; III, 299p.

- San Juan, Gustavo; Discoli, Carlos; Viegas, Graciela; Barros, Victoria; Rodriguez, Lucas (2011) **“Memoria y especificaciones técnicas: Viviendas bioclimáticas en el Municipio de Tapalqué, provincia de Buenos Aires”**. Informe técnico avalado por el Convenio entre: Ministerio de Infraestructura de la prov. de Buenos Aires, Instituto de la Vivienda de la provincia de Buenos Aires (IVBA); Municipalidad de Tapalqué; Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI); y Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB) -Unidad de Investigación N°2-. 09-06-2009.
- Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable. (2008). *“La Huella de Carbono del Argentino Promedio”*. Dirección Cambio Climático, Argentina, 2008.
- Verbeeck, G.; Hens, H. (2005). “Energy savings in retrofitted dwellings: economically viable?” *Energy and Buildings*. Elsevier. Volume 37, Issue 7, July 2005. Pages 747-754.
- Viegas, Graciela. (2010). **Evaluación del potencial energético e intervenciones de mejoramiento del entorno en áreas urbanas de media y baja consolidación. La ciudad de La Plata como caso de estudio**. Tesis de Doctorado en Ciencias- Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta.

REFERENCIAS CAPÍTULO II

- Argan Giulio Carlo (1965) *“Tipología”*. En **Tipologías. Colección Sumarios**. Volumen n° 71. Buenos Aires: Ediciones Summa, 1983, pp. 4, 14.
- Bellucci Alberto (1984) *“Nacimiento, desarrollo y decadencia de las viviendas-cajón”*. En Waisman Marina, **Documentos para una historia de la arquitectura argentina**. Buenos Aires: Ediciones Summa.
- Cavallo Jorge, Hilger Carlos, de Larrañaga María Isabel, Petrina Alberto (1984) *“Análisis crítico del diseño arquitectónico en el período”*. En Waisman Marina, **Documentos para una historia de la arquitectura argentina**. Buenos Aires: Ediciones Summa.
- Czajkowski, J. D.; Gómez, A. F. (1994). *“Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Fundamentos y métodos”*. Colección Cátedra. Editorial de la Universidad Nacional de La Plata.
- De Rosa, Carlos (1989). **Vivienda social. Déficit habitacional y habitabilidad higrótérmica. Evaluación y propuesta para su comportamiento en la provincia de Mendoza**. Proyecto de investigación y Desarrollo N° 3-094000/88. Documento inédito, pp. 7, 8.

- Discoli, Carlos (2009). **Metodología para el diagnóstico urbano-energético-ambiental en aglomeraciones intermedias. El Caso del Gran La Plata.** Libro elaborado sobre la Tesis doctoral del autor. La Plata: Editorial Universitaria de La Plata. 1º edición. ISBN 978-987-595-066-5.
- Discoli, Carlos; San Juan, Gustavo; Martini, Irene; Barbero, Dante; Dicrocce, Luciano; Ferreyro, Carlos; Viegas, Graciela; Esparza, Jéscica (2013). **Calidad de Vida en el sistema urbano. Una aproximación teórica y metodológica.** La Plata: Editorial Universitaria de La Plata. 1º edición. ISBN 978-987-595-174-7.
- Flores Larsen, Silvana (2005). “*Uso de modelos de simulación en la optimización energética de edificios*”. Capítulo 4 en Filippín, Celina. **Uso eficiente de la energía en edificios.** 1º edición. La Pampa: Editorial Amerindia. Pp. 37-60. ISBN 987-95213-3-1.
- Gaite Arnoldo (2006). **El proyecto de la vivienda económica.** Buenos Aires: Nobuko.
- Gandolfi Fernando, Gentile Eduardo (2008) “*Una ciudad en escuadra*” en **Guías de Arquitectura Latinoamericanas: La Plata.** Buenos Aires: Arte Gráfico Editorial Argentino.
- Garnier Alain (1992). **El cuadrado roto. Sueños y realidades de La Plata.** La Plata: Ed. Municipalidad de La Plata.
- INDEC, (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp>, visto octubre de 2014.
- Liernur Jorge Francisco, Aliata Fernando (2004). **Diccionario de Arquitectura en la Argentina. Estilos, obras, biografías, instituciones, ciudades.** Buenos Aires: Arte Gráfico Editorial Argentino.
- Mascaró, Lucía (1972). **Análisis de sistemas constructivos. Propuesta de una metodología.** Documento de Biblioteca Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de la Plata.
- Morosi Julio, de Terán Fernando (1983). **La Plata. Ciudad nueva, ciudad antigua. Historia, forma y estructura de un espacio urbano singular.** Madrid: Instituto de Estudios de Administración Local.
- Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM). Normas técnicas Argentinas: **Norma 11507-4** (2010); **Norma 11601** (2002); **Norma 11603** (2012); **Norma 11604** (2001); **Norma 11605** (1996). Buenos Aires, Argentina.
- Rodriguez L., Martini I., Discoli C. (2012b). *Metodología para el análisis del reciclado edilicio residencial orientado a la eficiencia energética: índice de elasticidad energético-económico.* En Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES. ISSN 0329-5184. Volumen 16, pp. 51-58.

- Rodriguez L., Garganta M. L., Martini I., San Juan G.; Discoli C. (2013). *Propuesta metodológica de adaptación del parque residencial construido a las condiciones energéticas y de habitabilidad según Ley 13.059, Prov. de Buenos Aires*. Acta de Trabajo de la XXXVI reunión de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, ASADES. Volumen 1, 2013. ISBN 978-987-29873-0-5.
- Rosenfeld et al. (1988) **Informe final: Plan piloto de Evaluaciones energéticas de la zona Capital Federal y Gran Buenos Aires**. AUDIBAIRES. Investigación realizada por Concurso Nacional organizado por la CIC y Secretaría de Energía de la Nación. Contrato SE N1 1399/83.
- Rosenfeld E., Czajkowski J. (1992). **Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático**. Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.
- Samaja, Juan (1994). **Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación Científica**. Editorial Universitaria de Buenos Aires. EUDEBA. Edición ampliada.
- Sepulveda Mellado, Orlando y Carrasco Pérez, Gustavo (1991). **Sectorización habitacional del territorio y vivienda regionalizada. Un argumento para descentralizar**. Instituto de la vivienda, facultad de arquitectura y urbanismo, U. de Chile. Proyecto FONDECYT 0617-88.
- Viegas, G. (2010). **Evaluación del potencial energético e intervenciones de mejoramiento del entorno en áreas urbanas de media y baja consolidación. La ciudad de La Plata como caso de estudio**. Tesis desarrollada en el marco del Doctorado en Ciencias- Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta.

REFERENCIAS CAPÍTULO III

- Chandías, Mario E.; Ramos, José Martín (2010). **Cómputo y presupuesto: manual para la construcción de edificio con computación aplicada**. Buenos Aires: Librería y editorial Alsina. 26ª edición. ISBN 978-950-553-119-6.
- Enciclopedia de la construcción** (1999). Buenos Aires: Errepar.
- Esteves, Alfredo; Gelardi, Daniel (2010). *Relación entre la ganancia solar y la calefacción auxiliar para dos tipos de envolvente formal edilicia*. En **Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente**. ASADES. ISSN 0329-5184. Volumen 14, pp. 33-40.

- Guerrero, Jorge et al. (1983). “Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda”. Informe final. Instituto de Arquitectura Solar, Fundación para la investigación y el progreso energético. SSDUV - Convenio N° 166/82. La Plata, 1983.
- IAS/FABA, Instituto de Arquitectura Solar de La Plata (1979a). **Programa CESAD**. Programa de Investigación sobre “Conjuntos de Energía Solar de Alta Densidad y baja altura”. Convenio B2SDT 05.78 entre la Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda y el IAS/FABA. Biblioteca SSDUV, Buenos Aires, 1979.
- IAS/FABA, Instituto de Arquitectura Solar de La Plata (1979b). **Conjuntos habitacionales con energía solar. Suplementos Summa**. Ediciones Summa, Buenos Aires, Volumen 15, 1979.
- IRAM (2010). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11507-4**. “*Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4 - Requisitos complementarios. Aislación térmica*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2002). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11601**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2012). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11603**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2001). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **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*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11605**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*”. Buenos Aires, Argentina.
- Martini, Irene. (2010). **Diagnóstico y mejoramiento de los procesos de gestión edilicia energética productiva en la red de salud**. Tesis de Doctorado en Ciencias - Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta.
- Nisnovich, Jaime (2011). **Manual práctico de construcción**. Buenos Aires: Nisno. 11ª edición. ISBN 978-987-25865-3-9.
- Rodriguez L., Viegas G., Martini I., Discoli C. (2012a). *Evaluación, análisis y propuestas de mejoramiento edilicio energético para el parque residencial existente. El caso de la ciudad de La Plata*. IV Congreso Brasileiro de

- Energía Solar e V Conferencia Latino Americana da ISES, San Pablo, Brasil. ISSN 2316-2570.
- Rodríguez L., Martini I., Discoli C. (2012b). *Metodología para el análisis del reciclado edilicio residencial orientado a la eficiencia energética: índice de elasticidad energético-económico*. En Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. ASADES. ISSN 0329-5184. Volumen 16, pp. 51-58.
- Rosenfeld et al. (1988) **Informe final: Plan piloto de Evaluaciones energéticas de la zona Capital Federal y Gran Buenos Aires**. AUDIBAIRES. Investigación realizada por Concurso Nacional organizado por la CIC y Secretaría de Energía de la Nación. Contrato SE N1 1399/83.
- Rosenfeld E., Czajkowski J. (1992). **Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático**. Instituto de Estudios del Hábitat, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

REFERENCIAS CAPÍTULO IV

- Bourges, C.; Gil, S. (2012). *“Amortización del costo de mejoras en la aislación térmica de las viviendas”*. Encuentro Latinoamericano de Uso Racional y Eficiente de la Energía - ELUREE2013. Buenos Aires: Editorial Croquis SRL. ISBN 978-987-1527-71-1.
- Cavallo Jorge et al. (1984) *“Análisis crítico del diseño arquitectónico en el período”*. En Waisman Marina, **Documentos para una historia de la arquitectura argentina**. Buenos Aires: Ediciones Summa.
- Czajkowski, J. D.; Gómez, A. F. (1994). *“Diseño bioclimático y economía energética edilicia. Fundamentos y métodos”*. Colección Cátedra. Editorial de la U.N.L.P.
- Chévez, Pedro; Martín, Irene; Discoli, Carlos (2014). *“Construcción del año base para la elaboración de escenarios urbanos-energéticos del sector residencial de la ciudad de La Plata”*. Acta de Trabajo de la XXXVII reunión de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente, ASADES. Volumen 2, 2014. ISBN 978-987-29873-0-5.
- Garnier Alain (1992). **El cuadrado roto. Sueños y realidades de La Plata**. La Plata: Ed. Municipalidad de La Plata.
- Guerrero, Jorge et al. (1983). *“Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda”*. Informe final. Instituto de Arquitectura Solar, Fundación para la investigación y el progreso energético. SSDUV - Convenio N° 166/82. La Plata, 1983.

- IAS/FABA, Instituto de Arquitectura Solar de La Plata (1979a). **Programa CESAD**. Programa de Investigación sobre “Conjuntos de Energía Solar de Alta Densidad y baja altura”. Convenio B2SDT 05.78 entre la Secretaría de Estado de Desarrollo Urbano y Vivienda y el IAS/FABA. Biblioteca SSDUV, Buenos Aires, 1979.
- IAS-FIPE e IIPAC (2009). **La casa solar de La Plata**. Instituto de Arquitectura Solar - Fundación para la Investigación y el Progreso Energético. Nueva edición Instituto de Investigaciones y Políticas del Ambiente Construido. La Plata, octubre de 2009.
- INDEC, (2010). Instituto Nacional de Estadística y Censos: Censo Nacional de Población, Hogares y Viviendas 2010. <http://www.censo2010.indec.gov.ar/resultadosdefinitivos.asp>, visto octubre 2014.
- IRAM (2010). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11507-4**. “*Carpinterías de obra y fachadas integrales livianas. Ventanas exteriores. Parte 4 - Requisitos complementarios. Aislación térmica*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2002). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11601**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2012). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11603**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (2001). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **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*”. Buenos Aires, Argentina.
- IRAM (1996). Instituto Argentino de Normalización y Certificación. **Norma 11605**. “*Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de transmitancia térmica en cerramientos opacos*”. Buenos Aires, Argentina.
- Juanicó Luis (2007) “*Eficiencia de calefactores a gas de tiro balanceado: medición e impacto en usuarios residenciales*”. **Interciencia**, ISSN 0378-1844. Vol. 32, Número 012, pp 854-856.
- Martini, Irene et al. (Directora de proyecto) (2014). “**Construcción de escenarios urbanos a partir de un diagnóstico energético-ambiental**”. Proyecto de investigación y desarrollo de la UNLP. Acreditación 11/U150. 2014/2017.
- Rosenfeld et al. (1988) **Informe final: Plan piloto de Evaluaciones energéticas de la zona Capital Federal y Gran Buenos Aires**. AUDIBAIRES.

- Investigación realizada por Concurso Nacional organizado por la CIC y Secretaría de Energía de la Nación. Contrato SE N1 1399/83.
- Rosenfeld et al. (2004). *“La voz bioclimática”*. En **Diccionario de Arquitectura en la Argentina. Estilos, obras, biografías, instituciones, ciudades**. Buenos Aires: AGEA, 2004. ISBN 950-782-423-5. Pp. 157-162.
- Rodriguez L., Viegas G., Martini I., Discoli C. (2012a). *Evaluación, análisis y propuestas de mejoramiento edilicio energético para el parque residencial existente. El caso de la ciudad de La Plata*. IV Congresso Brasileiro de Energia Solar e V Conferencia Latino Americana da ISES, San Pablo, Brasil. ISSN 2316-2570.
- Rougeron, Claude (1977). **Aislamiento acústico y térmico en la construcción**. Barcelona: Editores Técnicos Asociados.
- Viegas, G. (2010). **Evaluación del potencial energético e intervenciones de mejoramiento del entorno en áreas urbanas de media y baja consolidación. La ciudad de La Plata como caso de estudio**. Tesis desarrollada en el marco del Doctorado en Ciencias - Área Energías Renovables, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de Salta.

REFERENCIAS CAPÍTULO V

- Balance Energético Nacional (2012). Actualización 2014. Secretaría de Energía, Ministerio de Planificación Federal, Inversión pública y servicios. Argentina. <http://energia3.mecon.gov.ar/contenidos/verpagina.php?idpagina=3366>. Visto octubre, 2014.
- INDEC (2013); Intercambio Comercial Argentino, 23 de enero de 2013. Buenos Aires.
- Samaja, Juan (1994). **Epistemología y Metodología. Elementos para una teoría de la investigación científica**. Editorial Universitaria de Buenos Aires. EUDEBA. Edición ampliada.



ANEXO I

MOSAICOS URBANOS REPRESENTATIVOS

El presente insumo se constituye a partir del trabajo de la Dra. Graciela Viegas, iniciado desde su tesis doctoral (2010) antes citada. Por lo cual se observan ciertas diferencias respecto de las tipologías propuestas¹.

237

1 Se aclara que la tipología “dúplex” presenta la misma tecnología constructiva que la casa cajón, construida en dos niveles.

UBICACIÓN	1. Casco-La Loma	2. Casco-Eje Fundacional	3. Casco-Circunvalación
Superficie de terreno m2	14690	14518	14387
Superficie ocupada de suelo m2	6630	8863	6970
Superficie construida total m2	8997	17138	8664
Superficie construida residencial m2	8373	10925	7514
FOS	0.45	0.61	0.48
Tipo constructivo	Chalet 1 piso	267	392
	Chalet 2 pisos	2.97	4.52
	Chorizo 1 piso		1212
	Chorizo 2 pisos	1357	13.99
	Cajón 1 piso	1320	7.92
	Cajón 2 pisos	3398	7.70
	Deptos en pb	3708	0.00
	Duplex	41.21	698
	Edificio PH en altura	0.00	4.07
	Otros (galpones, quinchos, comercios)	813	0.00
	Poco compacta 1 piso	624	1492
Poco compacta 2 piso	187	17.22	
	2.08	1344	
	0.00	15.51	
	813	7550	
	9.04	44.05	
	624	36.25	
	187	0.00	
	2.08	1150	
	0.00	13.27	
		858	
		9.90	
		0.00	
		0.00	

Mosaicos urbanos representativos dentro del casco urbano fundacional de la ciudad de La Plata.

UBICACIÓN	4. Tolosa	5. San Carlos	6. City bell
Superficie de terreno m2	13537	14335	9927
Superficie ocupada de suelo m2	7113	4690	3489
Superficie construida total m2	8587	5317	8664
Superficie construida residencial m2	6943	4332	7514
FOS	0.53	0.33	0.35
Tipo constructivo			
Chalet 1 piso	124	352	392
Chalet 2 pisos	1.44	6.62	4.52
Chorizo 1 piso		0.00	1212
Chorizo 2 pisos		0.00	13.99
Cajón 1 piso	3053	1550	29.15
Cajón 2 pisos	1742	158	2.97
Deptos en pb	236	2.75	0.00
Duplex	141	1.64	0.00
Edificio PH en altura	519	6.04	0.00
Otros (galpones, quinchos, comercios)	1644	19.15	834
Poco compacta 1 piso	280	3.26	1492
Poco compacta 2 piso	848	9.88	17.22
		1098	20.65
		985	18.53
		1174	22.08
		858	9.90
		1098	20.65
			0.00

Mosaicos urbanos representativos fuera del casco urbano fundacional de la ciudad de La Plata.



ANEXO II

CATÁLOGO DE FICHAS TIPOLOGICAS

En este apartado se exhiben las fichas tipológicas, construidas a partir de una plantilla base de formato digital, contando con los ejemplos de casa Cajón, casa Chorizo y Monobloque; previéndose su ampliación según futuros desarrollos.

Crerios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

DESCRIPCIÓN

TIPOLOGÍA: CASA CAJÓN

Ubicación: barrio La Loma

PERÍODO HISTÓRICO de la Tipología

1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014

Implantación



ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y COMPOSITIVOS

DOCUMENTACIÓN GRÁFICA





Configuración compositiva



Descripción:
Organización compacta de formas geométricas simples, generadas a partir de una planta aproximadamente cuadrada, que no define lugares exteriores salvo frente y fondo, conectados con poca continuidad. Diseñada por el sector privado.

ASPECTOS DIMENSIONALES de la Unidad Edilicia

Valores del ejemplo de aplicación				Valores mínimos			
SUPERFICIE HABITABLE	55.25 m ²	COMPACTIDAD	85%	SUPERFICIE HABITABLE	51.8 m ²	COMPACTIDAD	80%
VOLUMEN HABITABLE	160.2 m ³	FACTOR DE FORMA	0.91	VOLUMEN HABITABLE	141.8 m ³	FACTOR DE FORMA	0.90
PERÍMETRO INTERIOR	31.1 m	FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.82	PERÍMETRO INTERIOR	32 m	FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.82

ASPECTOS TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVOS de los Elementos

MUROS	CUBIERTAS	ABERTURAS	PUNTOS CRÍTICOS
<p>M.1:</p>  <p>Mampostería portante de ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras</p>	<p>C.1:</p>  <p>Chapa ondulada (hierro galvanizado) sobre estructura de madera con cielorraso suspendido de yeso</p>	<p>A.1:</p>  <p>Carpinterías de madera con vidrio simple 3mm con cortina de enrollar de madera</p>	 <p>Prever el control de infiltraciones por taparríolos. Mantenimiento de burletes.</p>
<p>Espesor 0.20m</p> <p>Sup Exp: 52.51 Sup no exp: 0.00</p> <p>Transmit. Térmica 2.37 W/m²·°C</p> <p>Costo unitario \$ 503 /m²</p>	<p>Original con cielorraso suspendido</p> <p>Sup Exp: 55.25 Sup no exp: 0.00</p> <p>Transmit. Térmica 2.61 / 1.91</p> <p>Costo unitario \$ 670 /m²</p>	<p>Vidrio simple de 3 mm</p> <p>Sup Exp: 8.04</p> <p>Transmit. Térmica 5.82 / 2.78</p> <p>Costo unitario \$ 3295 /m²</p>	 <p>El piso es punto crítico al no poder mejorar su aislación</p>
<p>Espesor 0.30m condición medianera</p> <p>Sup Exp: 0.00 Sup no exp: 26.25</p> <p>Transmit. Térmica 1.02 W/m²·°C</p> <p>Costo unitario \$ 619 /m²</p>		<p>Puertas exteriores:</p> <p>Sup Exp: 3.40</p> <p>Transmit. Térmica 3.5 W/m²·°C</p> <p>Costo unitario \$ 950 /m²</p>	<p>PISO:</p> <p>Perímetro: 31.1</p> <p>Transmit. Térmica 1.38 W/m²·°C</p>

ASPECTOS ENERGETICOS

Valores del ejemplo de aplicación			
Coefficiente global pérdidas térmicas	Consumo energético anual (según balance térmico)	Consumo con equipos a Gas Natural Rendimiento de equipo=	Consumo con equipos a electricidad Rendimiento de equipo=
G= 2.98 W/m ² ·°C	Q= 45817 MJ	2346 m ³	12715 kW

Pérdidas térmicas por envolvente edilicia			
MUROS:	CUBIERTAS:	ABERTURAS:	PISO + RENOV. DE AIRE
31.7 %	26,1 %	9.7 %	32.5 %

Ficha tipológica Casa Cajón.

