

COMPORTAMIENTO TÉRMICO-ENERGÉTICO DE TIPOLOGÍAS REPRESENTATIVAS PERTENECIENTES A MOSAICOS URBANOS DE LA CIUDAD DE LA PLATA

G. Viegas¹, G. San Juan², C. Discoli²

Unidad de Investigación N° 2 del Instituto de Estudios del Hábitat (IDEHAB), http://idehab_fau_unlp.tripod.com/ui2;

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de La Plata.

Calle 47 N° 162, CC 478. Tel/fax +54-0221-4236587/90 int 254. La Plata (1900)

gachiviegas@yahoo.com.ar, gustavosanjuan60@hotmail.com, discoli@rocketmail.com

RESUMEN: Se plantea profundizar el estudio del comportamiento de áreas urbanas homogéneas del partido de La Plata a partir de sectores urbanos reducidos entendidos como Mosaicos Urbanos, los cuales presentan características homogéneas respecto al uso y ocupación del suelo, a la densidad poblacional, los servicios básicos de infraestructura y a la diversidad tipológica. Como ejemplo se plantea el estudio del comportamiento térmico-energético de tres tipologías residenciales representativas: vivienda compacta; Vivienda compacta en “Duplex”; y Vivienda poco compacta en “L”. Estas representan respectivamente el 67 %, el 9,5 % y el 12,7 % de las tipologías encontradas en un Mosaico Urbano de Consolidación Media. En esta etapa, se plantea analizar las siguientes variables de comportamiento térmico-energético i. Alcance de niveles de confort utilizando energía convencional; ii. Alcance de niveles de confort sin incorporación de energía auxiliar; y iii. Consumo Energético. Los resultados obtenidos permitirán construir indicadores de referencia para toda el área de análisis, aportando a las propuestas para su mejoramiento.

Palabras clave: Mosaico urbano-Comportamiento térmico energético- Tipologías residenciales.

INTRODUCCIÓN

El universo de análisis comprende áreas urbanas del Gran La Plata. Las mismas presentan significativas falencias de gestión, de integración de información relevante, y formulación diagnósticos; dicha situación lleva a la toma de decisiones en general aisladas y poco eficaces. Esto genera situaciones de crisis recurrentes, en el marco de un análisis generalmente cortoplacista. Esta situación es transferible a toda el Área Metropolitana de Buenos Aires. Asimismo la crisis energética actual requiere de la rápida definición de modelos de análisis y prospección, así como de alternativas de aplicación en donde intervenga la Conservación (C), el Uso Eficiente de la Energía (UEE), la sustitución de energía convencional por renovables, la mejora de la habitabilidad y el confort. Todas medidas tendientes a mejorar la calidad de vida (CV).

Esta investigación se articula con dos proyectos marcos de CONICET que aportan información a la presente propuesta. Uno de ellos: “*Atlas energético-ambiental para la región del gran La Plata. Desarrollo de metodología y aplicación*”, PIP N° 03009/03 que permite concentrar y observar información sobre los principales procesos involucrados en la dinámica urbana y sus interacciones, orientados a fundamentar acciones y políticas en la aglomeración que tiendan a mejorar la calidad ambiental, la calidad de vida de la población, evaluar impactos y proponer alternativas para un mejoramiento urbano-regional (Rosenfeld E., 2003). El otro: “*Sistemas alternativos de bajo costo para el saneamiento ambiental y la producción energética, aplicado a sectores de escasos recursos*”, PICT N°8132-12601/03, el cual tiende a dar respuestas a las necesidades de nuestra comunidad con una reducida accesibilidad a la totalidad de las redes energéticas, a partir de la incorporación o sustitución del recurso mediante sistemas solares para calentamiento de agua y aire (Rosenfeld E., 2003).

El presente trabajo presenta como avance la conformación de un modelo de *comportamiento térmico-energético* aplicado a áreas características denominadas “mosaicos”⁽³⁾ representativos de áreas urbanas de mayor extensión, homogéneas respecto de la consolidación. Esta consolidación se define a partir de la densidad poblacional, el grado de ocupación edilicia y el nivel de equipamiento urbano. Esta última dimensión considera la cobertura de los distintos servicios energéticos urbano-regionales (SUR). La extensión de los mosaicos dependerá de sus características morfológico-constructivas definidas por las tipologías edilicias que en él se detecten.

Este modelo define comportamientos que tenderán a evaluar el consumo energético para calefacción, cocción y calentamiento en el sector residencial, el cuál en este caso es abastecido por combustibles fósiles, específicamente gas natural por red, quema de biomasa, querosene, gas licuado etc.; los mismos afectan en diferente medida en la producción de gases contaminantes que contribuyen al efecto invernadero (GEI). Por lo expresado y en función de los antecedentes desarrollados

¹ Becaria Postgrado - CONICET – (FAU-UNLP)

² Mg. Investigador CONICET (FAU-UNLP)

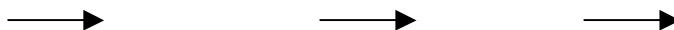
³ Otras definiciones consideran “*mosaicos de naturaleza interconectada*” como formas de recuperar el soporte natural en áreas urbanas. Esta dimensión pretende establecer una red de espacios bajamente antropizados, a los efectos de recuperar y/o conservar muchas de las cualidades del soporte natural...” (Di Bernardo, 1998).

en investigaciones previas (Viegas, et al, 2006), se comenzó a trabajar en un cuerpo de indicadores del tipo morfológico-constructivos y térmico-energéticos más precisos (construidos a partir de la caracterización y análisis de las Unidades edilicias- tipologías de vivienda representativas en las consolidaciones consideradas), capaces de ser extendidos a los mosaicos urbanos estudiados. Como consecuencia también se tendrán en cuenta indicadores de tipo económico-ambiental, como la producción de CO₂ (principal Gas de Efecto Invernadero- GEI) y los costos de la energía convencional. Esta información permitirá proponer medidas de mejoramiento que minimicen los consumos de combustibles fósiles y reduzcan las emisiones contaminantes.

La información obtenida para un determinado mosaico podrá ser extendida en áreas urbanas mayores definidas por sus características homogéneas en cuanto a la consolidación. En una etapa siguiente se trabajará sobre la representatividad de cada mosaico a través de la determinación de patrones morfológico-constructivos obtenidos a partir de imágenes⁴.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DEL COMPORTAMIENTO TÉRMICO ENERGÉTICO

Se considera como hipótesis que el comportamiento térmico-energético de pequeños sectores urbanos del Partido de La Plata, entendidos como “Mosaicos Urbanos”, permiten conocer el estado de situación de un área mayor a través de la extensión de sus resultados y conformar mapas de situación. Las distintas escalas de lo global a lo particular se sintetizan en el siguiente esquema:



Áreas urbanas homogéneas - Mosaicos urbanos característicos - **Unidades Edilicias (Ue)** - Sistemas de producción de energía

Cada mosaico se compone de unidades más pequeñas o “Unidades Edilicias” (Ue) pertenecientes al sector residencial y que en general corresponden a viviendas unifamiliares ubicadas en parcelas urbanas o semi-urbanas. A partir de un relevamiento por fotografía aérea y trabajo de campo se puede determinar el peso tipológico de cada una de las UI en una extensión determinada (ver figura 1). Dentro de cada UI hay tipologías (Rosenfeld, E. y Czajkowski J., 1992) básicas y sub-variantes en cuanto a ciertos parámetros de la envolvente (principalmente materialidad y forma de cubiertas).

El Mosaico seleccionado para este análisis como área de aplicación corresponde a un área de Consolidación baja. Posee un total de 78.182 m² de los cuales 58.592 m² pertenecen a espacio privado (lotes) dentro de los cuáles 10.467 m² son construidos (ver figura 1).