DESCRIPCIÓN

TIPOLOGÍA: CASA CHORIZO
Ubicación: barrio El bosque

PERÍODO HISTÓRICO de la Tipología

1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014
------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Implantación

ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y COMPOSITIVOS

DOCUMENTACIÓN GRÁFICA

Configuración compositiva

Descripción:
 Organización lineal en tres franjas paralelas: una interior (1) de habitaciones conectadas entre sí y cada una de ellas con la franja central (2) que abre hacia el exterior, configurando un patio longitudinal (3) que da continuidad de frente y fondo. Diseñada por el sector privada.

ASPECTOS DIMENSIONALES de la Unidad Edilicia

Valores del ejemplo de aplicación				Valores mínimos			
SUPERFICIE HABITABLE	90.23 m ²	COMPACTIDAD	59%	SUPERFICIE HABITABLE	85 m ²	COMPACTIDAD	55%
VOLUMEN HABITABLE	315.8 m ³	FACTOR DE FORMA	0.90	VOLUMEN HABITABLE	230 m ³	FACTOR DE FORMA	0.85
PERÍMETRO INTERIOR	57.3 m	FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.71	PERÍMETRO INTERIOR	45 m	FACTOR DE EXPOSICIÓN	0.65

ASPECTOS TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVOS de los Elementos

MUROS	CUBIERTAS	ABERTURAS	PUNTOS CRÍTICOS
<p>Mampostería portante de ladrillos común (cerámico macizo) revocado en ambas caras</p>	<p>C1: chapa ondulada (hierro galvanizado) sobre estructura de madera con cielorraso suspendido de yeso</p>	<p>A1: Carpinterías de madera con vidrio simple 3mm y cortinas internas de tela</p>	<p>Se debe controlar la correcta ventilación de los ambientes, considerando que las puertas de cerramiento también contienen las ventanas de abrir</p> <p>El piso es punto crítico al no poder mejorar su aislación</p>
<p>Espesor 0.30m</p> <p>Sup Exp: 75.00 Sup no exp: 0.00</p> <p>Transmit. Térmica 2.05 W/m² °C Costo unitario \$ 619 /m²</p>	<p>Original con cielorraso suspendido</p> <p>Sup Exp: 90.23 Sup no exp: 0.00</p> <p>Transmit. Térmica 2.61 / 1.91 Costo unitario \$ 670 /m²</p>	<p>Vidrio simple de 3 mm</p> <p>Sup Exp: 11.73</p> <p>Transmit. Térmica 5.03 W/m² °C Costo unitario \$ 2123 /m²</p>	
<p>Espesor 0.30m condición mediana</p> <p>Sup Exp: 0.00 Sup no exp: 82.95</p> <p>Transmit. Térmica 1.03 W/m² °C Costo unitario \$ 619 /m²</p>		<p>Puertas exteriores</p> <p>Sup Exp: 21.78</p> <p>Transmit. Térmica 3.5 W/m² °C Costo unitario \$ 950 /m²</p>	<p>PISO: Perímetro: 57.3 Transmit. Térmica 1.38 W/m² °C</p>

ASPECTOS ENERGÉTICOS

Valores del ejemplo de aplicación			
Coefficiente global pérdidas térmicas	Consumo energético anual (según balance térmico)	Consumo con equipos a Gas Natural Rendimiento de equipo=	Consumo con equipos a electricidad Rendimiento de equipo=
G= 2.79 W/m ² °C	Qe= 84423 MJ	0.5 4322 m ³	1 23428 KW

Pérdidas térmicas por envolvente edilicia

MUROS:	27.8 %	CUBIERTAS:	23.2 %	ABERTURAS:	15.4 %	PISO + RENOV. DE AIRE	34.1 %
--------	--------	------------	--------	------------	--------	-----------------------	--------

Ficha tipológica Casa Chorizo.

Crerios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

DESCRIPCIÓN	TIPOLOGÍA: MONOBLOQUE												Implantación																										
	Ubicación: parque Saavedra																																						
PERÍODO HISTÓRICO de la Tipología																																							
<table border="1"> <tr> <th>1900</th><th>1910</th><th>1920</th><th>1930</th><th>1940</th><th>1950</th><th>1960</th><th>1970</th><th>1980</th><th>1990</th><th>2000</th><th>2010</th><th>2014</th> </tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td> </tr> </table>													1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014														
1900	1910	1920	1930	1940	1950	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2014																											
ASPECTOS MORFOLÓGICOS Y COMPOSITIVOS																																							
DOCUMENTACIÓN GRÁFICA												Configuración compositiva																											
												<p>Descripción: Conforma un bloque de perímetro 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 usa común.</p>																											
ASPECTOS DIMENSIONALES de la Unidad edilicia																																							
Valores del ejemplo de aplicación																																							
SUPERFICIE HABITABLE 52.64 m ²				COMPACIDAD 79%				SUPERFICIE HABITABLE 52.64 m ²				COMPACIDAD 79%																											
VOLUMEN HABITABLE 136.9 m ³				FACTOR DE FORMA 0.99				VOLUMEN HABITABLE 136.9 m ³				FACTOR DE FORMA 0.99																											
PERÍMETRO INTERIOR 32.6 m				FACTOR DE EXPOSICIÓN 0.70				PERÍMETRO INTERIOR 32.6 m				FACTOR DE EXPOSICIÓN 0.70																											
ASPECTOS TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVOS de los Elementos																																							
MUROS			CUBIERTAS			ABERTURAS			PUNTOS CRÍTICOS																														
<p>M.1: Mampostería portante de ladrillo común (cerámico macizo) revocado en ambas caras</p>			<p>C.#: Losa de hormigón armado, colada in situ</p>			<p>A.2: Carpinterías de chapa con vidrio simple 3mm con cortina de enrollar de madera</p>			<p>Prever el control de infiltraciones por taparrillos. Mantenimiento de burletes.</p> <p>La estructura de H*A a la vista genera puentes térmicos.</p>																														
Espesor 0.20m			Original con cielorraso suspendido			Vidrio simple de 3 mm																																	
Sup Exp: 36.62 Sup no exp: 0.00			Sup Exp: 52.64 Sup no exp: 0.00			Sup Exp: 3.60																																	
Transmit. Térmica 2.37 W/m ² *C			Transmit. Térmica 2.71 W/m ² *C			Transmit. Térmica 5.82 / 2.78																																	
Costo unitario \$ 503 /m ²			Costo unitario \$ 1141 /m ²			Costo unitario \$ 3085 /m ²																																	
Espesor 0.30m condición medianera						Puertas exteriores																																	
Sup Exp: 0.00 Sup no exp: 40.78						Sup Exp: 1.60																																	
Transmit. Térmica 1.19 W/m ² *C						Transmit. Térmica 1.75 W/m ² *C																																	
Costo unitario \$ 503 /m ²						Costo unitario \$ 950 /m ²																																	
									PISO: Perímetro: 32.6																														
									Transmit. Térmica 1.36 W/m ² *C																														
ASPECTOS ENERGÉTICOS																																							
Valores del ejemplo de aplicación																																							
Coeficiente global pérdidas térmicas				Consumo energético anual (según balance térmico)				Consumo con equipos a Gas Natural				Consumo con equipos a electricidad																											
G= 3.19 W/m ² *C				Q= 41825 MJ				Rendimiento de equipo= 0.5				Rendimiento de equipo= 1																											
								2141 m ³				11607 KW																											
Pérdidas térmicas por envolvente edilicia																																							
MUIROS: 31.0 %				CUBIERTAS: 32.7 %				ABERTURAS: 4.2 %				PISO + RENOV. DE AIRE 32.1 %																											

Ficha tipológica Monobloque.

ANEXO III

FICHAS DE TECNOLOGÍAS Y PRECIOS POR METRO CUADRADO

En este apartado se exhiben las fichas de las tecnologías de los elementos de las envolventes edilicias existentes en la ciudad de La Plata, correspondientes a la *situación original (base)* y a las *estrategias de mejoramiento propuestas*.

245

Para este anexo, a modo de ejemplo, se exhibe la catalogación completa de un solo elemento: **Cubierta**. Las fichas restantes en correspondencia con todos los elementos de las envolventes (muros, cubiertas y aberturas) se encuentran en formato digital (Anexo VIII).

Crterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.1. CUBIERTA CHAPA ONDULADA (HIERRO GALVANIZADO)						
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta con estructura portante de madera y machimbre a la vista</i>						
Cabios 2"x 4" cepillado (de 4m aprox.)	1.40	ml	ml	1.40	121.00	\$ 169.40
Machimbre 3/4" cepillado	1.20	m2	m2	1.20	86.00	\$ 102.00
Filtro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Rollo (40m2)	0.03	926.90	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	12.50	\$ 13.75
Clavaderas 2" x 2"	1.10	m2	m2	1.10	33.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.84	\$ 4.84
Clavos cabeza de plomo	0.06	Kg	Bolsa 1Kg	0.06	78.90	\$ 4.73
Chapa ondulada galvanizada Nº24	1.25	m2	ml	1.25	104.00	\$ 125.00
						\$ 468.02
<i>Cubierta con estructura portante de madera sin cepillar</i>						
Cabios 2"x 4" sin cepillar (de 4m aprox.)	1.40	ml	ml	1.40	94.70	\$ 118.58
Entablonado 3/4"	1.20	m2	m2	1.20	50.00	\$ 60.00
Filtro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Rollo (40m2)	0.03	926.70	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	13.60	\$ 13.75
Clavaderas 2" x 2"	1.10	m2	m2	1.10	35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.84	\$ 4.84
Clavos cabeza de plomo	0.06	Kg	Bolsa 1Kg	0.06	78.90	\$ 4.73
Chapa ondulada galvanizada Nº24	1.25	m2	ml	1.25	104.00	\$ 125.00
						\$ 375.20
<i>Ármaón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	12.50	\$ 22.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	15.70	\$ 18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1Kg	0.10	32.84	\$ 3.23
Alambre de átar	0.10	Kg	Kg	0.10	45.18	\$ 2.32
						\$ 46.10
<i>Enlucido de yeso sobre metal desplegado de cielorraso</i>						
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.53	93.15	\$ 49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.10	71.63	\$ 7.76
						\$ 57.19
<i>Pintura barniz cielorraso (barniceto+2 manos)</i>						
Barniz	0.36	lt	Lata 4lts	0.09	101.18	\$ 27.30
Aguarras mineral	0.10	lt	Lata 1lt	0.10	55.12	\$ 5.91
						\$ 33.21
<i>Pintura cielorraso (fijador+2 manos)</i>						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lts	0.00		\$ -
Latex para cielorraso	0.25	lt	Balde 20lts	0.01	170.85	\$ 8.39
						\$ 8.39
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta de chapa galvanizada sobre estructura de madera</i>						
Oficial techista	1.20	hs/m2			39.01	\$ 45.61
Ayudante	1.20	hs/m2			23.82	\$ 32.90
						\$ 78.52
<i>Ármaón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Oficial (Albañil)	1.04	hs/m2			32.19	\$ 33.69
Ayudante	0.79	hs/m2			27.82	\$ 21.66
						\$ 55.35
<i>Aplicación de yeso sobre metal desplegado</i>						
Oficial yesero	0.59	hs/m2			38.01	\$ 22.43
Ayudante	0.36	hs/m2			27.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Pintado cielorraso [base+2 manos]</i>						
Oficial (pintor)	0.45	hs/m2			38.01	\$ 17.10
						\$ 17.10
SINTESIS VALORES X M2						
CUBIERTA CHAPA ONDULADA (HIERRO GALVANIZADO)	Sin cielorraso		Con cielorraso			
		\$ 596.85		\$ 670.14		

C.2. CUBIERTA TEJA COLONIAL (CERÁMICA)

MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta con estructura portante de madera y machimbre a la vista</i>						
Cabios 2" x 4" cepillado (de 4m aprox.)	1.40	m1	m1	1.40	171.00	\$ 169.40
Machimbre 3/4" cepillado	1.20	m2	m2	1.20	86.90	\$ 102.00
Fieltro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Bollo (40m2)	0.60	158.70	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	12.60	\$ 13.75
Listón caballete 1" x 3"	1.10	m2	m2	1.10	33.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.41	\$ 4.84
Teja colonial	16.50	m2	unidad	16.50	8.50	\$ 140.25
						\$ 478.54
<i>Cubierta con estructura portante de madera sin cepillar</i>						
Cabios 2" x 4" sin cepillar (de 4m aprox.)	1.40	m2	m2	1.40	88.70	\$ 118.58
Entabonado 3/4"	1.20	m2	m2	1.20	50.00	\$ 60.00
Fieltro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Bollo (40m2)	0.60	158.70	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	12.60	\$ 13.75
Listón caballete 1" x 3"	1.10	m2	m2	1.10	33.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.41	\$ 4.84
Teja colonial	16.50	m2	unidad	16.50	8.50	\$ 140.25
						\$ 385.72
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	17.80	\$ 22.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	15.70	\$ 18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1Kg	0.10	47.33	\$ 3.23
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	28.49	\$ 2.32
						\$ 46.10
<i>Cielorraso de yeso sobre metal desplegado</i>						
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	21.00	44.15	\$ 49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	5.00	27.69	\$ 7.76
						\$ 57.19
<i>Pintura barniz cielorrasos (barniceo+2 manos)</i>						
Barniz	0.36	lt	Lata 4lts	0.36	103.49	\$ 27.30
Aguarras mineral	0.10	lt	Lata 1lt	0.10	58.12	\$ 5.91
						\$ 33.21
<i>Pintura cielorrasos (lijador+2 manos)</i>						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lts	0.03	157.33	\$ 0.84
Latex para cielorrasos	0.25	lt	Balde 20lts	0.25	108.70	\$ 12.33
						\$ 13.17

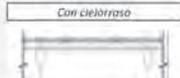
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta de teja colonial sobre estructura de madera a la vista</i>						
Oficial techista	2.17	hs/m2			48.01	\$ 82.48
Ayudante	2.60	hs/m2			27.42	\$ 71.29
						\$ 153.77
<i>Cubierta de teja colonial sobre estructura de madera sin cepillar</i>						
Oficial techista	1.75	hs/m2			38.00	\$ 66.52
Ayudante	2.10	hs/m2			27.42	\$ 57.58
						\$ 124.10
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Oficial (Albañil)	1.04	hs/m2			34.10	\$ 33.69
Ayudante	0.79	hs/m2			27.42	\$ 21.66
						\$ 55.35
<i>Aplicación de yeso sobre metal desplegado</i>						
Oficial yesero	0.59	ts/m2			38.01	\$ 22.43
Ayudante	0.36	ts/m2			27.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Pintado cielorraso (base+2 manos)</i>						
Oficial (pintor)	0.45	hs/m2			48.01	\$ 17.10
						\$ 17.10

SINTESIS VALORES X M2

CUBIERTA TEJA COLONIAL
(CERÁMICA)



Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.3. CUBIERTA TEJA FRANCESA (CERÁMICA)						
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta con estructura portante de madera y machimbre a la vista</i>						
Cabios 2"x 4" cepillado (de 4m aprox.)	1.40	ml	ml	1.40	121.00	\$ 169.40
Machimbre 3/4" cepillado	1.20	m2	m2	1.20	88.00	\$ 102.00
Fieltro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Bollo (40m2)	0.03	928.00	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	12.50	\$ 13.75
Clavaderas 2" x 2"	1.10	m2	m2	1.10	35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.88	\$ 4.84
Teja francesa	14.50	m2	unidad	14.50	13.96	\$ 181.25
\$						519.54
<i>Cubierta con estructura portante de madera sin cepillar</i>						
Cabios 2"x 4" sin cepillar (de 4m aprox.)	1.40	m2	m2	1.40	84.00	\$ 118.58
Entablonado 3/4"	1.20	m2	m2	1.20	50.00	\$ 60.00
Fieltro asfáltico (tipo ruberoyd)	1.20	m2	Bollo (40m2)	0.03	928.00	\$ 9.80
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.10	m2	m2	1.10	12.50	\$ 13.75
Clavaderas 2" x 2"	1.10	m2	m2	1.10	35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Bolsa 1Kg	0.15	32.88	\$ 4.84
Teja francesa	14.50	m2	unidad	14.50	13.96	\$ 181.25
\$						426.72
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	12.50	\$ 22.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	15.70	\$ 18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1Kg	0.10	34.88	\$ 3.23
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	28.18	\$ 2.32
\$						46.10
<i>Cielorraso de yeso sobre metal desplegado</i>						
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.53	94.15	\$ 49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.03	23.69	\$ 7.76
\$						57.19
<i>Pintura barniz cielorrasos (barnicera+2 manos)</i>						
Barniz	0.36	lt	Lata 4lts	0.09	203.28	\$ 27.30
Aguarras mineral	0.10	lt	Lata 1lt	0.10	55.12	\$ 5.91
\$						33.21
<i>Pintura cielorrasos (lijador+2 manos)</i>						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lts	0.007	157.83	\$ 0.84
Latex para cielorrasos	0.25	lt	Balde 20lts	0.06	108.00	\$ 12.33
\$						13.17
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta de teja francesa sobre estructura de madera a la vista</i>						
Oficial techista	2.05	hs/m2			38.00	\$ 77.92
Ayudante	2.45	hs/m2			27.82	\$ 67.18
\$						145.10
<i>Cubierta de teja francesa sobre estructura de madera sin cepillar</i>						
Oficial techista	1.68	hs/m2			38.00	\$ 63.86
Ayudante	2.02	hs/m2			27.82	\$ 55.39
\$						119.25
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Oficial (Albañil)	1.04	hs/m2			34.80	\$ 33.69
Ayudante	0.79	hs/m2			27.82	\$ 21.66
\$						55.35
<i>Aplicación de yeso sobre metal desplegado</i>						
Oficial yesero	0.59	hs/m2			38.00	\$ 22.43
Ayudante	0.36	hs/m2			27.82	\$ 9.87
\$						32.30
<i>Pintado cielorraso (base+2 manos)</i>						
Oficial (pintor)	0.45	hs/m2			38.00	\$ 17.10
\$						17.10
SINTESIS VALORES X M2						
CUBIERTA TEJA FRANCESA (CERÁMICA)		Sin cielorraso		Con cielorraso		
						
		\$ 714.95		\$ 767.17		

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.5. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" CERÁMICO						
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta premoldeada de viguetas y ladrillo "sapo"</i>						
Capa de compresión Hormigón (esp. 5cm)	15.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.30	73.69	\$ 23.29
Malla de acero Ø6	5.00	ml	Barra 12m	0.03	38.80	\$ 14.37
Alambre de atar	0.25	Kg	Kg	0.25	23.18	\$ 5.80
Ladrillo "sapo" cerámico	8.00	m2	unidad	8.00	13.30	\$ 106.40
Viguetas (longitud de 3.30 a 3.80m)	2.10	ml	Unidad	2.10	46.80	\$ 98.28
						\$ 248.13
<i>Contrapiso de casquete (esp. 6cm) [L/A: 1:3:6]</i>						
Cemento	4.70	Kg	Bolsa 50kg	0.09	73.69	\$ 7.30
Cal	8.20	Kg	Bolsa 25kg	0.33	36.30	\$ 11.91
Arená	0.044	m3	m3	0.044	378.62	\$ 16.61
Cascote	0.09	m3	m3	0.09	252.99	\$ 27.78
						\$ 63.59
<i>Carpeta de concreto con pendiente (esp. Promedia 5cm)</i>						
Cemento	26.18	Kg	Bolsa 50kg	0.52	73.69	\$ 40.65
Arená fina	0.056	m3	m3	0.056	210.59	\$ 13.90
						\$ 54.54
<i>Capa aisladora y terminación de azotea</i>						
Pintura asfáltica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.02	106.98	\$ 6.91
Pintura elástica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.02	505.40	\$ 21.95
						\$ 28.85
<i>Enlucido de yeso aplicado bajo losa</i>						
Yeso	18.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.45	94.23	\$ 42.37
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.10	73.69	\$ 7.76
						\$ 50.13
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Litón de yesero 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	12.30	\$ 22.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	15.70	\$ 18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1kg	0.10	33.83	\$ 3.23
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	23.43	\$ 2.32
						\$ 46.10
<i>Enlucido de yeso sobre metal desplegado de cielorraso</i>						
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.53	94.23	\$ 49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.10	73.69	\$ 7.76
						\$ 57.19
<i>Pintura cielorrasos (lijador+2 manos)</i>						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lt	0.002	67.23	\$ 0.84
Latex para cielorrasos	0.25	lt	Balde 20lt	0.013	106.70	\$ 12.33
						\$ 13.17
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
<i>Coloración de viguetas y ladrillos y colado de capa de compresión (esp. 5cm)</i>						
Oficial (Albañil)	0.60	h3/m2			\$ 32.89	\$ 19.43
Ayudante	0.60	h3/m2			\$ 27.42	\$ 16.45
						\$ 35.89
<i>Carpeta de concreto terminación frazazado</i>						
Oficial (Albañil)	1.20	h3/m2			\$ 33.89	\$ 38.87
Ayudante	0.80	h3/m2			\$ 27.42	\$ 21.94
						\$ 60.80
<i>Capa aisladora y terminación sobre cubierta</i>						
Oficial	0.45	h3/m2			\$ 33.89	\$ 14.58
Ayudante	0.30	h3/m2			\$ 27.42	\$ 8.23
						\$ 22.80
<i>Aplicación de yeso bajo losa</i>						
Oficial yesero	0.59	h3/m2			\$ 38.70	\$ 22.43
Ayudante	0.36	h3/m2			\$ 27.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Oficial (Albañil)	1.04	h3/m2			\$ 34.89	\$ 33.69
Ayudante	0.79	h3/m2			\$ 27.42	\$ 21.66
						\$ 55.35
<i>Aplicación de yeso sobre metal desplegado</i>						
Oficial yesero	0.59	h3/m2			\$ 38.70	\$ 22.43
Ayudante	0.36	h3/m2			\$ 28.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Pintado cielorraso (base+2 manos)</i>						
Oficial (pintor)	0.45	h3/m2			\$ 38.03	\$ 17.10
						\$ 17.10
SINTESIS VALORES X M2						
CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" CERÁMICO						
		\$ 627.31	\$ 735.82			

C.6. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" DE EPS

MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
<i>Cubierta premoldeada de viguetas y ladrillo "sapo"</i>						
Capa de compresión Hormigón (esp. 5cm)	15.00	Kg	Bolsa 50kg	0.30	73.69	\$ 23.29
Malla de acero Ø6	5.00	ml	Barra 12m	0.50	28.48	\$ 14.37
Alambre de atar	0.25	Kg		0.25	23.88	\$ 5.80
Ladrillo "sapo" de EPS	2.00	m2	unidad	2.00	22.16	\$ 44.52
Viguetas (longitud de 3.30 a 3.80m)	2.10	ml	Unidad	2.10	46.80	\$ 98.28
						\$ 186.25
<i>Contrapiso de cascote (esp. 6cm) [L/A. 1: 3: 6]</i>						
Cemento	4.70	Kg	Bolsa 50kg	0.09	73.69	\$ 7.30
Cal	8.20	Kg	Bolsa 25kg	0.28	36.30	\$ 11.91
Arena	0.044	m3	m3	0.044	357.82	\$ 16.61
Cascote	0.09	m3	m3	0.09	252.89	\$ 27.78
						\$ 63.59
<i>Carpeta de concreto con pendiente (esp. Promedio 5cm)</i>						
Cemento	26.18	Kg	Bolsa 50kg	0.52	73.69	\$ 40.65
Arena fina	0.066	m3	m3	0.066	212.93	\$ 13.90
						\$ 54.54
<i>Capa aisladora y terminación de azotea</i>						
Pintura asfáltica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.02	108.90	\$ 6.91
Pintura elástica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.02	475.40	\$ 21.95
						\$ 28.85
<i>Enlucido de yeso aplicado bajo losa</i>						
Yeso	18.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.45	116.23	\$ 42.37
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.10	77.63	\$ 7.76
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	14.70	\$ 18.06
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	23.19	\$ 2.32
						\$ 50.11
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Listón de yesero 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	17.50	\$ 23.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	12.70	\$ 18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1Kg	0.10	37.25	\$ 3.23
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	23.19	\$ 2.32
						\$ 46.10
<i>Enlucido de yeso sobre metal desplegado de cielorraso</i>						
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	0.53	116.23	\$ 49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	0.10	77.63	\$ 7.76
						\$ 57.19
<i>Pintura cielorrasos (fijador+2 manos)</i>						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lts	0.03	28.13	\$ 0.84
Latex para cielorrasos	0.25	lt	Balde 20lts	0.02	368.00	\$ 12.33
						\$ 13.17
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
<i>Colocación de viguetas y ladrillos y colado de capa de compresión (esp. 5cm)</i>						
Oficial (Albañil)	0.55	hs/m2			31.19	\$ 17.81
Ayudante	0.60	hs/m2			22.82	\$ 16.45
						\$ 34.27
<i>Carpeta de concreto terminación fratazada</i>						
Oficial (Albañil)	1.20	hs/m2			32.90	\$ 38.87
Ayudante	0.80	hs/m2			21.92	\$ 21.94
						\$ 60.80
<i>Capa aisladora y terminación sobre cubierta</i>						
Oficial	0.45	hs/m2			33.19	\$ 14.58
Ayudante	0.30	hs/m2			23.43	\$ 8.23
						\$ 22.80
<i>Aplicación de yeso bajo losa</i>						
Oficial yesero	0.59	hs/m2			38.00	\$ 22.43
Ayudante	0.36	hs/m2			27.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Armazón de madera para cielorraso suspendido</i>						
Oficial (Albañil)	1.04	hs/m2			33.19	\$ 33.69
Ayudante	0.79	hs/m2			27.42	\$ 21.66
						\$ 55.35
<i>Aplicación de yeso sobre metal desplegado</i>						
Oficial yesero	0.59	hs/m2			38.00	\$ 22.43
Ayudante	0.36	hs/m2			27.42	\$ 9.87
						\$ 32.30
<i>Pintado cielorraso (base+2 manos)</i>						
Oficial (pintor)	0.45	hs/m2			38.00	\$ 17.10
						\$ 17.10

SINTESIS VALORES X M2

CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" DE EPS



Crerios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.7. CUBIERTA DE LOSETAS DE HORMIGÓN PRETENSADO							
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR m2							
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2	
Cubierta premoldeada de losetas de H 'A'							
Losetas premoldeadas (hasta 3.90m)	2.10	m1	Unidad	2.10	\$ 99.00	\$	208.53
Uniones de Hormigón	4.00	Kg	Bolsa 50Kg	4.00	\$ 77.62	\$	6.21
Refuerzos de acero #6	2.00	m1	Barra 12m	2.00	\$ 34.43	\$	5.75
						\$	220.49
Contrapiso de casquete (esp. 6cm) [1/4; 1; 0-0]							
Cemento	4.70	Kg	Bolsa 50Kg	4.70	\$ 77.63	\$	7.30
Cal	8.20	Kg	Bolsa 25Kg	8.20	\$ 16.30	\$	11.91
Arena	0.084	m3	m3	0.084	\$ 177.32	\$	16.61
Cascote	0.09	m3	m3	0.09	\$ 221.08	\$	27.78
						\$	63.59
Carpeta de concreto con pendiente (esp. Promedio 5cm)							
Cemento	26.18	Kg	Bolsa 50Kg	26.18	\$ 77.63	\$	40.65
Arena fina	0.066	m3	m3	0.066	\$ 210.51	\$	13.90
						\$	54.54
Capa aisladora y terminación de azotea							
Pintura asfáltica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.45	\$ 15.38	\$	6.91
Pintura elástica	0.45	Kg	Balde 20Kg	0.45	\$ 47.86	\$	21.95
						\$	28.85
Entlucido de yeso aplicado bajo losa							
Yeso	18.00	Kg	Bolsa 40Kg	18.00	\$ 24.45	\$	42.37
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	5.00	\$ 27.63	\$	7.76
						\$	50.13
Armazón de madera para cielorraso suspendido							
Listón de yesera 1/2" x 1"	1.80	m2	m2	1.80	\$ 12.50	\$	22.50
Metal desplegado	1.15	m2	m2	1.15	\$ 15.00	\$	18.06
Clavos de acero	0.10	Kg	Bolsa 1Kg	0.10	\$ 37.15	\$	3.23
Alambre de atar	0.10	Kg	Kg	0.10	\$ 48.18	\$	2.32
						\$	46.10
Entlucido de yeso sobre metal desplegado de cielorraso							
Yeso	21.00	Kg	Bolsa 40Kg	21.00	\$ 24.45	\$	49.43
Cemento	5.00	Kg	Bolsa 50Kg	5.00	\$ 77.63	\$	7.76
						\$	57.19
Pintura cielorraso [fijador+2 manos]							
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lts	0.03	\$ 25.28	\$	0.84
Latex para cielorraso	0.25	lt	Balde 20lts	0.25	\$ 48.70	\$	12.33
						\$	13.17
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR m2							
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2	
Colocación de losetas y refuerzos							
Oficial (Albañil)	0.20	h1/m2			\$ 31.89	\$	6.48
Ayudante	0.20	h1/m2			\$ 23.42	\$	5.48
						\$	11.96
Carpeta de concreto terminación frotada							
Oficial (Albañil)	1.20	h1/m2			\$ 31.89	\$	38.87
Ayudante	0.80	h1/m2			\$ 23.42	\$	21.94
						\$	60.80
Capa aisladora y terminación sobre cubierta							
Oficial	0.45	h1/m2			\$ 31.89	\$	14.58
Ayudante	0.30	h1/m2			\$ 23.42	\$	8.23
						\$	22.80
Aplicación de yeso bajo losa							
Oficial yesero	0.59	h1/m2			\$ 38.01	\$	22.43
Ayudante	0.36	h1/m2			\$ 27.42	\$	9.87
						\$	32.30
Armazón de madera para cielorraso suspendido							
Oficial (Albañil)	1.04	h1/m2			\$ 31.89	\$	33.69
Ayudante	0.79	h1/m2			\$ 23.42	\$	21.66
						\$	55.35
Aplicación de yeso sobre metal desplegado							
Oficial yesero	0.59	h1/m2			\$ 38.01	\$	22.43
Ayudante	0.36	h1/m2			\$ 27.42	\$	9.87
						\$	32.30
Pintado cielorraso [base+2 manos]							
Oficial (pintor)	0.45	h1/m2			\$ 38.01	\$	17.10
						\$	17.10
SINTESIS VALORES X M2							
CUBIERTA DE LOSETAS DE HORMIGÓN PRETENSADO		Sin cielorraso		Con cielorraso			
							
		\$ 575.74		\$ 684.25			

C.a. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE

PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO

Esta estrategia para cubiertas inclinadas propone una alternativa de aislamiento mediante la colocación de placas de EPS entre el entablado o machimbre y la cubierta original, ya sea esta de chapa o tejas.

En cuanto a su proceso de ejecución: Primero se debe remover la cubierta existente. Si es de chapa, se rompen las cargas y se desclavan las chapas. En caso de tejas, se remueven una a una. Se colocan las placas de EPS, considerando que si el espesor supera la altura de las clavaderas existentes se deben colocar clavaderas extra. Luego se recolocan las chapas debiendo ser nuevamente clavadas y empotradas en las cargas, contemplando a su vez la sustitución de aquellas chapas en mal estado (a los fines del cómputo, se estima que la mitad de las chapas serán sustituidas). Lo mismo en el caso de las tejas (a los fines del cómputo, se estima que un quinto de las tejas serán sustituidas por rotura durante el proceso).

Observaciones

Esta opción requiere de una mano de obra cuidadosa para no dañar excesivamente la cubierta existente y así reducir sobrecostos materiales, en el marco de lo posible. En cuanto al EPS, se recomienda que no haya contacto directo con la chapa (mantener al menos 1cm de distancia) ya que esto reduce su capacidad aislante.

MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2

Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
Placas de EPS						
EPS 5cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	67.80	\$ 66.26
EPS 6cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	70.72	\$ 79.51
EPS 7cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	88.81	\$ 92.76
EPS 8cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	108.00	\$ 106.01
EPS 9cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	133.98	\$ 119.26
EPS 10cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	126.30	\$ 132.51
EPS 5cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	88.00	\$ 88.20
EPS 6cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	109.80	\$ 105.84
EPS 7cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	117.60	\$ 123.48
EPS 8cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	131.40	\$ 141.12
EPS 9cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	151.20	\$ 158.76
EPS 10cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	168.00	\$ 176.40
EPS 5cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	128.00	\$ 130.20
EPS 6cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	148.80	\$ 156.24
EPS 7cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	178.80	\$ 182.28
EPS 8cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	198.40	\$ 208.32
EPS 9cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	228.00	\$ 234.36
EPS 10cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	268.00	\$ 260.40
Recolocación de cubierta existente, en chapa						
Sustitución de chapa (50%)	1.25	m2	m2	1.25	52.00	\$ 62.50
Clavaderas extra (2" x 2")	1.10	m2	m2	1.10	35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	kg	Bolsa 1kg	0.15	31.83	\$ 4.84
Clavos cabeza de plomo	0.06	kg	Bolsa 1kg	0.06	78.90	\$ 4.73
						\$ 110.57
Recolocación de cubierta existente, en tejas						
Reposición de tejas por rotura (20%)	14.50	m2	m2	14.50	2.00	\$ 36.25
Clavaderas extra (2" x 2")	1.10	m2	m2	1.10	35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	kg	Bolsa 1kg	0.15	31.83	\$ 4.84
						\$ 79.59
Gastos varios por recolocación						
Varios	1.00			1.00	75.00	\$ 75.00
						\$ 75.00

MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2

Concepto	Rendimiento	Unidad	Precio unitario	Precio x m2
Aislación y recolocación de cubierta				
Oficial (techista)	0.40	hs/m2	39.47	\$ 15.20
Ayudante	0.40	hs/m2	27.42	\$ 10.97
				\$ 26.17
Arreglos varios				
Oficial	0.30	hs/m2	39.01	\$ 11.40
				\$ 11.40

SINTESIS VALORES X M2

	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE DE CHAPA DE H° G°	\$ 250.90	\$ 302.65	\$ 315.90	\$ 329.15	\$ 342.41	\$ 355.66
20	\$ 272.85	\$ 328.99	\$ 346.63	\$ 364.27	\$ 381.91	\$ 399.55
30	\$ 314.85	\$ 379.39	\$ 405.43	\$ 431.47	\$ 457.51	\$ 483.55

SINTESIS VALORES X M2

	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm
AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE DE TEJA CERÁMICA	\$ 219.92	\$ 271.67	\$ 284.92	\$ 298.17	\$ 311.42	\$ 324.67
20	\$ 241.86	\$ 298.00	\$ 315.64	\$ 333.26	\$ 350.92	\$ 368.56
30	\$ 283.86	\$ 348.40	\$ 374.44	\$ 400.48	\$ 426.52	\$ 452.56



Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.b. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS (PARA CHAPA ONDULADA) Y CARPETA CEMENTICIA							
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO							
<p>Esta estrategia trabaja con Isoplacas, que son placas de EPS para aislación térmica en cubiertas livianas no ventiladas; con una cara con curvatura. Estas placas de EPS brindan, con bajo costo, una solución a las deficiencias de aislación térmica en cubiertas livianas, obteniéndose de este modo un buen confort higrotérmico (todo el año, un ahorro de energía en climatización, además de prevenir daños estructurales y funcionales de la cubierta.</p> <p>En cuanto a su proceso de ejecución: Se realiza una imprimación hidrófuga sobre la chapa, con pintura asfáltica. Se colocan las placas de EPS con su curvatura en coincidencia a las ondas de las chapas. Y se realiza la carpeta de hormigón pobre sobre estas, la cual se alisa para facilitar el libre escurrimiento del agua.</p>							
Observaciones							
Previo a su ejecución se requiere de un análisis del estado de la preexistencia, para evitar patologías constructivas por sobrepeso y mala ejecución.							
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2							
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2	
<i>Placas de EPS con una cara con ondulación:</i>							
Isoplaca EPS 5cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 134.00	\$ 140.70	
Isoplaca EPS 6cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 150.80	\$ 158.34	
Isoplaca EPS 7cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 167.60	\$ 175.98	
Isoplaca EPS 8cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 184.40	\$ 193.62	
Isoplaca EPS 9cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 201.20	\$ 211.26	
Isoplaca EPS 10cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	1.05	\$ 218.00	\$ 228.90	
<i>Carpeta de hormigón pobre (esq. 6cm) [1/4: 1: 1]</i>							
Cemento	4.70	Kg	Bolsa 50kg	0.094	\$ 73.62	\$ 7.30	
Cal	8.20	Kg	Bolsa 25kg	0.328	\$ 35.30	\$ 11.91	
Arena	0.044	m3		0.044	\$ 797.62	\$ 35.61	
						\$ 35.81	
<i>Imprimación hidrófuga:</i>							
Pintura asfáltica	0.23	Kg	Balde 20Kg	0.115	\$ 26.50	\$ 3.45	
						\$ 3.45	
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2							
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2	
<i>Aislación y carpeta</i>							
Oficial (albañil)	0.60	h2/m2			\$ 31.89	\$ 19.43	
Ayudante	1.10	h2/m2			\$ 27.82	\$ 30.16	
						\$ 49.60	
<i>Pintura hidrófuga</i>							
Oficial	0.23	h2/m2			\$ 31.89	\$ 7.29	
						\$ 7.29	
SINTESIS VALORES X M2							
 <p>AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE DE CHAPA DE H + G</p>	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm	
	Kg/m3	20	\$ 236.85	\$ 254.49	\$ 272.13	\$ 289.77	\$ 307.41

C.c. AISLACIÓN EXTERIOR CON LV Y CHAPA GALVANIZADA						
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO						
<p>Esta estrategia comprendida como "aislación exterior" propone la incorporación de aislación mediante una suerte de doble encofrado de chapa con un alma de lana de vidrio (LV). De esta manera no solo se obtienen mejoras termo-energéticas sino también reducciones en el riesgo de infiltraciones, ya que se mantiene la cubierta existente de chapa y se le incorpora chapa nueva por encima de la primera.</p> <p>En cuanto a su proceso de ejecución: Primero se verifica el estado de la cubierta existente y se ubica la posición de sus clavaderas, ya que las nuevas clavaderas irán vinculadas a las primeras. Se despliega el aislante de LV considerando doble clavadera para los espesores mayores a 5cm. Luego se colocan las chapas nuevas las cuales son clavadas y empotradas en las cargas.</p>						
Observaciones						
Se deben evitar las infiltraciones de agua por chapa o por la carga, ya que la lana de vidrio reduce su capacidad aislante si esta se moja.						
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR m2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
Lana de Vidrio (LV)						
Lana de Vidrio 50mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rolló 1.2x18m	0.045	\$ 576.50	\$ 27.95
Lana de Vidrio 75mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rolló 1.2x18m	0.045	\$ 805.00	\$ 38.89
Lana de Vidrio 100mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rolló 1.2x18m	0.060	\$ 1,080.00	\$ 48.61
Aislación y chapa de H¹G¹						
Colocación de chapa nueva	1.25	m2	m	4.75	\$ 112.00	\$ 125.00
Clavaderas (2" x 2")	1.10	m2	m2	9.40	\$ 35.00	\$ 38.50
Clavos de acero	0.15	Kg	Rolló 1Kg	8.40	\$ 3.43	\$ 4.84
						\$ 168.34
Gastos varios por colocación:						
Varios	1.00			3.00	\$ 75.00	\$ 75.00
						\$ 75.00
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR m2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
Aislación y colocación de cubierta						
Oficial (te-chista)	0.35	hs/m2			\$ 38.00	\$ 13.30
Ayudante	0.35	hs/m2			\$ 21.43	\$ 7.60
						\$ 22.90
Arrreglos varios						
Oficial	0.30	hs/m2			\$ 38.00	\$ 11.40
						\$ 11.40
SINTESIS VALORES X M2						
 AISLACIÓN EXTERIOR CON LV Y CHAPA GALVANIZADA	50mm	75mm	100mm			
	\$ 305.59	\$ 355.03	\$ 364.75			