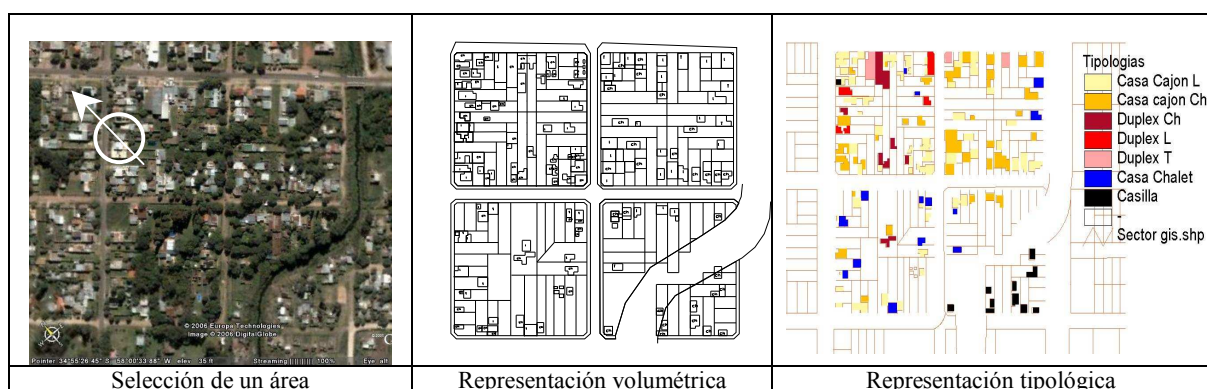


Figura 1- Selección del área de estudios, definición de tipologías y representatividad de las mismas.

Dentro del Mosaico se identificaron las tipologías residenciales con mayor representatividad. Estas se definen en base a estudios previos (Rosenfeld E., 1987) y son las siguientes: Tipología 1: Vivienda compacta, con una representatividad del 67 %; Tipología 2: Vivienda compacta en “Duplex”, con una representatividad del 9,5 %; y 12,7 %. Tipología 3: Vivienda poco compacta en “ELE”. Otras tipologías no consideradas en este estudio (casillas, galpones, comercios)=10,8 %.

Para cada tipología se realiza una auditoria térmico-energética en el período invernal, entre el 1 y el 24 de Junio. Se toman registros de temperatura y humedad relativa en cada local de la vivienda. Paralelamente se monitorean los parámetros climáticos del lugar (Radiación, temperatura, humedad relativa, dirección y velocidad de vientos)⁽⁵⁾. Los sensores utilizados son micro adquirentes de datos HOBO, colocados a 1, 2 m de altura sobre el nivel del piso.

Por otro lado se registran los consumos de energía en los medidores de gas y electricidad al iniciar y terminar el periodo de medición; y los residentes (dos ocupantes por vivienda en cada caso) registran el encendido y apagado de las fuentes de calor (calefactores, radiadores, cocina, termo-tanque o calefón) y sus correspondientes potencias. También se tienen en cuenta las renovaciones de aire a partir de la apertura y cierre de aventanamientos. Finalmente se pueden determinar los consumos en función de las distintas fuentes, así como los tiempos de uso.

⁴ Se está trabajando en un proceso de desagregación por imágenes satelitales y patrones morfológicos, a los efectos de facilitar el proceso de identificación de tipologías en área urbana. (Instituto de Investigación en Informática - LIDI- UNLP).

⁵ Se toma registro de la temperatura y Humedad relativa exterior en las cercanías de cada tipología, debido a que las tres tipologías se encuentran en diferentes situaciones de implantación en cuanto al entorno construido (urbano, central y periférico).

En cuanto a las características dimensionales de cada vivienda tipológica auditada, se determinó el área habitable, el área de la envolvente expuesta y no expuesta, la superficie vidriada, y el volumen. A partir de estos datos se calculan los indicadores morfológicos: Factor de forma (Ff), Factor de exposición (Fe), y Factor de compacidad (Fc) ⁽⁶⁾. Por otro lado se calculan los valores de Coeficientes de Transmitancia Térmica (K) para cada cerramiento y finalmente el Coeficiente Volumétrico de Pérdidas (G) como indicador global ⁽⁷⁾. Esta información se sintetiza en el cuadro 1.