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.d. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y RIPIOLITA																																																																																										
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO																																																																																										
<p>Este sistema para cubiertas planas se denomina de "techo invertido", trabajándose con la aislación térmica sobre la hidrófuga. Requiere como terminación de 8 a 10 cm. de cantó rodado o ripiolita, como elemento de protección y drenaje. Estos sistemas son los que mejor comportamiento térmico aportan al conjunto, al proteger a los demás componentes de los efectos de dilataciones y contracciones. Además, el techo invertido presenta la ventaja adicional de su fácil remoción y acceso al aislante hidrófugo (al que también protege), para su eventual reparación o por razones de mantenimiento.</p> <p>En cuanto a su proceso de ejecución: se extiende la membrana geotéxtil sobre la losa existente y se colocan las placas de EPS con las nervaduras hacia abajo. Luego se coloca la ripiolita, emparejando la superficie hasta lograr un espesor homogéneo.</p>																																																																																										
<p>Observaciones</p> <p>Esta opción se indica para cubiertas planas de tránsito escaso o de servicio. Caso contrario, se debe sustituir la capa de ripiolita por materiales de mayor protección mecánica.</p>																																																																																										
<p>MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M²</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">Concepto</th> <th style="width: 10%;">Cantidad x m²</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 15%;">Presentación Comercial</th> <th style="width: 10%;">Cantidad proporcional</th> <th style="width: 10%;">Precio unitario</th> <th style="width: 10%;">Precio x m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7" style="padding: 2px;"><i>Placas de EPS con una capa nervurada</i></td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 5cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 138.49</td> <td>\$ 144.70</td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 6cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 150.80</td> <td>\$ 158.34</td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 7cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 161.50</td> <td>\$ 175.98</td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 8cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 176.40</td> <td>\$ 193.62</td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 9cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 191.30</td> <td>\$ 211.26</td> </tr> <tr> <td>Isoplaca EPS 10cm (20 kg/m³)</td> <td>1.05</td> <td>m²</td> <td>Placa 1mx1m</td> <td>1.05</td> <td>\$ 218.00</td> <td>\$ 228.90</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="padding: 2px;"><i>Revestimiento de madera machihembrada</i></td> </tr> <tr> <td>Ripiolita</td> <td>0.10</td> <td>m³</td> <td>m²</td> <td>0.10</td> <td>\$ 1,402.00</td> <td>\$ 145.20</td> </tr> <tr> <td>Membrana geotéxtil</td> <td>1.20</td> <td>m²</td> <td>Rollo 10m²</td> <td>0.60</td> <td>\$ 106.35</td> <td>\$ 63.72</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">\$ 208.42</td> </tr> </tbody> </table>							Concepto	Cantidad x m ²	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m ²	<i>Placas de EPS con una capa nervurada</i>							Isoplaca EPS 5cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 138.49	\$ 144.70	Isoplaca EPS 6cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 150.80	\$ 158.34	Isoplaca EPS 7cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 161.50	\$ 175.98	Isoplaca EPS 8cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 176.40	\$ 193.62	Isoplaca EPS 9cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 191.30	\$ 211.26	Isoplaca EPS 10cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 218.00	\$ 228.90	<i>Revestimiento de madera machihembrada</i>							Ripiolita	0.10	m ³	m ²	0.10	\$ 1,402.00	\$ 145.20	Membrana geotéxtil	1.20	m ²	Rollo 10m ²	0.60	\$ 106.35	\$ 63.72							\$ 208.42
Concepto	Cantidad x m ²	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m ²																																																																																				
<i>Placas de EPS con una capa nervurada</i>																																																																																										
Isoplaca EPS 5cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 138.49	\$ 144.70																																																																																				
Isoplaca EPS 6cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 150.80	\$ 158.34																																																																																				
Isoplaca EPS 7cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 161.50	\$ 175.98																																																																																				
Isoplaca EPS 8cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 176.40	\$ 193.62																																																																																				
Isoplaca EPS 9cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 191.30	\$ 211.26																																																																																				
Isoplaca EPS 10cm (20 kg/m ³)	1.05	m ²	Placa 1mx1m	1.05	\$ 218.00	\$ 228.90																																																																																				
<i>Revestimiento de madera machihembrada</i>																																																																																										
Ripiolita	0.10	m ³	m ²	0.10	\$ 1,402.00	\$ 145.20																																																																																				
Membrana geotéxtil	1.20	m ²	Rollo 10m ²	0.60	\$ 106.35	\$ 63.72																																																																																				
						\$ 208.42																																																																																				
<p>MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M²</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 35%;">Concepto</th> <th style="width: 10%;">Rendimiento</th> <th style="width: 10%;">Unidad</th> <th style="width: 15%;"></th> <th style="width: 10%;"></th> <th style="width: 10%;">Precio unitario</th> <th style="width: 10%;">Precio x m²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="7" style="padding: 2px;"><i>Colocación de aislación y protección</i></td> </tr> <tr> <td>Oficial</td> <td>0.16</td> <td>h²/m²</td> <td></td> <td></td> <td>\$ 32.89</td> <td>\$ 5.38</td> </tr> <tr> <td>Ayudante</td> <td>0.16</td> <td>h²/m²</td> <td></td> <td></td> <td>\$ 27.42</td> <td>\$ 4.39</td> </tr> <tr> <td colspan="6"></td> <td style="text-align: right; border-top: 1px solid black;">\$ 9.57</td> </tr> </tbody> </table>							Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m ²	<i>Colocación de aislación y protección</i>							Oficial	0.16	h ² /m ²			\$ 32.89	\$ 5.38	Ayudante	0.16	h ² /m ²			\$ 27.42	\$ 4.39							\$ 9.57																																																	
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m ²																																																																																				
<i>Colocación de aislación y protección</i>																																																																																										
Oficial	0.16	h ² /m ²			\$ 32.89	\$ 5.38																																																																																				
Ayudante	0.16	h ² /m ²			\$ 27.42	\$ 4.39																																																																																				
						\$ 9.57																																																																																				
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;"></td> <td style="width: 10%; text-align: center;">5cm</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">6cm</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">7cm</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">8cm</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">9cm</td> <td style="width: 10%; text-align: center;">10cm</td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">Kg/m³</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="font-size: small;">20</td> <td style="text-align: right;">\$ 358.69</td> <td style="text-align: right;">\$ 376.33</td> <td style="text-align: right;">\$ 392.97</td> <td style="text-align: right;">\$ 411.61</td> <td style="text-align: right;">\$ 429.25</td> <td style="text-align: right;">\$ 446.89</td> </tr> </table> <p>SINTESIS VALORES X M² AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y RIPIOLITA</p>								5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm	Kg/m ³							20	\$ 358.69	\$ 376.33	\$ 392.97	\$ 411.61	\$ 429.25	\$ 446.89																																																															
	5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm																																																																																				
Kg/m ³																																																																																										
20	\$ 358.69	\$ 376.33	\$ 392.97	\$ 411.61	\$ 429.25	\$ 446.89																																																																																				

C.e. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y CARPETA CEMENTICIA								
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO								
Este sistema para cubiertas planas se denomina de "techo invertido", trabajando con la aislación térmica sobre la hidrófuga. Requiere como terminación de una protección mecánica, brindada por la carpeta de cemento armado. Estos sistemas son los que mejor comportamiento térmico aportan al conjunto, evitando puentes térmicos y reduciendo el riesgo de condensación.								
En cuanto a su proceso de ejecución: se colocan las placas de EPS de alta densidad sobre la losa existente. En caso de reconocer huecos en la superficie del piso, se deberán rellenar para evitar futuras fisuras en la carpeta. Una vez colocado el EPS se dispone la malla de hierro, separada 2cm mediante "rabillos" de hormigón y se cuela el hormigón propiamente dicho, en un espesor homogéneo de aproximadamente 5cm. Acto seguido, se alisa la superficie para asegurar el libre escurrimiento del agua en función de las pendientes existentes. Y finalmente se aplica una imprimación hidrófuga y una capa final de pintura elástica para azoteas.								
Observaciones								
El espesor de la carpeta es constante, adaptándose a las pendientes existentes para el escurrimiento del agua.								
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2								
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2		
Placas de EPS								
EPS 5cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 64.00	\$ 88.20		
EPS 6cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 108.00	\$ 105.84		
EPS 7cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 116.00	\$ 123.48		
EPS 8cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 134.40	\$ 141.12		
EPS 9cm (20 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 151.00	\$ 158.76		
EPS 10cm (15 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 168.00	\$ 176.40		
EPS 5cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 124.00	\$ 130.20		
EPS 6cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 148.00	\$ 156.24		
EPS 7cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 176.00	\$ 182.28		
EPS 8cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 198.40	\$ 208.32		
EPS 9cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 223.00	\$ 234.36		
EPS 10cm (30 kg/m3)	1.05	m2	Placa 1mx1m	4.05	\$ 248.00	\$ 260.40		
Carpeta de hormigón armado (Esp. 5cm) [1, 3-3]								
Cemento	15.00	Kg	Bolsa 50kg	0.00	\$ 776.2	\$ 33.29		
Arena	0.03	m3	m3	0.03	\$ 377.67	\$ 12.27		
Piedra	0.03	m3	m3	0.03	\$ 691.62	\$ 20.53		
Malla electrosoldada 15x15cm Ø 4.2	1.10	m2	Malla 5mx2m	0.44	\$ 600.00	\$ 33.03		
						\$ 89.12		
Capa aisladora y terminación de azotea								
Pintura asfáltica	0.45	kg	Baldé 20kg	0.45	\$ 688.00	\$ 6.91		
Pintura elástica	0.45	kg	Baldé 20kg	0.45	\$ 470.00	\$ 21.95		
						\$ 28.85		
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2								
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2		
Carpeta de hormigón armado:								
Oficial	1.50	hs/m2			\$ 32.00	\$ 48.59		
Ayudante	1.00	hs/m2			\$ 23.42	\$ 27.42		
						\$ 76.01		
Capa aisladora y terminación sobre cubierta								
Oficial	0.45	hs/m2			\$ 33.00	\$ 14.85		
Ayudante	0.30	hs/m2			\$ 27.42	\$ 8.23		
						\$ 22.80		
SINTESIS VALORES X M2								
			5cm	6cm	7cm	8cm	9cm	10cm
Kg/m3	AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y CARPETA CEMENTICIA	20	\$ 304.98	\$ 322.62	\$ 340.26	\$ 357.90	\$ 375.54	\$ 393.18
		30	\$ 346.98	\$ 373.02	\$ 399.06	\$ 425.10	\$ 451.14	\$ 477.18

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

C.f. AISLACIÓN INTERIOR CON LANA DE VIDRIO Y CIELORRASO SUSPENDIDO						
PROCESO TECNOLÓGICO-CONSTRUCTIVO						
<p>La colocación de un nuevo cielorraso suspendido con aislación térmica es relativamente sencillo en cuanto a su ejecución; debiendo trabajar con barreras de vapor como elementos que reduzcan el riesgo de condensación en la medida de lo posible.</p> <p>En cuanto a su proceso de ejecución: se deben proveer "pelos" desde la cubierta existente como enganches para la suspensión de la estructura del nuevo cielorraso, como también se deben realizar las modificaciones pertinentes en cuanto a los apliques de luz. Se monta el armazón metálico y se despliegan los rollos de lana de vidrio, dispuestos con la cara con papel kraft hacia abajo. Como este papel actúa como barrera de vapor, es importante que se solape correctamente y se una mediante cinta adhesiva. También se deberá tener especial cuidado en cuanto a la ejecución de la barrera de vapor en los bordes del cielorraso. Una vez realizado esto, se procede a fijar las placas de roca de yeso mediante tornillos especiales. Se masillan las uniones, se emprolaja la superficie y se aplica el fijador y pintura final.</p>						
Observaciones						
Las opciones de aislación interior tienen mayor riesgo de condensación superficial e intersticial.						
MATERIALES EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Cantidad x m2	Unidad	Presentación Comercial	Cantidad proporcional	Precio unitario	Precio x m2
Lana de Vidrio (LV)						
Lana de Vidrio 50mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rollo 1.2x18m	0.066	\$ 375.00	\$ 27.95
Lana de Vidrio 75mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rollo 1.2x18m	0.066	\$ 600.00	\$ 38.89
Lana de Vidrio 100mm (con papel kraft)	1.05	m2	Rollo 1.2x18m	0.066	\$ 706.00	\$ 48.61
Cielorraso suspendido de placas de yeso con estructura metálica						
Solera de chapa galvanizada de 70mm	1.30	m	Perfil 2.60m	0.866	\$ 17.01	\$ 14.96
Montante de chapa galvanizada de 69mm	2.95	Kg	Perfil 2.60m	1.119	\$ 34.86	\$ 37.74
Tornillos T-1	16.00	Unidad	Caja 500u	0.033	\$ 103.40	\$ 3.25
Tornillos T-2	18.00	Unidad	Caja 500u	0.036	\$ 118.78	\$ 4.10
Cinta para juntas	1.65	m	Rollo 23ml	0.072	\$ 18.09	\$ 1.29
Masilla (interiores)	0.90	Kg	Balde 32kg	0.028	\$ 228.63	\$ 6.42
Fijaciones	6.00	Unidad	Caja 500u	0.018	\$ 178.49	\$ 3.27
Placa de yeso 9.5mm	1.05	m2	Placa 1.2x2.4m	0.169	\$ 158.50	\$ 26.43
						\$ 97.45
Pintura cielorrasos (fijador+2 manos)						
Fijador al agua	0.03	lt	Balde 20lt	0.001	\$ 28.13	\$ 0.84
Latex para cielorrasos	0.25	lt	Balde 20lt	0.013	\$ 969.00	\$ 12.33
						\$ 13.17
MANO DE OBRA EN RENDIMIENTO POR M2						
Concepto	Rendimiento	Unidad			Precio unitario	Precio x m2
Cielorraso con estructura metálica						
Oficial	0.75	hs/m2			\$ 38.01	\$ 28.51
Ayudante	0.75	hs/m2			\$ 27.42	\$ 20.57
						\$ 49.07
Pintado cielorraso (base+2 manos)						
Oficial (pintor)	0.45	hs/m2			\$ 38.01	\$ 17.10
						\$ 17.10
SINTESIS VALORES X M2						
		50mm	75mm	100mm		
AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y CIELORRASO SUSPENDIDO		\$ 204.75	\$ 215.68	\$ 225.41		

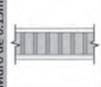
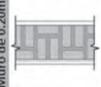
ANEXO IV

FICHAS DE RECICLADO DE ELEMENTOS

En este anexo se exhiben las fichas de reciclado de elementos de la envolvente edilicia residencial de la ciudad de La Plata, en la *situación original (base)* y las *estrategias de mejoramiento* propuestas.

259

Para este anexo, a modo de ejemplo, se exhibe una alternativa para cada elemento (muro, cubierta y abertura). Las opciones restantes se encuentran en formato digital (Anexo VIII: *Instrumentación en archivo digital tipo Excel*).

<p>SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)</p>					
<p>Descripción de la condición material base:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Revoque interior grueso y fino a la cal • Ladrillo cerámico macizo (12x5x24cm aprox.) • Azotado hidrófugo • Revoque exterior grueso y fino a la cal 	<p>K máximo admisible</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>INVIERNO</th> <th>VERANO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>No clasifica</td> <td>No clasifica</td> </tr> </tbody> </table>	INVIERNO	VERANO	No clasifica	No clasifica
INVIERNO	VERANO				
No clasifica	No clasifica				
<p>Muro de 0.15m</p>  <p>K= 2.90 W/m² °C</p>					
<p>Muro de 0.20m</p>  <p>K= 2.37 W/m² °C</p>					
<p>Muro de 0.30m</p>  <p>K= 2.05 W/m² °C</p>					
<p>OBSERVACIONES</p>					

<p>ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO</p>																									
<p>Descripción de la opción de mejoramiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • EPS de 20 Kg/m³ adherido desde el exterior con pegamento cementicio; • Malla de fibra de vidrio adherida con pegamento basecoat; • Terminación de revoque plástico texturado. 	<p>K máximo admisible</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>INVIERNO</th> <th>VERANO</th> <th>CI</th> <th>I_e</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>2 cm EPS</td> <td>K= 1.078 W/m² °C</td> <td>\$ 265.15</td> <td>6.867</td> </tr> <tr> <td>3 cm EPS</td> <td>K= 0.824 W/m² °C</td> <td>\$ 282.79</td> <td>7.335</td> </tr> <tr> <td>4 cm EPS</td> <td>K= 0.667 W/m² °C</td> <td>\$ 300.43</td> <td>7.427</td> </tr> <tr> <td>5 cm EPS</td> <td>K= 0.560 W/m² °C</td> <td>\$ 318.07</td> <td>7.351</td> </tr> <tr> <td>6 cm EPS</td> <td>K= 0.483 W/m² °C</td> <td>\$ 335.71</td> <td>7.195</td> </tr> </tbody> </table>	INVIERNO	VERANO	CI	I _e	2 cm EPS	K= 1.078 W/m² °C	\$ 265.15	6.867	3 cm EPS	K= 0.824 W/m² °C	\$ 282.79	7.335	4 cm EPS	K= 0.667 W/m² °C	\$ 300.43	7.427	5 cm EPS	K= 0.560 W/m² °C	\$ 318.07	7.351	6 cm EPS	K= 0.483 W/m² °C	\$ 335.71	7.195
INVIERNO	VERANO	CI	I _e																						
2 cm EPS	K= 1.078 W/m² °C	\$ 265.15	6.867																						
3 cm EPS	K= 0.824 W/m² °C	\$ 282.79	7.335																						
4 cm EPS	K= 0.667 W/m² °C	\$ 300.43	7.427																						
5 cm EPS	K= 0.560 W/m² °C	\$ 318.07	7.351																						
6 cm EPS	K= 0.483 W/m² °C	\$ 335.71	7.195																						
<p>Muro de 0.15m</p>  <p>K= 1.078 W/m² °C</p>																									
<p>Muro de 0.20m</p>  <p>K= 0.775 W/m² °C</p>																									
<p>Muro de 0.30m</p>  <p>K= 0.737 W/m² °C</p>																									
<p>OBSERVACIONES</p> <p>La colocación exterior del EPS y revestimiento requiere de superficies lisas, dificultándose su ejecución en los ángulos y encuentros.</p> <p>El pegamento actúa como barrera de vapor.</p>																									

<p>M.1. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	
<p>• Opción con EPS de 20 Kg/m³ y pintura latex exteriores</p>	<p>• Opción con EPS de 30 Kg/m³ y pintura latex exteriores</p>
<p>• Opción con EPS de 15 Kg/m³ y pintura latex exteriores</p>	<p>• Opción con EPS de 20 Kg/m³ y pintura latex exteriores</p>
<p>• Opción con EPS de 30 Kg/m³ y terminación exterior de revoque plástico</p>	<p>• Opción con EPS de 15 Kg/m³ y terminación exterior de revoque plástico</p>
<p>M.2. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO</p>	
<p>M.3. MURO LADRILLO HUECO (CERÁMICO NO PORTANTE) REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	
<p>M.4. MURO LADRILLO HUECO PORTANTE (CERÁMICO) REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	
<p>M.5. MURO BLOQUE DE HORMIGÓN REVOCADO EN AMBAS CARAS</p>	
<p>M.6. MURO DOBLE CON CÁMARA, SEGÚN COMBINACIÓN</p>	
<p>M.7. MURO LADRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) INTERIOR REVOCADO Y EXTERIOR VISTO</p>	
<p>M.8. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS DE YESO</p>	
<p>M.9. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA</p>	
<p>M.10. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA</p>	
<p>M.11. AISLACIÓN EXTERIOR CON LANA DE VIDRIO (LV) Y PLACAS CEMENTICIAS</p>	
<p>M.12. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y PLACAS CEMENTICIAS</p>	
<p>M.13. AISLACIÓN EXTERIOR CON LANA DE VIDRIO (LV) Y PLACAS CEMENTICIAS</p>	
<p>M.14. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA</p>	
<p>M.15. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y REVESTIMIENTO DE MADERA</p>	
<p>M.16. AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y PLACAS DE YESO</p>	

SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)		ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO	
Descripción de la condición material base: <ul style="list-style-type: none"> • Estructura de trantería de madera • Entablonado o machimbre de 3/4" • Membrana de aislación hidrófuga • Listones y clavaderas • Chapa ondulada de H⁶⁰ 		Descripción de la opción de mejoramiento: <ul style="list-style-type: none"> • EPS de 20 Kg/m³ por debajo de la chapa existente; • Colocación de clavadera extra; • Recolocación o sustitución de chapa existente. 	
Sin cielorraso suspendido  K= 4.678 W/m ² °C K= 3.524 W/m ² °C		Sin cielorraso suspendido  K calculado [W/m ² °C] INVIERNO VERANO K máximo admisible INVIERNO VERANO	
Con cielorraso suspendido  K= 2.606 W/m ² °C K= 1.909 W/m ² °C		Con cielorraso suspendido  K calculado [W/m ² °C] INVIERNO VERANO K máximo admisible INVIERNO VERANO	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	

C.1. CUBIERTA CHAPA ONDULADA (HIERRO GALVANIZADO)		C.A. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS BAJO CUBIERTA EXISTENTE	
Descripción de la opción de mejoramiento: <ul style="list-style-type: none"> • Opción con EPS de 15 Kg/m³ bajo chapa de H⁶⁰ • Opción con EPS de 20 Kg/m³ bajo chapa de H⁶⁰ 		Descripción de la opción de mejoramiento: <ul style="list-style-type: none"> • Opción con EPS de 15 Kg/m³ bajo teja cerámica • Opción con EPS de 20 Kg/m³ bajo teja cerámica • Opción con EPS de 30 Kg/m³ bajo teja cerámica 	
Sin cielorraso suspendido  K= 4.678 W/m ² °C K= 3.524 W/m ² °C		Sin cielorraso suspendido  K calculado [W/m ² °C] INVIERNO VERANO K máximo admisible INVIERNO VERANO	
Con cielorraso suspendido  K= 2.606 W/m ² °C K= 1.909 W/m ² °C		Con cielorraso suspendido  K calculado [W/m ² °C] INVIERNO VERANO K máximo admisible INVIERNO VERANO	
OBSERVACIONES		OBSERVACIONES	
C.2. CUBIERTA TEJA COLONIAL (CERÁMICA)		C.B. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS (PARA CHAPA ONDULADA) Y CARPETA	
C.3. CUBIERTA TEJA FRANCESA (CERÁMICA)		C.C. AISLACIÓN EXTERIOR CON LV Y CHAPA GALVANIZADA	
C.4. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" CERÁMICO		C.D. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y RIPIOLITA	
C.5. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" DE EPS		C.E. AISLACIÓN EXTERIOR CON EPS Y CARPETA CEMENTICIA	
C.6. CUBIERTA LOSA CON VIGUETAS Y LADRILLO "SAPO" DE EPS		C.F. AISLACIÓN INTERIOR CON LV Y CIELORRASO SUSPENDIDO	
C.7. CUBIERTA DE LOSETAS DE HORMIGÓN PRETENSADO			

SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)	
Descripción de la condición material base: • Carpintería de madera • Vidrio incoloro común (simple)	
	Sin persianas de madera Sin cortinas internas (de tela) K= 5.82 W/m ² °C No clasifica Con cortinas internas (de tela) K= 5.03 W/m ² °C No clasifica
	Sin cortinas internas (de tela) K= 2.78 W/m ² °C K4 Con cortinas internas (de tela) K= 2.59 W/m ² °C K4
K máximo admisible	
A.1. ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE MADERA	
OBSERVACIONES	

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO	
Descripción de la opción de mejoramiento: • Sustitución del vidrio simple por Doble Vidriado Hermético (DVH)	
	Sin persianas de madera Sin cortinas internas (de tela) K= 3.238 W/m ² °C K5 Con cortinas internas (de tela) K= 2.978 W/m ² °C K4
	Sin cortinas internas (de tela) K= 2.143 W/m ² °C K4 Con cortinas internas (de tela) K= 2.026 W/m ² °C K4
K máximo admisible	
CII [\$/x m ²]	
I _E [W/m ² °C \$]	
A.a. SUSTITUCIÓN DE VIDRIO SIMPLE POR DVH	
OBSERVACIONES Esta opción resulta particularmente afín para carpinterías de madera, por la facilidad de sustitución del vidriado; como así también por la transmitancia térmica de los marcos los cuales no generan puentes térmicos (a diferencia de los marcos de chapa).	
A.B. COLOCACIÓN DE CORTINAS DE ENROLLAR EXTERIOR	
A.C. COLOCACIÓN DE POSTIGOS	
A.D. COLOCACIÓN DE CARPINTERÍAS EN PARALELO	

A.2. ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE CHAPA	
A.3. ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE ALUMINIO	
A.2. ABERTURAS VIDRIO SIMPLE Y MARCOS DE PVC	



ANEXO V

FICHAS DE UNIDADES EDILICIAS

En este apartado se exhiben las fichas de unidades edilicias, que sintetizan e integran las propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo en la edilicia residencial de la ciudad de La Plata, presentando la *situación original (base)* y dos *opciones de reciclado*.

263

Para este anexo, a modo de ejemplo, se presentan tres fichas correspondientes a tipologías de alta representatividad en nuestra área de estudio (la ciudad de La Plata). Estas tipologías son: casa cajón, casa chorizo y monobloque.

TIPOLOGA: Casa Cajn
Ubicacin: Barrio La Loma

Planos y volumetras



Caractersticas dimensionales de la unidad edilicia

1.SUPERFICIE HABITABLE	55,25 m ²
2.VOLUMEN HABITABLE	160,23 m ³
3.PERIMETRO INTERIOR	31,10 m

Actualizacin de condiciones econmicas

Costo de GN x m ³	1,45 \$
Costo de Electricidad x Kw	- \$
Tasa de inflacin	30,00 %
Tasa de renta	11,50 %

Caracterstica tecnologio-constructiva de los elementos de la envolvente				
	MUROS	CUBIERTA	ABERTURAS	
ORIGINAL (BASE)	1	M.1. (0,20m) Sup. (m ²)= 52,51 2,37 W/m ² ·C	C.1. Sup. (m ²)= 55,25 2,26 W/m ² ·C	V A.2. (3mm) Sup. (m ²)= 8,04 4,3 W/m ² ·C
	2	M.1.1.(medianera0,30m) Sup. (m ²)= 26,25 1,02 W/m ² ·C	Sup. (m ²)= 26,25 W/m ² ·C	V A.5. (madera) Sup. (m ²)= 3,40 3,5 W/m ² ·C
	3	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	V Sup. (m ²)= W/m ² ·C
RECICLADO 1	1	M.a. (5cm -20kg/m ³) Sup. (m ²)= 52,51 0,54 W/m ² ·C	C.a. (5cm -20kg/m ³) Sup. (m ²)= 55,25 0,53 W/m ² ·C	V Original Sup. (m ²)= 8,04 4,30 W/m ² ·C
	2	Original Sup. (m ²)= 26,25 1,02 W/m ² ·C	Sup. (m ²)= 26,25 W/m ² ·C	V Original Sup. (m ²)= 3,40 3,5 W/m ² ·C
	3	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	V Sup. (m ²)= W/m ² ·C
RECICLADO 2	1	M.b. (5cm -20kg/m ³) Sup. (m ²)= 52,51 0,54 W/m ² ·C	C.c. (5cm) Sup. (m ²)= 55,25 0,59 W/m ² ·C	V A.a. (DVF 3x3mm) Sup. (m ²)= 8,04 2,69 W/m ² ·C
	2	Original Sup. (m ²)= 26,25 1,02 W/m ² ·C	Sup. (m ²)= 26,25 W/m ² ·C	V Original Sup. (m ²)= 3,40 3,5 W/m ² ·C
	3	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	Sup. (m ²)= W/m ² ·C	V Sup. (m ²)= W/m ² ·C

Definicin de parmetros para medicin termo-energtica

Renovaciones de aire	2	R/h
Temperatura base invierno	18 °C	V
Temperatura base verano	27 °C	V
Coefficiente de intermitencia	(Pesado 10hs)	V
		22 (h)

CUADRO SNTESIS. Caractersticas termo-energticas y econmicas de la unidad edilicia (perodo anual)

	Coeficiente Global perdidas trmicas	Consumo GN Req/dim.: 0,5	Consumo Elect. Req/dim.: 1	Reduccin		Costos		Emisiones de CO ₂
				de consumo	%	CII	CO	
ORIGINAL (BASE)	2,98 W/m ² ·C	2346 m ³	12714,68 kW	-	%	\$	4,030.39	4,647 Kg
RECICLADO 1	1,79 W/m ² ·C	1404,87 m ³	7615,207 kW	40,11	%	\$	31,776,82	2,413,93
RECICLADO 2	1,72 W/m ² ·C	1355,47 m ³	7347,398 kW	42,21	%	\$	46,706,16	2,329,03
								9,64 %
								2,686 Kg

UNIDAD EDILICIA

FICHA DE RECICLADO:

TIPOLOGÍA: Casa Chorizo		Características tecnológicas constructivas de los elementos de la envolvente.	
Ubicación: Barrio el bosque.		CUBIERTA	
Planos y volumetrías		ABERTURAS	
1	M.L. (0.30m)	V C.I.	V A.Z. (3mm)
	Sup. (m²)= 76.00	Sup. (m²)=	90.23
	2.05 W/m².K	0.28 W	0.03
2	M.I. (mediana 0.30m) v	V A.S. (madera)	V
	Sup. (m²)= 82.95	Sup. (m²)=	21.78
	1.03 W/m².K	0.5	0.1
3		V	V
	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=
1	M.g. (3.8cm)	V C.c. (10cm)	V Original
	Sup. (m²)= 76.00	Sup. (m²)= 90.23	Sup. (m²)= 11.73
	0.17	0.14	0.03
2	Original	V	Original
	Sup. (m²)= 82.95	Sup. (m²)=	Sup. (m²)= 21.78
	1.03 W/m².K	0.5	0.1
3		V	V
	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=
1	M.b. (3cm - 20kg/m³) v	V C.f. (10cm)	V C
	Sup. (m²)= 76.00	Sup. (m²)= 90.23	Sup. (m²)= 11.73
	0.78 W/m².K	0.38 W	0.24
2	Original	V	Original
	Sup. (m²)= 82.95	Sup. (m²)=	Sup. (m²)= 21.78
	1.03 W/m².K	0.5	0.1
3		V	V
	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=	Sup. (m²)=
Definición de parámetros para medición termo-energéticas			
Renovaciones de aire	2	R/h	
Temperatura base invierno	18 °C	v	1210 G/D
Temperatura base verano	27 °C	v	35 G/D
Coefficiente de intermitencia	(Pasado 10hs) v		22 (0)

Características dimensionales de la unidad edilicia	
1 SUPERFICIE HABITABLE	90.23 m²
2 VOLUMEN HABITABLE	315.79 m³
3 PERIMETRO INTERIOR	57.90 m

Actualización de cotizaciones económicas	
Costo de GN x m³	1.90 \$
Costo de Electricidad x Kw	- \$
Tasa de inflación	30.00 %
Tasa de renta	11.50 %

CUADRO SÍNTESIS. Características termo-energéticas y económicas de la unidad edilicia (período anual)					
ORIGINAL (BASE)	Reciclado 1	Reciclado 2	Costos		Emisiones de CO2
			CIH	CO del reciclado	
3.79 W/m².°C	2.79 W/m².°C	1.88 W/m².°C	5,713.24 \$	6,981.20 \$	8,563 kg
4322 m³	2971.28 m³	2015.88 m³	45,031.87 \$	42,959.32 \$	5,863 kg
16109.28 kW	15405.72 kW	15405.72 kW	6,981.20 \$	6,981.20 \$	5,777 kg
31.24 %	32.54 %	33.41 %	6,981.20 \$	6,981.20 \$	5,777 kg

UNIDAD EDILICIA

FICHA DE RECIKLADO

TIPOLOGÍA: Monobloque		Ubicación: Parque Saavedra				
Planos y volumetrías						
Características alimentables de la Unidad Edilicia						
1 SUPERFICIE HABITABLE	52,64 m ²					
2 VOLUMEN HABITABLE	136,86 m ³					
3 PERIMETRO INTERIOR	32,60 m					
Actualización de condiciones económicas						
Costo de GN x m ³	1,45 \$					
Costo de Electricidad x Kw	- \$					
Tasa de inflación	30,00 %					
Tasa de renta	11,50 %					
Características termo-energéticas y económicas de la unidad edilicia (periodo anual)						
Coeficiente Global pérdidas térmicas	Consumo GN Rendim.:	Consumo Elect. Rendim.:	Reducción de consumo	Costos	Incidencia del reciclado	Emissiones de CO ₂
ORIGINAL (BASE)	3,19 W/m ² °C	2141 m ³	11607,01 kW	- %	\$ 3,679,28	4,243 t/a
RECICLADO 1	1,78 W/m ² °C	1195,49 m ³	6501,53 kW	43,96 %	\$ 2,061,03	2,377 t/a
RECICLADO 2	1,78 W/m ² °C	1196,31 m ³	6464,69 kW	44,13 %	\$ 2,055,57	2,370 t/a

Características tecnológicas-constructivas de los elementos de la envolvente		CUBIERTA		ABERTURAS		
1 M.L. (0,20m)	M.A.	4,4	V	A.2. (3mm)	V	
	Sup. (m ²)=	36,62	Sup. (m ²)=	52,64	Sup. (m ²)=	3,60
	0,54 W/m ² °C	0,28 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
2 M.L. (medianera 0,20m)	A.3. (madera)	V	A.3. (madera)	V	V	
	Sup. (m ²)=	40,78	Sup. (m ²)=	1,60	Sup. (m ²)=	1,60
	1,15 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	
3	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
1	M.A. (5cm - 20kg/m ³)	V	C.a. (5cm - 20kg/m ³)	V	Original	
	Sup. (m ²)=	36,62	Sup. (m ²)=	52,64	Sup. (m ²)=	3,60
	0,54 W/m ² °C	0,31 W/m ² °C	0,34 W/m ² °C	0,34 W/m ² °C	0,34 W/m ² °C	
2	Original	V	Original	V	Original	
	Sup. (m ²)=	40,78	Sup. (m ²)=	1,60	Sup. (m ²)=	1,60
	1,15 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	
3	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
1	M.L. (5cm - 20kg/m ³)	V	C.F. (7,5cm)	V	A.a. (OVR 3x3mm)	
	Sup. (m ²)=	36,62	Sup. (m ²)=	52,64	Sup. (m ²)=	3,60
	0,54 W/m ² °C	0,43 W/m ² °C	0,44 W/m ² °C	0,44 W/m ² °C	0,44 W/m ² °C	
2	Original	V	Original	V	Original	
	Sup. (m ²)=	40,78	Sup. (m ²)=	1,60	Sup. (m ²)=	1,60
	1,15 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	0,75 W/m ² °C	
3	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V	Sup. (m ²)=	V
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	
	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	0,30 W/m ² °C	

Definición de parámetros para medición termo-energéticas	
Renovaciones de aire	2 R/h
Temperatura base invierno	18 °C
Temperatura base verano	27 °C
Coeficiente de intermitencia	(Pasado 10hs) v
	22 (h)

ANEXO VI

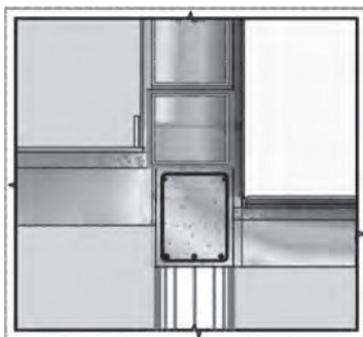
SIMULACIONES TÉRMICAS MEDIANTE *HEAT*

267

En este anexo se expone el desarrollo de las simulaciones térmicas, realizadas con el programa HEAT 2 versión 7.1, para los puntos críticos detallados en las fichas tipológicas: i) fundaciones en encuentro con muros y ii) columnas de H°A° con muros.

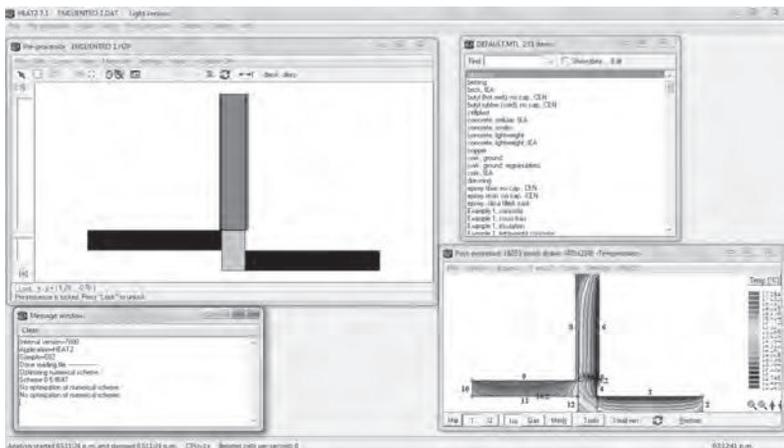
El objeto de estas simulaciones es mostrar la aplicación del programa HEAT en el reconocimiento de los puntos térmicos críticos (puentes térmicos), como herramienta complementaria de la metodología propuesta, en el estudio de problemáticas particulares de los elementos tecnológico-constructivos (nivel de componente).

i) Fundaciones en encuentro con muros



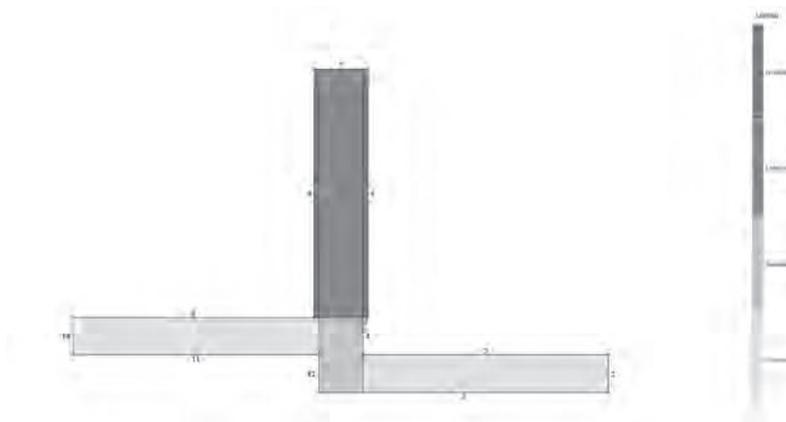
Estos análisis se realizan con el software HEAT 2 mediante la carga de una serie de solapas, construyendo un archivo de extensión

.DAT. La secuencia de solapas empleadas para estos casos son: *Pre-procesor*; *Input*; *Solve*; y *Post-procesor*.



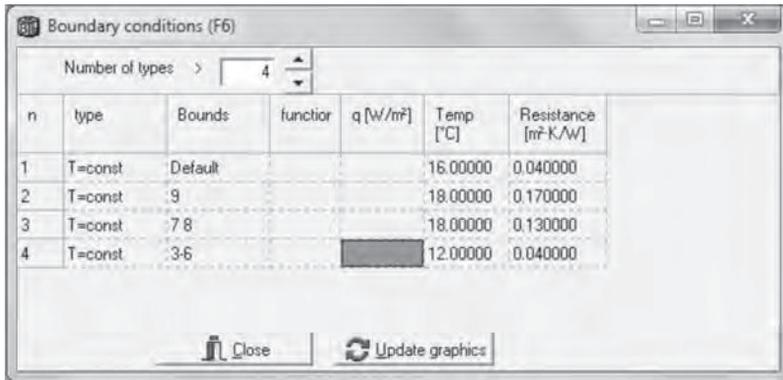
1. Pre-procesor

En esta solapa se dibuja la geometra bscica definida a partir de rectngulos y se asignan los distintos materiales. Las caractersticas trmicas de los materiales pueden ser seleccionadas desde una lista pre-configurada o pueden ser editadas. Para estos casos, se editaron los distintos materiales manteniendo los valores empleados para las simulaciones estacionarias IRAM y las simulaciones dinmicas con *EnergyPlus*.



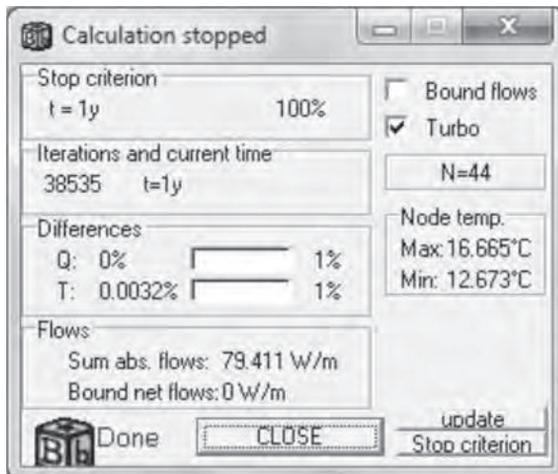
2. Input

En esta solapa se determinan las condiciones de borde en relación a las temperaturas y resistencias superficiales; pudiendo trabajar sobre diversas condiciones y suposiciones.



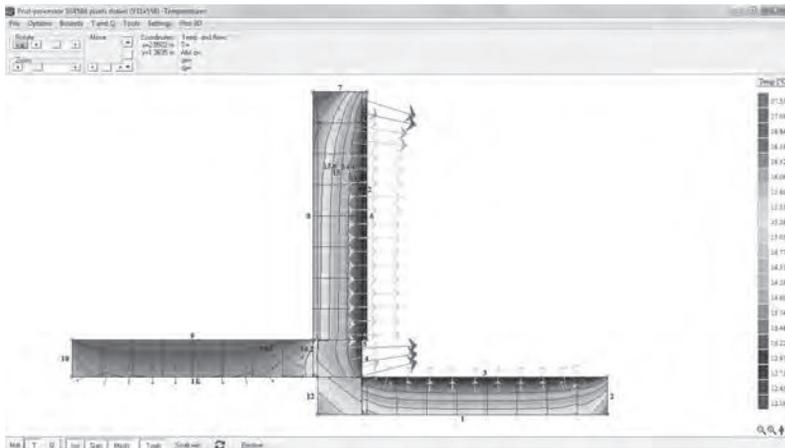
3. Solve

En esta solapa se realizan los cálculos térmicos, a partir de los datos cargados. Para ello, se pueden seleccionar dos opciones principales: cálculo en estado estacionario (*steady-state calculation*) y cálculo transitorio (*transient calculation*).



4. Post-procesor

En esta solapa se trabaja con los datos calculados desde su interface gráfica, pudiendo graficar temperaturas (en °C) y flujos (en W/ m²).



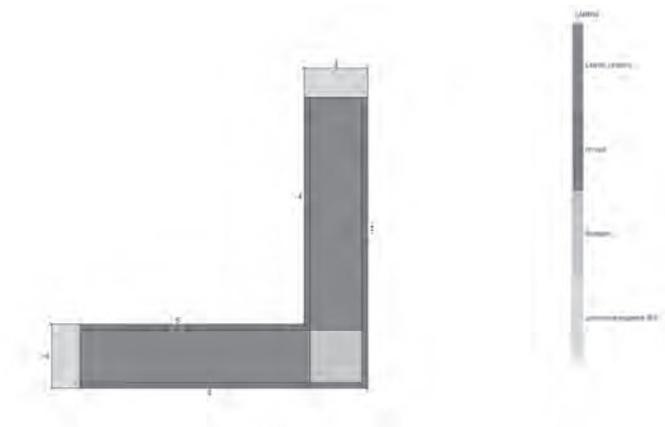
i) Columnas de H°A° con muros



Para este análisis se sintetizan los pasos antes explicitados, exponiendo las imágenes correspondientes.

1. Pre-procesor

Se expone la geometría y los materiales asignados.

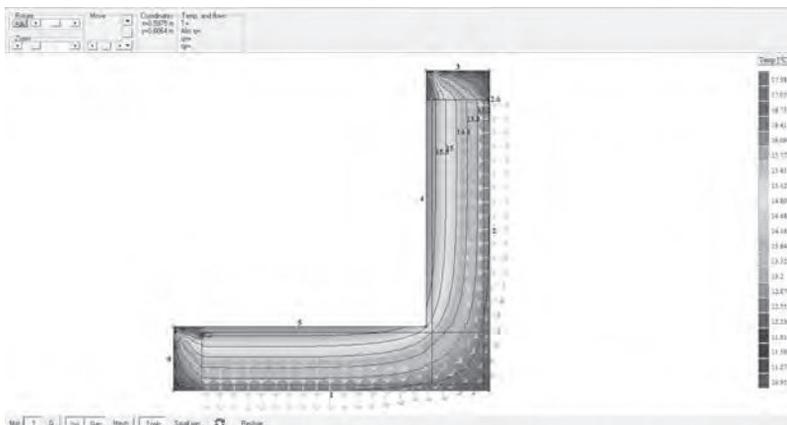


2. Input y 3. Solve

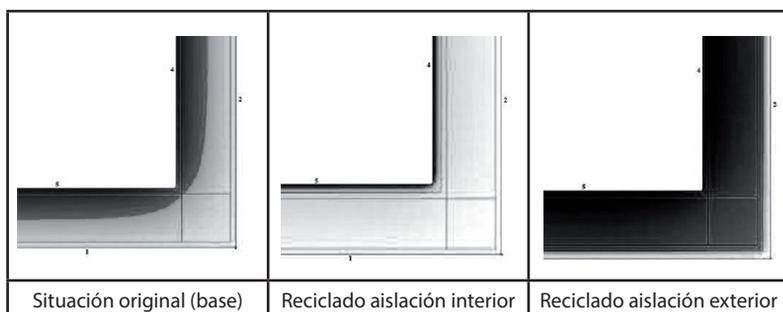
Las condiciones de bordes y cálculo se mantienen similares a las establecidas en el caso anterior.

4. Post-procesor

Se expone el gráfico resultante de temperaturas (en °C) y flujos (en W/m^2) para el punto crítico en análisis.



A partir de estas simulaciones, se pueden detectar los puntos térmicos críticos para las temperaturas base determinadas (como así también se pueden modificar las condiciones y generar simulaciones para condiciones extremas). Una vez detectados los principales puntos a tratar, esta ágil herramienta permite evaluar la eficacia de las distintas propuestas de mejoramiento tecnológico-constructivo. A modo de ejemplo, se exponen dos imágenes correspondientes al análisis térmico para el tratamiento de la columna de H° A° con aislación de 3 cm de EPS interior y exterior.



A modo de reflexión final, se aclara que el aporte de esta herramienta no es fundamental para la aplicación de la metodología a escala masiva, pero sí se considera como un valioso complemento a los efectos de brindar respuestas a las problemáticas puntuales de los elementos tecnológico-constructivos (a nivel de componente). Y a partir de la detección de estos puntos críticos comunes a la edificación existente, se pueden ofrecer respuestas de mejoramiento representativas a universos mayores.

ANEXO VII

SIMULACIONES TERMO-ENERGÉTICAS MEDIANTE *ENERGYPLUS*

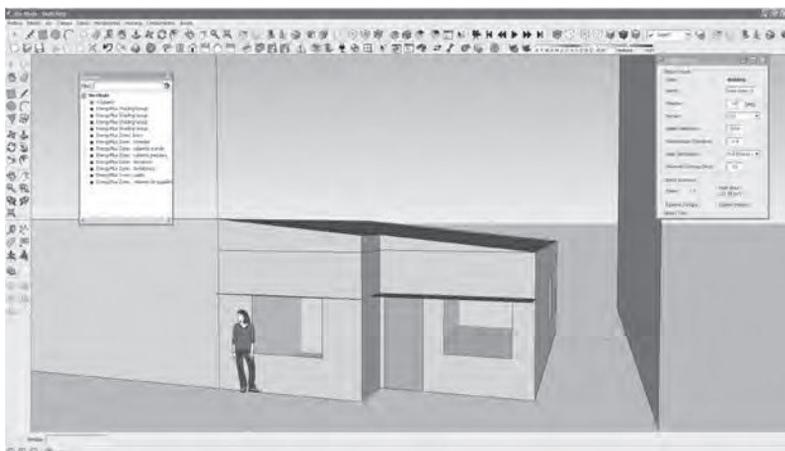
En este anexo se explicitan las simulaciones termo-energéticas en comportamiento dinámico, empleando el programa EnergyPlus 6.0, para la casa cajón, la casa chorizo y el monobloque. En ello, se describe como punto inicial el *modelado en SketchUp* de la casa cajón, siendo extensible a la aplicación de las dos tipologías restantes que fueron tratadas de igual manera. Como segundo punto se describe la *edición en EnergyPlus* exponiendo los campos de datos, mediante imágenes de los cuadros completados para la simulación (también considerando una primera aplicación sobre la casa cajón, extensible al resto de las tipologías analizadas). Y por último se presentan los valores de las simulaciones en EnergyPlus para las tres tipologías, con cuadros que exponen la energía auxiliar calculada, su equivalente a gas natural (GN) y emisiones de CO₂, junto al valor porcentual de diferencia respecto del método estacionario IRAM.

273

1. Modelado en SketchUp

Se realizó un modelo 3D en el software Google SketchUp Versión 8, dividiendo los ambientes en zonas térmicas como polígonos convexos y se editaron las características básicas de cada elemento de la envolvente: nombre, tipo de elemento y condición de borde. A partir de ello, con el aporte del plug-in OpenStudio que genera la interface entre el SketchUp y el EnergyPlus, se cargaron

los datos base de edición en el Editor EnergyPlus (archivo de extensión .idf).



2. Edición en EnergyPlus

Se explicitan los datos y condiciones de carga con los que se realizaron las simulaciones en EnergyPlus Versión 6.0, en concordancia con las características y condiciones establecidas para las simulaciones estacionarias (Capítulo 4) a los fines de su análisis comparativo.

2.1. Control de la simulación

Field	Units	Obj1
Do Zone Sizing Calculation		No
Do System Sizing Calculation		No
Do Plant Sizing Calculation		No
Run Simulation for Sizing Periods		Yes
Run Simulation for Weather File Run Periods		Yes

2.2. Condiciones del edificio: el nombre; la orientación con respecto al norte; su ubicación (suburbano), etc.

Field	Units	Obj1
Name		casa cajon LP
North Axis	deg	-45
Terrain		City
Loads Convergence Tolerance Value		0.04
Temperature Convergence Tolerance Value	deltaC	0.4
Solar Distribution		FullInteriorAndExterior
Maximum Number of Warmup Days		25

2.3. Algoritmo balance de calor: Diferencias finitas.

Field	Units	Obj1
Algorithm		ConductionTransferFunction
Surface Temperature Upper Limit		200

2.4. Localización: La Plata, Argentina (Latitud: -34.97 / Longitud: -57.90 / Zona Horaria: -3 / Elevación: 19)

Field	Units	Obj1
Name		La Plata
Latitude	deg	-34.97
Longitude	deg	-57.9
Time Zone	hr	-3
Elevation	m	19

2.5. Período de corrida de la simulación: desde el 1/01 al 31/12 (anual)

Field	Units	Obj1
Name		Annual
Begin Month		1
Begin Day of Month		1
End Month		12
End Day of Month		31
Day of Week for Start Day		UseWeatherFile
Use Weather File Holidays and Special Days		No
Use Weather File Daylight Saving Period		No
Apply Weekend Holiday Rule		No
Use Weather File Rain Indicators		No
Use Weather File Snow Indicators		No
Number of Times Runperiod to be Repeated		1

2.6. Sitio: temperatura del suelo: en relación a las temperaturas medias mensuales

Crerios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

Field	Units	Obj1
January Ground Temperature	C	17.5
February Ground Temperature	C	18.8
March Ground Temperature	C	19.2
April Ground Temperature	C	18.8
May Ground Temperature	C	17.5
June Ground Temperature	C	15.8
July Ground Temperature	C	14.1
August Ground Temperature	C	12.8
September Ground Temperature	C	12.4
October Ground Temperature	C	12.8
November Ground Temperature	C	14.1
December Ground Temperature	C	15.8

2.7. Horarios: compacto

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		Always On	Always Off	Apertura cortina enrollar
Schedule Type Limits Name		Fraction	Fraction	On/Off
Field 1	varies	Through: 12/31	Through: 12/31	Through: 12/31
Field 2	varies	For: AllDays	For: AllDays	For: AllDays
Field 3	varies	Unit: 24.00	Unit: 24.00	Unit: 8.00
Field 4	varies	1	0	0
Field 5	varies			Unit: 20.00
Field 6	varies			1
Field 7	varies			Unit: 24.00
Field 8	varies			0
Field 9	varies			
Field 10	varies			

2.8. Materiales: se tomaron los materiales propuestos desde la simulación estacionaria, manteniendo sus mismas características y valores (en materiales mäsicos y materiales de la ventana-vidriado).

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4	Obj5	Obj6	Obj7
Name		Esqueleto de concreto	Ladrillo comun 20	Hormigon	Moraco	contrapiso	capota de cemento	Chapa
Roughness		MediumRough	MediumRough	VeryRough	MediumRough	MediumSmooth	MediumSmooth	Smooth
Thickness	m	0.02	0.19	0.15	0.02	0.2	0.04	0.091
Conductivity	W/mK	1.16	0.91	1.4	2.9	0.76	1.13	98
Density	kg/m3	1900	1600	2200	2600	1600	2000	7800
Specific Heat	J/kgK	880	790	857	900	900	880	500
Thermal Absorptance				0.9				0.25
Solar Absorptance				0.7			0.7	
Visible Absorptance				0.7			0.7	0.3

Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11	Obj12
contrapiso	capota de cemento	Chapa	Flaca de yeso	Aislacion lana de vidrio	Madera	Aislacion EPS	capota de concreto
MediumSmooth	MediumSmooth	Smooth	Smooth	Rough	Smooth	MediumRough	MediumRough
0.2	0.04	0.001	0.012	0.038	0.019	0.055	0.04
0.76	1.13	98	0.4	0.035	0.28	0.037	1.2
1600	2000	7800	1000	20	500	15	2100
900	880	500	1045	1210	1630	1210	860
0.7	0.7	0.3			0.4		0.7

Obj13	Obj14	Obj15	Obj16	Obj17	Obj18	Obj19	Obj20	Obj21
lamin	Revoque interior	Ladrillo comun 30	Achicote	Ladrillo comun 12	100 Metal surface	07 25mm insulation	0.05 25mm wood	cortina de madera
Smooth	MediumRough	MediumRough	VeryRough	MediumRough	Smooth	MediumRough	MediumSmooth	Smooth
0.5	0.02	0.25	0.005	0.12	0.0008	0.0254	0.0254	0.01
1.3	0.91	0.91	1.13	0.91	45.28	0.03	0.15	0.28
2100	1900	1600	2200	1600	7824	43	620	500
900	880	790	837	790	500	1210	1630	1630
0.9			0.9					
0.7	0.2	0.7		0.7				0.4
0.7			0.7					

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		Clear 3mm	CLEAR 6MM
Optical Data Type		SpectralAverage	SpectralAverage
Window Glass Spectral Data Set Name			
Thickness	m	0.003	0.006
Solar Transmittance at Normal Incidence		0.837	0.775
Front Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075	0.071
Back Side Solar Reflectance at Normal Incidence		0.075	0.071
Visible Transmittance at Normal Incidence		0.898	0.881
Front Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081	0.08
Back Side Visible Reflectance at Normal Incidence		0.081	0.08
Infrared Transmittance at Normal Incidence		0	0
Front Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84	0.84
Back Side Infrared Hemispherical Emissivity		0.84	0.84
Conductivity	W/m-K	0.9	0.9
Dirt Correction Factor for Solar and Visible Transmittance			
Solar Diffusing			

2.9. Construcción: se realiza los sistemas constructivos para muros, cubiertas y vidriados a través de la combinación de los materiales cargados anteriormente (entendidos como capas).

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		Piso exterior	Muro exterior 20	muro interior	Cubierta ext
Outside Layer		tierra	Revoque exterior	Revoque interior	Chapa
Layer 2		contrapiso	Azolado	Ladrillo comun 12	Madera
Layer 3		capeta de cemento	Ladrillo comun 20	Revoque interior	
Layer 4		Mosaico	Revoque interior		
Layer 5					
Layer 6					
Layer 7					
Layer 8					
Layer 9					
Layer 10					

Obj5	Obj6	Obj7	Obj8	Obj9	Obj10	Obj11
Cieloraso int	Exterior Window	Exterior Door	Puertas int	Muro exterior 30	puetas ext madera	Persiana madera
Placa de yeso	CLEAR 6MM	F08 Metal surface	Madera	Revoque exterior	Madera	cotina de madera
		I01 25mm insulation		Azolado	Madera	
				Ladrillo comun 30		
				Revoque interior		

2.10. Propiedades de ventana: control de sombreo. Se utilizó un control de sombreo simulando la cortina de enrollar.

Field	Units	Obj1
Name		Cortina de enrollar
Shading Type		ExteriorShade
Construction with Shading Name		
Shading Control Type		AlwaysOn
Schedule Name		Apertura cortina enrollar
Setpoint	W/m2, W or deg	
Shading Control Is Scheduled		Yes
Glare Control Is Active		No
Shading Device Material Name		LOW REFLECT - HIGH
Type of Slat Angle Control for Blinds		FixedSlatAngle
Slat Angle Schedule Name		
Setpoint 2	W/m2 or deg C	

2.12. Sombras del edificio: a través del modelado de las superficies de sombreado en el SketchUp (reconociéndose aleros y volúmenes aladaños) se editan, por defecto, las dimensiones y ubicaciones de los mismos.

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3	Obj4
Name		9AA277	831607	F1415C	001858
Transmittance Schedule Name					
Number of Vertices		4	4	4	4
Vertex 1 X-coordinate	m	3.25	0	8.66	0
Vertex 1 Y-coordinate	m	1.05	0	0	15.05
Vertex 1 Z-coordinate	m	2	2	15	2.9
Vertex 2 X-coordinate	m	3.25	0	8.66	0
Vertex 2 Y-coordinate	m	0.45	-0.1	0	15.05
Vertex 2 Z-coordinate	m	2	2	0	0
Vertex 3 X-coordinate	m	6.5	3.23	8.66	0
Vertex 3 Y-coordinate	m	0.45	-0.1	15	9.05
Vertex 3 Z-coordinate	m	2	2	0	0
Vertex 4 X-coordinate	m	6.5	3.25	8.66	0
Vertex 4 Y-coordinate	m	1.05	0	15	9.05
Vertex 4 Z-coordinate	m	2	2	15	2.9
Vertex 5 X-coordinate	m				
Vertex 5 Y-coordinate	m				

2.13. Zonas de Infiltraciones. Movimiento de Aire: se establece para cada zona térmica las renovaciones de aire horaria (2 r/h)

Field	Units	Obj1	Obj2	Obj3
Name		2 renovaciones d	2 renovaciones b	2 renovaciones do
Zone or ZoneList Name		dormitorio	bano	dormitorio2
Schedule Name		Always On	Always On	Always On
Design Flow Rate Calculation Method		AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour
Design Flow Rate	m3/s			
Flow per Zone Floor Area	m3/s-m2			
Flow per Exterior Surface Area	m3/s-m2			
Air Changes per Hour		2	2	2
Constant Term Coefficient		1	1	1
Temperature Term Coefficient				
Velocity Term Coefficient				
Velocity Squared Term Coefficient				

Obj4	Obj5	Obj6	Obj7	Obj8
2 renovaciones p pasillo	2 renovaciones c comedor	2 renovaciones ve volumen de equilibrio	0.1 renovaciones cp cubierta pequena	0.1 renovaciones cg cubierta grande
Always On	Always On	Always On	Always On	Always On
AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour	AirChanges/Hour
2	2	2	0.1	0.1
1	1	1	1	1

2.14. Termostato: se aplica una temperatura interior de 18°C, para calcular el aporte de energía auxiliar requerido.

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		dormitorio Thermostat	baño Thermostat
Zone or ZoneList Name		dormitorio	baño
Control Type Schedule Name		HVACTemplate-Always 4	HVACTemplate-Always 4
Control 1 Object Type		ThermostatSetpoint_DualSetpoint	ThermostatSetpoint_DualSetpoint
Control 1 Name		Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control	Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control
Control 2 Object Type			
Control 2 Name			
Control 3 Object Type			
Control 3 Name			
Control 4 Object Type			
Control 4 Name			

Obj3	Obj4	Obj5
dormitorio2 Thermostat	pasillo Thermostat	comedor Thermostat
dormitorio2	pasillo	comedor
HVACTemplate-Always 4	HVACTemplate-Always 4	HVACTemplate-Always 4
ThermostatSetpoint_DualSetpoint	ThermostatSetpoint_DualSetpoint	ThermostatSetpoint_DualSetpoint
Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control	Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control	Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control

Field	Units	Obj1	Obj2
Name		814Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control	Constant Setpoint Thermostat Dual SP Control
Heating Setpoint Temperature Schedule Name		Always On	HVACTemplate-Always 18
Cooling Setpoint Temperature Schedule Name		Always On	HVACTemplate-Always 50

2.15. Salida: variable: carga térmica para calefaccionar cada local, mensualmente.

El valor de salida se expresa en J.

Field	Units	Obj1
Key Value		8
Variable Name		Zone/Sys Sensible Heating Energy
Reporting Frequency		Monthly
Schedule Name		

3. Simulaciones en EnergyPlus

Para la simulación térmica se requiere cargar en el programa EP-Launch (EnergyPlus) el archivo previamente descrito del “Editor EnergyPlus” (extensión .idf) más un archivo de datos climáticos (de extensión .epw). Estos archivos pueden bajarse de la página web de EnergyPlus (la cual sólo cuenta con las ciudades principales de cada país), pueden ser construidos por uno mismo (mediante un laborioso proceso) o se pueden obtener mediante el envío de los datos climáticos. En nuestro caso, corresponde a la ciudad de La Plata, fue generado por la propia entidad de origen de EnergyPlus (EEUU) mediante el envío vía web de los datos climáticos en concordancia con los valores presentes en la

Crerios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

Norma IRAM (por lo cual se equipararon las condiciones para la comparación entre métodos).



Evaluación de casa cajón

Los valores calculados por el programa EnergyPlus se obtienen en unidad Joule [J], a partir de un archivo Excel producido por defecto. Con esos valores se construyeron tablas que expresan la energía auxiliar en MJ, calculando su equivalente en GN (para equipos con rendimiento de 0.5) y las estimaciones de emisiones de CO₂; junto al valor porcentual de diferencia entre la simulación dinámica y el método estacionario IRAM.

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2			
Casa cajón Situación original (base) . Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.11	0.01	0.01
Febrero	9.02	0.46	0.92
Marzo	157.00	8.04	15.92
Abril	1140.89	58.41	115.73
Mayo	3459.39	177.11	350.90
Junio	6242.86	319.61	633.25
Julio	7053.08	361.09	715.43
Agosto	5952.67	304.75	603.81
Septiembre	3806.01	194.85	386.06
Octubre	1547.43	79.22	156.96
Noviembre	525.57	26.91	53.31
Diciembre	20.58	1.05	2.09
Total anual		1531.51	3034.40
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	34.72%	2346	4648

Esta primera tabla de la situación original (base) de la casa cajón expone la diferencia entre métodos de cálculo (dinámico y estacionario) del 35%, lo cual se encuentra dentro de lo estimable y se concluye que se debe al aporte de las ganancias solares directas e indirectas (propio de la simulación dinámica). A modo de prueba, se modificaron los valores de absorptancia solar de los muros expuestos a la radiación solar para examinar la fidelidad del programa en función de esta variable. Y así se pudo verificar la importante incidencia que estima este programa EnergyPlus

en relación a la absorción solar sobre las ganancias indirectas, y consecuentemente sobre la energía auxiliar requerida.

A continuación se exponen las tablas para el Reciclado 1 y 2 de la casa cajón.

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Casa cajón Reciclado 1. Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	1.04	0.05	0.11
Marzo	76.15	3.90	7.72
Abril	698.59	35.76	70.86
Mayo	2360.14	120.83	239.40
Junio	4445.79	227.61	450.96
Julio	5145.41	263.43	521.93
Agosto	4417.52	226.16	448.09
Septiembre	2928.10	149.91	297.01
Octubre	1260.77	64.55	127.89
Noviembre	418.52	21.43	42.45
Diciembre	8.32	0.43	0.84
Total anual		1114.05	2207.27
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	20.65%	1404	1782

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Casa cajón Reciclado 2. Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	0.60	0.03	0.06
Marzo	69.26	3.55	7.03
Abril	662.66	33.93	67.22
Mayo	2270.64	116.25	230.32
Junio	4280.75	219.16	434.22
Julio	4967.24	254.30	503.85
Agosto	4276.90	218.96	433.83
Septiembre	2844.09	145.61	288.49
Octubre	1227.19	62.83	124.48
Noviembre	404.29	20.70	41.01
Diciembre	6.92	0.35	0.70
Total anual		1075.66	2131.21
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	20.62%	1355	2686

También se hace mención de la diferencia entre métodos (dinámico y estacionario) del 20% para las opciones de reciclado, lo cual corresponde a un 15% menos que para la situación base. Esta diferencia menor se estima desde la disminución en las cargas térmicas captadas por muros y cubiertas (ganancias indirectas) producto de la incorporación de aislación térmica; con lo cual se volvería a verificar la importante incidencia de las ganancias solares indirectas sobre el cálculo de energía auxiliar requerida según el EnergyPlus.

Evaluación de casa chorizo

Se exponen las tablas de la situación original (base), Reciclado 1 y Reciclado 2 de la casa chorizo.

Las diferencias porcentuales de valores entre métodos de cálculo son similares a las analizadas previamente para la casa cajón, observando un pequeño incremento. Este incremento en la

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Casa chorizo, Situación original (base) / Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	3.98	0.20	0.40
Marzo	191.42	9.80	19.42
Abril	1517.02	77.67	153.88
Mayo	5447.91	278.91	552.61
Junio	10746.41	550.18	1090.07
Julio	12129.68	620.99	1230.38
Agosto	10053.69	514.71	1019.80
Septiembre	6206.29	317.74	629.54
Octubre	2259.11	115.66	229.15
Noviembre	818.55	41.91	83.03
Diciembre	9.41	0.48	0.95
Total anual		2528,24	5009,23
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	41.50%	4322	8563

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

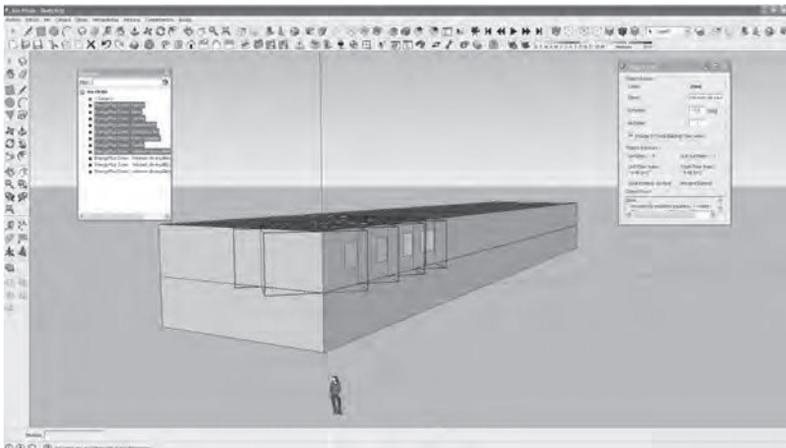
Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Casa chorizo, Reciclado 1, Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	4.19	0.21	0.43
Marzo	157.80	8.08	16.01
Abril	1210.81	61.99	122.82
Mayo	4117.81	210.82	417.69
Junio	8062.49	412.77	817.82
Julio	9323.95	477.35	945.78
Agosto	7999.68	409.55	811.45
Septiembre	5384.74	275.68	546.20
Octubre	2328.25	119.20	236.17
Noviembre	853.57	43.70	86.58
Diciembre	34.42	1.76	3.49
Total anual		2021.11	4004.44
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	32.00%	2972	5883

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Casa chorizo, Reciclado 2, Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	3.26	0.17	0.33
Marzo	142.27	7.28	14.43
Abril	1148.85	58.82	116.53
Mayo	4194.78	214.76	425.50
Junio	8397.64	429.93	851.82
Julio	9603.05	491.64	974.09
Agosto	8048.55	412.05	816.41
Septiembre	5127.20	262.49	520.08
Octubre	1955.22	100.10	198.33
Noviembre	689.87	35.32	69.98
Diciembre	10.33	0.53	1.05
Total anual		2013.09	3988.54
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	30.96%	2916	5777

diferencia puede ser adjudicado a que la tipología de casa chorizo presenta un volumen que duplica a la casa cajón, a partir de lo cual se podrían realizar un análisis sobre la influencia de esta variable tanto en el método estacionario IRAM como en la simulación dinámica.

Evaluación de monobloque

Esta unidad edilicia de “monobloque” corresponde a un departamento que forma parte de un bloque mayor de vivienda multifamiliar. Por lo tanto se modelizó el bloque completo en diferentes zonas térmicas, analizando sólo el departamento de nuestro interés. A continuación se expone una imagen del modelo realizado (según SketchUp).



Una vez realizado el modelo 3D y cargados los datos en el editor del EnergyPlus, se realizó la simulación termo-energética propiamente dicha. Los valores obtenidos se exponen en las tablas de la situación original (base), Reciclado 1 y Reciclado 2.

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2			
Monobloque. Situación original (base) . Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	0.00	0.00	0.00
Marzo	41.99	2.15	4.26
Abril	565.03	28.93	57.31
Mayo	2989.23	153.04	303.21
Junio	6322.14	323.67	641.29
Julio	6991.56	357.94	709.19
Agosto	5529.05	283.07	560.84
Septiembre	2919.26	149.45	296.12
Octubre	687.34	35.19	69.72
Noviembre	259.80	13.30	26.35
Diciembre	0.00	0.00	0.00
Total anual		1346.74	2668.30
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	37.10%	2141	4243

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2			
Monobloque. Reciclado I . Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	0.00	0.00	0.00
Marzo	31.12	1.59	3.16
Abril	461.91	23.65	46.85
Mayo	2295.46	117.52	232.84
Junio	4772.16	244.32	484.07
Julio	5379.18	275.39	545.64
Agosto	4408.84	225.72	447.21
Septiembre	2639.78	135.15	267.77
Octubre	855.53	43.80	86.78
Noviembre	320.85	16.43	32.55
Diciembre	0.01	0.00	0.00
Total anual		1083.56	2146.86
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	10.67%	1313	2404

Energía auxiliar, equivalencia en GN y emisiones de CO2 Monobloque. Reciclada 2. Simulación EnergyPlus			
Mes	Energía auxiliar [MJ] para 18 °C	Gas Natural [m3] (Rendimiento 0.5)	Emisiones de CO2 [kg]
Enero	0.00	0.00	0.00
Febrero	0.00	0.00	0.00
Marzo	42.21	2.16	4.28
Abril	514.57	26.34	52.20
Mayo	2346.82	120.15	238.05
Junio	4769.82	244.20	483.83
Julio	5356.06	274.21	543.29
Agosto	4395.21	225.02	445.83
Septiembre	2621.88	134.23	265.95
Octubre	865.34	44.30	87.78
Noviembre	314.04	16.08	31.85
Diciembre	0.51	0.03	0.05
Total anual		1086.71	2153.11
Diferencia respecto del método estacionario IRAM			
	9.14%	1196	2370

Las diferencias porcentuales entre métodos de cálculo son similares a las previamente analizadas (en mayor similitud con la casa cajón) y consecuentemente dentro de lo estimable; observando una disminución del orden del 10% en la diferencia de las opciones de reciclado. Esta variación se podría adjudicar al hecho de que el departamento evaluado corresponde a un bloque de viviendas presentando solo tres caras expuestas a la radiación solar. De todas formas, tal como se aclaró previamente, estos análisis específicos a los métodos de simulaciones se mencionan como temas paralelos, a ser desarrollados en investigaciones futuras.



ANEXO VIII

INSTRUMENTACIÓN EN ARCHIVO DIGITAL TIPO *EXCEL*

En este anexo se presenta la instrumentación digital a través de la exposición de las distintas solapas que componen el archivo en formato tipo Excel; las que se denominan: UNIDAD EDILICIA, Fichas MUROS, Fichas CUBIERTA, Fichas ABERTURAS, Conductividades, Lista de precios, Tecnologías y precios x m², Cálculos de transmitancia térmica (M), Cálculos de transmitancia térmica (Ci), Cálculos de transmitancia térmica (Cp), Cálculos de transmitancia térmica (A).

FICHA DE RECARGO ELEMENTO:		SITUACIÓN ORIGINAL (BASE)		ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO	
AG25					
1	M.1. MURO LABRILLO COMÚN (CERÁMICO MACIZO) REVOCADO EN AMBAS CARAS				
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
32					
33					
34					
35					
36					
37					
38					
39					
40					
41					
42					
43					
44					
45					
46					
47					
48					
49					
50					
51					
52					
53					
54					
55					
56					
57					
58					
59					
60					
61					
62					
63					
64					
65					
66					
67					
68					
69					
70					
71					
72					
73					
74					
75					
76					
77					
78					
79					
80					
81					
82					
83					
84					
85					
86					
87					
88					
89					
90					
91					
92					
93					
94					
95					
96					
97					
98					
99					
100					

Fichas MUROS.

ANEXO IX

RECICLADO DE VIVIENDA SOCIAL: PLAN FEDERAL, CIUDAD DE BERISSO

Se muestra una secuencia de fotos que registran una intervención de reciclado en una vivienda de plan social ubicada en la localidad de Berisso. En este caso se trabajó con tecnología EIFS (Exterior Insulation Finished System), también conocido como SATE (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior). Se realiza con la colocación de planchas de poliestireno expandido (EPS) aplicadas sobre la cara exterior de la envolvente, y se fijan al muro existente por medio de adhesivo (o fijaciones mecánicas). Luego se termina con la aplicación de una capa de *base coat* (mezcla de polímeros acrílicos y cemento Pórtland); y para darle resistencia mecánica se refuerza dicha capa con una malla de fibra de vidrio que cubre toda la superficie del EPS. El acabado final se realiza con un revestimiento plástico (mezcla de áridos y polímeros con color incorporado) cubriendo toda la superficie del mismo; o se puede recurrir a una pintura exterior.

301

Esta tecnología permite mejorar la envolvente interviniendo principalmente desde el exterior, evitando molestias al usuario. Ayuda a eliminar todo tipo de puente térmico, e incorpora la masa térmica al balance energético de la vivienda. Desde el interior sólo se interviene en los cielorrasos a los efectos de mejorar la cubierta sin la necesidad de desmontar los techos. La opción elegida en este caso fue la de cielorraso flotante con aislante en el ático, minimizando la volumetría interior de climatización.

Las imágenes muestra las etapas de intervención y su estado posterior.

Criterios y métodos para el reciclado edilicio con eficiencia energética



Frente original.



Contrafrente original.



Aplicación del EPS.



Aplicación de *base coat*.



Cielorraso portante.



Colocación de placas con aislación superior.



Aislación de losa con tecnología de techo invertido.



Detalle de protección de resumiadero de losa.



Terminación de losa aislada.

ANEXO X

COMPLEMENTO EN EVALUACIONES TERMO-ENERGÉTICAS CON INCORPORACIÓN DE GAD

307

Este anexo se presenta como complemento en el tema de las evaluaciones termo-energéticas, para la profundización en el sistema propuesto.

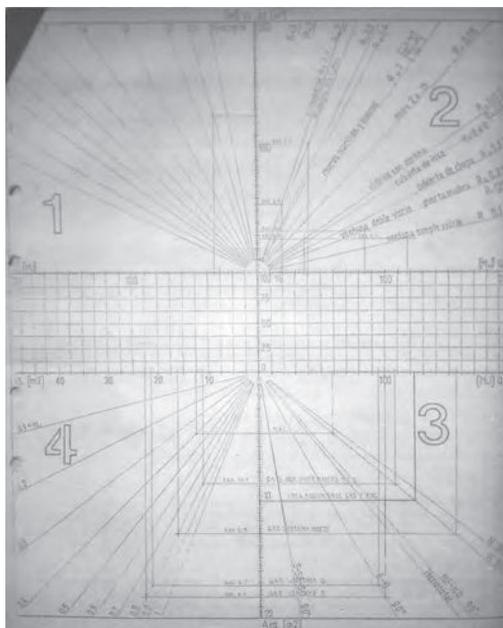
Por consiguiente, se propone calcular las ganancias solares directas en régimen estacionario según el método desarrollado por Guerrero (1983)¹ en complemento a las pérdidas térmicas estimadas en régimen estacionario según los métodos establecidos por la Norma IRAM. A partir de ello, se hacen comparaciones de estos abordajes estacionarios respecto de las simulaciones dinámicas de ganancia y de demanda energética realizadas con el programa EnergyPlus. Y finalmente se expone la síntesis de la ficha de unidad edilicia y su gráfico de amortización para los nuevos valores de demanda energética.

Por lo tanto, se desarrolla el primer ejemplo para la tipología de casa cajón con una mayor descripción de las pautas adoptadas. Y luego se exponen en forma breve las evaluaciones para las dos tipologías restantes, de casa chorizo y monobloque.

1 Mencionado en los Capítulos 3 y 5.

Estimaciones de ganancia solar directa

Los cálculos de las ganancias solares directas (GAD) por superficies vidriadas se realizan mediante el empleo del Modelo Energético², en el cual se trabaja desde estimaciones gráficas (en este caso, empleando los cuadrantes 3 y 4 del siguiente gráfico) con entradas según las superficies y orientaciones de los paños vidriados³. Los valores obtenidos son diarios, para una temperatura base de 18^o, para la ciudad de La Plata y un radio del orden de los 70 Km (zona bioclimática templado húmedo)⁴.



2 Modelo de cálculo energético en régimen estacionario desarrollado en el Instituto de Arquitectura Solar de La Plata (IAS/FABA) a partir del Programa sobre “Conjuntos de Energía Solar de Alta Densidad” CESAD. Convenio B2SDT 05.78 entre la SEDUV y el IAS/FABA. Biblioteca SSDUV, Buenos Aires, 1979.

3 Guerrero, Jorge et al. (1983). “Conservación de energía. Estudio del consumo energético en viviendas de la zona templada húmeda”. Informe final. IAS/FIPE. SSDUV – Convenio N° 166/82. La Plata, 1983.

4 El Modelo Energético y sus consideraciones de cálculo han sido detalladas en la revista **Suplementos Summa** titulada “Conjuntos habitacionales con energía solar”, Ediciones Summa, Buenos Aires. Volumen 15, 1979, pp. 156-163.

A su vez, se calculan las ganancias directas mediante simulaciones dinámicas con el modelo de EnergyPlus previamente trabajado, seleccionando como variable de salida (“Output”) las ganancias energéticas por ventanas (“Windows heat gain energy”), a modo de corroboración del orden de valores obtenidos.

Una vez calculados y corroborados los valores de GAD, se procede a estimar la demanda energética según métodos estacionarios, complementando las pérdidas energéticas (calculadas según IRAM) con las ganancias directas (calculadas según el Modelo Energético de Guerrero), obteniéndose un valor aproximado de la energía auxiliar requerida.

A continuación, se aplica lo descrito a cada una de las tipologías edilicias: casa cajón, casa chorizo y monobloque.

Evaluación de casa cajón

Como punto de partida se recuerda, en la siguiente Tabla, los valores de demanda para la casa cajón considerados en el Capítulo 4 en función de las pérdidas térmicas calculadas según la Norma IRAM.

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 1	RECICLADO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
Demanda según pérdidas térmicas	45.824 MJ/año	27.424 MJ/año	26.467 MJ/año
REDUCCIONES			
Reducciones de consumo		40%	42%

Para la incorporación de GAD a las evaluaciones termoenergéticas según método estacionario en cada una de las tipologías seleccionadas, se analizan las aberturas en sus distintas orientaciones. La siguiente tabla expone los resultados obtenidos para la casa cajón.

TIPOLOGÍA DE CASA CAJÓN		
Orientación	Superficie [m ²]	GAD [MJ/día]
NE	1.68	15
NO	2.76	23
SE	3.60	7
SO	-	-
Total diario		45 MJ/día
Total anual		16.425 MJ/año

La evaluación de las GAD según el sistema dinámico mediante EnergyPlus se realiza con la edición del archivo base, modificando la opción de salida; a partir de lo cual se obtuvo un valor de **11.760 MJ/año**.

A partir de estos valores de GAD obtenidos se puede observar una diferencia significativa, lo cual se advierte desde el hecho que el sistema dinámico analiza el recorrido horario del sol y las sombras proyectadas tanto por el propio edificio como por los edificios vecinos (situación característica de la condición edilicia urbana). Por tal motivo, se incluye un valor de reducción de un 30% para complementar en el método estacionario los bloqueos de la proyección solar propios de los edificios⁵.

En consecuencia, se estima la energía auxiliar requerida para el método estacionario, como las pérdidas térmicas menos las GAD (45.824 MJ/año - 11.498 MJ/año), resultando en **34.327 MJ/año**.

A modo de análisis comparado, se presentan las siguientes tablas que resumen los resultados de *ganancias por ventanas (GAD)* y de *energía auxiliar requerida* para ambos métodos de evaluación termo-energética; incluyendo una última fila donde se presenta la *diferencia porcentual entre el método Estacionario y el Dinámico*.

5 El trabajo del Lic. Jorge Guerrero (1983) propone tablas donde establece las reducciones en la exposición solar a partir del uso, por ejemplo para las cortinas de enrollar en valores de protección al 30%, 60% o totalmente cerradas.

SITUACIÓN ORIGINAL (base). CASA CAJÓN		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	11.498 MJ/año (según Guerrero 1983)	34.327 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	11.760 MJ/año (según EnergyPlus)	29.915 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	2%	13%

Se observa que los valores de GAD obtenidos con ambos métodos son similares (con una variación del 2%), mientras que los valores de energía auxiliar calculados con ambos métodos difieren en el orden del 13%, lo cual es aceptable.

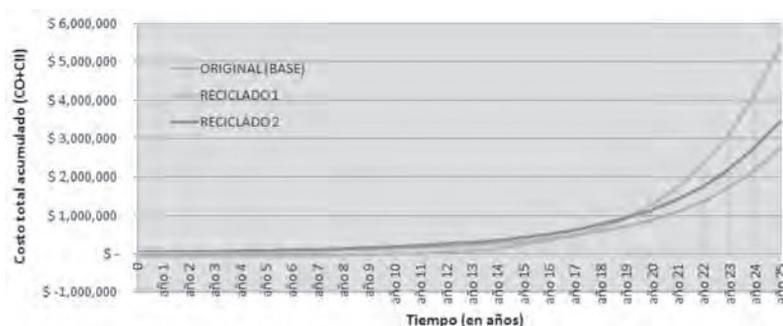
A continuación se realiza el mismo procedimiento para las dos opciones de reciclado (desarrolladas en el Capítulo 4) y se exponen ambas tablas.

RECICLADO 1. CASA CAJÓN		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	11.498 MJ/año (según Guerrero 1983)	15.927 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	11.760 MJ/año (según EnergyPlus)	21.760 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	2%	27%

RECICLADO 2. CASA CAJÓN		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	9.198 MJ/año (según Guerrero 1983)	17.269 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	10.916 MJ/año (según EnergyPlus)	21.011 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	2%	18%

En este caso se observa que la inclusión de GAD a la evaluación termo-energética ha reducido notoriamente el requerimiento de energía auxiliar calculado con el método estacionario, aunque se mantiene en el orden de lo previsible. A continuación se incorporan estos nuevos valores a la ficha de Unidad Edilicia, exponiéndose el cuadro síntesis y el nuevo gráfico de amortización.

CUADRO SÍNTESIS: Características termo-energéticas y económicas de la unidad edilicia (período: años)							
	Coefficiente Global períodos térmicas	Consumo GR Rehén: 0,5	Consumo Electr. Rehén: 1	Reducción de consumo	Costos		Emisiones de CO ₂
					EBI	CO	Incidenias del reciclado
ORIGINAL (BASE)	1,38 W/m ² °C	1505 m ³	8366,40 kWh	%	5	3.286,17	2.992 kg
RECICLADO 1	1,28 W/m ² °C	583,11 m ³	3035,28 kWh	61,59 %	3	11.775,87	5.216 kg
RECICLADO 2	1,72 W/m ² °C	881,29 m ³	3701,88 kWh	34,68 %	2	46.705,16	9.215 kg



En este nuevo gráfico de amortización se destaca que el tiempo de recuperación del capital no ha variado en relación al calculado en el Capítulo 4, lo cual se debe a que el sistema propuesto enfatiza la diferencia entre la situación inicial (base) y la/s mejorada/s; por lo que la reducción de la demanda en ambas situaciones no altera significativamente la diferencia entre éstas.

Como alternativa para continuar estudiando la incorporación de GAD a las evaluaciones termo-energéticas con métodos estacionarios, haciendo foco en la mayor precisión en los valores sin perder la agilidad y velocidad de análisis, se remarca la posibilidad de trabajar con grados día mensuales⁶; con lo cual

6 En 1989 el grupo de investigación dirigido por Elías Rosenfeld propuso ampliar la caracterización de las zonas bioclimáticas de la Norma IRAM N°11603, desarrollando diferentes regionalizaciones climáticas analizadas con datos mensuales. Véase el informe final del proyecto “Mejoramiento de las condiciones energéticas y de habitabilidad del hábitat bonaerense” (1993), CONICET Expte.: 03662/89; legajo: 306590088. IDEHAB, FAU, UNLP.

las GAD tendrían una menor participación, por el hecho de que en los períodos fríos la demanda energética es mayor pero las ganancias son menores y en los períodos cálidos la demanda es casi nula pero las GAD son elevadas, al punto de tener que emplear elementos de sombreado o aislaciones móviles. Para profundizar este tema, se presentan dos tablas similares a las previamente expuestas, incluyendo valores de GAD y energía auxiliar requerida, pero diferenciadas para invierno y verano. En cuanto al método estacionario para el cálculo de GAD en invierno y verano se adoptan los valores discriminados que fueron tabulados en el trabajo de Guerrero (1983); mientras que la energía auxiliar se obtiene con las GAD menos las pérdidas térmicas calculadas para los meses fríos y los meses cálidos según el trabajo antes citado de Rosenfeld et. al (1993) considerándose 659 Grados Día para invierno y 0 Grados Día para verano. En tanto al sistema de evaluación dinámico, se modifica el archivo de salida discriminando los valores en forma mensual. A partir de este análisis, se presentan las siguientes tablas.

• *Tablas de incidencia de las GAD en invierno:*

SITUACIÓN ORIGINAL (base). CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en invierno
ESTACIONARIO (Invierno)	2.415 MJ/año (según Guerrero 1983)	23.268 MJ/año (pérdida - GAD)	10%
DINÁMICO (Invierno)	1.740 MJ/año (según EnergyPlus)	19.249 MJ/año (según EnergyPlus)	9%

RECICLADO 1. CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en invierno
ESTACIONARIO (Invierno)	2.415 MJ/año (según Guerrero 1983)	12.961 MJ/año (pérdida - GAD)	19%
DINÁMICO (Invierno)	1.740 MJ/año (según EnergyPlus)	14.009 MJ/año (según EnergyPlus)	12%

RECICLADO 2. CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en invierno
ESTACIONARIO (Invierno)	1.932 MJ/año (según Guerrero 1983)	12.903 MJ/año (pérdida - GAD)	15%
DINÁMICO (Invierno)	1.626 MJ/año (según EnergyPlus)	13.525 MJ/año (según EnergyPlus)	12%

• *Tablas de incidencia de las GAD en verano:*

SITUACIÓN ORIGINAL (base). CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en verano
ESTACIONARIO (Verano)	4.974 MJ/año (según Guerrero 1983)	0 MJ/año (pérdida - GAD)	0%
DINÁMICO (Verano)	4.079 MJ/año (según EnergyPlus)	30 MJ/año (según EnergyPlus)	1%

RECICLADO 1. CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en verano
ESTACIONARIO (Verano)	4.974 MJ/año (según Guerrero 1983)	0 MJ/año (pérdida - GAD)	0%
DINÁMICO (Verano)	4.079 MJ/año (según EnergyPlus)	9 MJ/año (según EnergyPlus)	0%

RECICLADO 2. CASA CAJÓN			
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida	Incidencia de GAD en verano
ESTACIONARIO (Verano)	3.979 MJ/año (según Guerrero 1983)	0 MJ/año (pérdida - GAD)	0%
DINÁMICO (Invierno)	3.833 MJ/año (según EnergyPlus)	8 MJ/año (según EnergyPlus)	0%

Los valores de estas tablas ratifican el conocimiento general respecto de la participación de las GAD en invierno, en el orden del 10 al 12%; mientras que las GAD en verano no son necesarias,

o incluso pueden resultar perjudiciales para las condiciones de habitabilidad y confort interior, por lo cual se requiere de la incorporación de elementos de sombreado (fijos o móviles) o el empleo de sistemas mecánicos de extracción.

Algunas conclusiones parciales

Por estos motivos entre otros, se comprende que la incorporación de GAD al sistema de evaluación termo-energética desarrollado debe ser abordado con mayor detenimiento en investigaciones futuras, comprendiendo que los objetivos planteados en la presente investigación han priorizado la selección de métodos de cálculo bajo las premisas de agilidad, sencillez y velocidad de análisis, debiendo cumplir prioritariamente con los requerimientos de las normativas vigentes y la Ley 13059, donde los métodos de cálculo y la información se presenta para el empleo de mediciones globales de tipo anuales.

De todas formas, se observa que tanto la conservación energética como el aprovechamiento de las GAD son fundamentales para abordar la problemática energética planteada desde estrategias de diseño pasivo. Con lo cual se entiende como necesaria la revisión de los requerimientos exigidos por la Ley 13059 y un mayor detenimiento en la Norma IRAM en su serie 11600. La inclusión de las GAD en los métodos de cálculo en la Norma IRAM, para las diferentes zonas bioclimáticas, es un tema que debe ser analizado y abordado; comprendiendo que su mayor dificultad no radicaría en lo técnico sino más bien en cuestiones de gestión.

Evaluación de casa chorizo

Se realiza el mismo procedimiento de inclusión de GAD anual para la tipología de casa chorizo, recordando los valores de demanda considerados en el Capítulo 4, en función de las pérdidas térmicas calculadas según la Norma IRAM.

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 1	RECICLADO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
Demanda según pérdidas térmicas	84.420 MJ/año	58.049 MJ/año	56.955 MJ/año
REDUCCIONES			
Reducciones de consumo		31%	32%

El análisis de las aberturas de la casa chorizo en sus distintas orientaciones se expone en la siguiente tabla.

TIPOLOGÍA DE CASA CHORIZO		
Orientación	Superficie [m ²]	GAD [MJ/día]
NE	4.07	35
NO	3.30	29
SE	-	-
SO	5.33	9
Total diario		73 MJ/día
Total anual		26.645 MJ/año

Este valor de GAD según método estacionario es afectado a una reducción del 30% para complementar los bloqueos de la proyección solar propios de los edificios, tal como se explicitó previamente.

A partir de estos valores se estimó la energía auxiliar requerida para el método estacionario, como las pérdidas térmicas menos las GAD (84.420 MJ/año – 18.652 MJ/año), resultando en **65.769 MJ/año**; cuya comparación respecto del valor obtenido con EnergyPlus se encuentra en un rango aceptable.

La evaluación de las GAD según el sistema dinámico mediante EnergyPlus se realizó con la edición del archivo base, modificando la opción de salida; a partir de lo cual se obtuvo un valor de **49.383 MJ/año**.

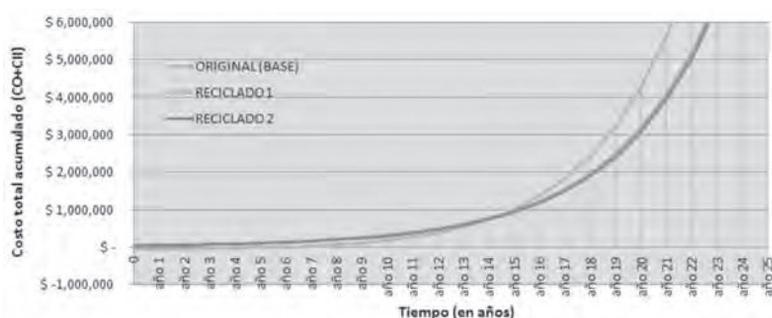
A modo de síntesis, se presentan las siguientes tablas con los resultados obtenidos.

SITUACIÓN ORIGINAL (base). CASA CHORIZO		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	18.652 MJ/año (según Guerrero 1983)	65.769 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	21.782 MJ/año (según EnergyPlus)	49.383 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	14%	25%

RECICLADO 1. CASA CHORIZO		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	18.652 MJ/año (según Guerrero 1983)	39.397 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	21.782 MJ/año (según EnergyPlus)	39.478 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	14%	0%

RECICLADO 2. CASA CHORIZO		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	18.652 MJ/año (según Guerrero 1983)	38.303 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	21.782 MJ/año (según EnergyPlus)	39.321 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	14%	3%

En este caso también se observa una notoria reducción de la demanda energética en el método estacionario a través de la incorporación de GAD a la evaluación termo-energética. Estos valores son incluidos en la ficha de Unidad Edilicia resultando en un nuevo gráfico de amortización.



Como en el caso anterior, el tiempo de amortización es similar al previamente calculado sin la incorporación de la GAD (véase Capítulo 4), lo cual vuelve a resaltar el hecho que el sistema propuesto se basa principalmente en las diferencias entre una situación inicial (base) y otras mejoradas más que en enfatizar los valores absolutos obtenidos.

Evaluación de monobloque

Por último, se realiza el mismo procedimiento de inclusión de GAD anual para la tipología de monobloque, recordando los valores de demanda considerados en el Capítulo 4, en función de las pérdidas térmicas calculadas según la Norma IRAM.

	ORIGINAL (base)	RECICLADO 1	RECICLADO 2
CONSUMOS ENERGÉTICOS			
Demanda según pérdidas térmicas	41.839 MJ/año	23.700 MJ/año	23.367 MJ/año
REDUCCIONES			
Reducciones de consumo		43%	44%

El análisis de las aberturas del monobloque discriminado en sus distintas orientaciones se expone en la siguiente tabla.

TIPOLOGÍA DE MONOBLOQUE		
Orientación	Superficie [m ²]	GAD [MJ/día]
NE	5.76	49
NO	-	-
SE	-	-
SO	-	-
Total diario		49 MJ/día
Total anual		17.885 MJ/año

Este valor de GAD según método estacionario es afectado a la misma reducción del 30% para complementar los bloqueos de la proyección solar propios de los edificios, tal como se explicitó previamente. Y a partir de estos valores se estimó la energía auxiliar requerida para el método estacionario, como las pérdidas térmicas menos las GAD (41.839 MJ/año – 12.520 MJ/año), resultando en **29.319 MJ/año**.

El valor de GAD obtenido según el sistema dinámico (mediante EnergyPlus) fue de **26.305 MJ/año**.

A continuación se exponen las tablas que resumen los resultados.

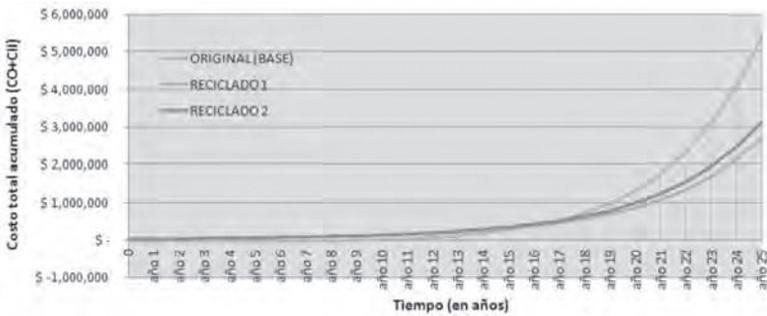
SITUACIÓN ORIGINAL (base). MONOBLOQUE		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	12.520 MJ/año (según Guerrero 1983)	29.319 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	16.769 MJ/año (según EnergyPlus)	26.305 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	25%	10%

RECICLADO 1. MONOBLOQUE		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	12.520 MJ/año (según Guerrero 1983)	11.180 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	16.769 MJ/año (según EnergyPlus)	21.165 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	25%	47%

RECICLADO 2. MONOBLOQUE		
Método de cálculo	Ganancias por ventana (GAD)	Energía auxiliar requerida
ESTACIONARIO	10.016 MJ/año (según Guerrero 1983)	13.351 MJ/año (Pérdida - GAD)
DINÁMICO	15.325 MJ/año (según EnergyPlus)	21.226 MJ/año (según EnergyPlus)
Diferencia % entre métodos	35%	37%

En este caso, la incorporación de GAD en el método estacionario se manifestó en una reducción en la demanda demasiado elevada, en comparación con el sistema dinámico que manifiesta valores más moderados. Las causas de esta diferencia se estiman, por un lado, en el cálculo de las condiciones de borde (en los distintos métodos) y, principalmente, en el hecho de que la totalidad de las aberturas se orientan al noreste, situación que incorpora significativas GAD, particularmente en el método estacionario.

De todas maneras, se incluyen los valores a la ficha de Unidad Edilicia del monobloque y se obtiene un nuevo gráfico de amortización.



Nuevamente, el tiempo de amortización sólo ha variado en un año respecto del gráfico calculado sin la incorporación de la GAD (véase Capítulo 4), compartiendo los motivos antes descriptos.

A modo de cierre, y a partir de estos análisis realizados, estamos en condiciones de sintetizar algunas cuestiones propias de la incorporación de GAD al sistema de evaluaciones termo-energético con métodos estacionarios.

Conclusiones de la incorporación de GAD al sistema de evaluación termo-energética

Al respecto, se destacan dos cuestiones:

La primera hace referencia a que la incorporación de las GAD requiere de un estudio detallado con análisis del comportamiento térmico en las distintas orientaciones, los elementos de sombreado y una evaluación termo-energética diferenciada al menos en invierno y verano, en contraposición al sistema empleado según el método de IRAM, que trabaja sin la necesidad de considerar orientaciones (por incluir sólo pérdidas térmicas) y con valores anuales. Este tema podría ser abordado sin mayores dificultades desde el punto de vista técnico, pero como nuestro trabajo busca abordar aplicaciones masivas restringiéndose a los requisitos de la Ley 13059, esto requeriría de la modificación de la Norma IRAM vigente lo cual se entiende como aporte superador al respecto pero también se reconoce como una dificultad (de gestión política) importante.

Por otro lado, se destaca que el cálculo de las GAD debe cumplir con los requisitos adoptados para nuestra propuesta de aplicación masiva: representatividad y velocidad de aplicación en el cálculo; motivos por los cuales se ha descartado la simulación dinámica (mediante EnergyPlus) para aplicaciones masivas pues no es coherente en la complejidad y el estudio caso a caso que esta requiere. Al respecto, si se destaca la potencialidad del Modelo Energético (de tipo estacionario) desarrollado por el Lic. Jorge Guerrero, el cual podría ser mejorado mediante estimaciones de los elementos de sombreado que afectan a las GAD (especialmente los edificios aledaños que proyectan sombra sobre los paños vidriados, situación muy común en la condición urbana) y la discriminación del comportamiento en las diferentes estaciones climáticas.