| Información Morfológica | | Tipología 1 | | | | Tipología 2 | | | | Tipología 3 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---------------------------------|--|--|--|------------------------|--|--|--|------------------------------|--|--|--|------------------|--|------------------|--|-----------|--|-----------|--|------|--|-------|--|
| | | Vivienda Compacta | | | | Vivienda en Duplex | | | | Vivienda poco compacta "ELE" | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Corte | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Factores dimensionales | | Área (m ²) | | Volumen (m ³) | | Área (m ²) | | Volumen (m ³) | | Área (m ²) | | Volumen (m ³) | | | | | | | | | | | | | |
| | | 60,14 | | 185,2 | | 28,38 | | 25,81 | | 162,2 | | 80,42 | | 198,54 | | | | | | | | | | | |
| | | Perímetro (m) | | total | | expuesto | | no expuesto | | total | | expuesto | | no expuesto | | | | | | | | | | | |
| | | 32,02 | | 23,42 | | 8,6 | | 21,89 | | 10,94 | | 10,95 | | 51,91 | | 37,21 | | 14,7 | | | | | | | |
| | | Área expuesta (m ²) | | muro | | techo | | puerta | | vidriado | | muro | | techo | | puerta | | vidriado | | | | | | | |
| | | 65,99 | | 63,55 | | 3,36 | | 5,42 | | 74,7 | | 26,34 | | 1,76 | | 11 | | 115,35 | | 85 | | 1,68 | | 19,62 | |
| | | Área no-expuesta (m) | | muro | | piso | | muro | | piso | | muro | | piso | | muro | | piso | | | | | | | |
| | | 25,1 | | 60,14 | | 66,79 | | 24,1 | | 40,8 | | 80,42 | | 40,8 | | 80,42 | | 40,8 | | 80,42 | | | | | |
| | | Morf | | Fe | | Ff | | Fc | | Fe | | Ff | | Fc | | Fe | | Ff | | Fc | | | | | |
| | | I | | 0,8 | | 1,21 | | 54,90 | | 0,6 | | 1,26 | | 58,83 | | 0,84 | | 1,73 | | 47,87 | | | | | |
| Coeficiente de Transmitancia Térmica (K) de envolvente | | Descripción | | K (w/m ² °C) | | Descripción | | K (w/m ² °C) | | Descripción | | K (w/m ² °C) | | | | | | | | | | | | | |
| | | muro | | ladrillo común revocado en ambas caras (0,3) | | 1,88 | | ladrillo hueco revocado en ambas caras + salpicre (0,24) | | 1,45 | | ladrillo hueco revocado en ambas caras (0,15) | | 1,75 | | | | | | | | | | | |
| | | techo | | teja colonial + cielorraso suspendido + A°T° | | 0,61 | | Chapa con cielorraso suspendido de yeso + aislación térmica de lana de vidrio de 2"- | | 1,03 | | canalón con-cielorraso suspendido madera timbo+ A°T° de lana de vidrio 2"- | | 1,39 | | | | | | | | | | | |
| | | piso | | contrapiso sobre terreno natural sin cámara de aire + cerámico | | 1,57 | | Contrapiso sobre losa + cerámico linda con local calefaccionado | | 3,82 | | chapa-cielorraso suspendido+ A°T° poliestireno expandido 2" 15 kg/m ³ | | 1,17 | | | | | | | | | | | |
| | | ventanas | | marco chapa doblada + vidrio simple + cortina de enrollar | | 2,79 | | marco chapa doblada + vidrio simple + cortina de enrollar | | 2,79 | | marco chapa doblada + vidrio simple + cortina de enrollar | | 2,79 | | | | | | | | | | | |
| K-admisibles según norma | | elemento | | K Adm. | | K Pory. | | elemento | | K Adm. | | K Pory. | | elemento | | K Adm. | | K Pory. | | | | | | | |
| | | N. "A" | | muros exteriores | | 0,38 | | no cumple | | muros exteriores | | 0,38 | | no cumple | | muros exteriores | | 0,38 | | no cumple | | | | | |
| | | N. "B" | | techos | | 0,32 | | no cumple | | techos | | 0,32 | | no cumple | | techos | | 0,32 | | no cumple | | | | | |
| | | N. "C" | | muros exteriores | | 1,00 | | no cumple | | muros exteriores | | 1,00 | | no cumple | | muros exteriores | | 1,00 | | no cumple | | | | | |
| | | techos | | 0,83 | | cumple | | techos | | 0,83 | | no cumple | | techos | | 0,83 | | no cumple | | | | | | | |
| | | muros exteriores | | 1,85 | | no cumple | | muros exteriores | | 1,85 | | cumple | | muros exteriores | | 1,85 | | cumple | | | | | | | |
| | | techos | | 1,00 | | cumple | | techos | | 1,00 | | no cumple | | techos | | 1,00 | | no cumple | | | | | | | |
| Ccal | | Adm. | | Pory. | | Adm. | | Pory. | | Adm. | | Pory. | | Adm. | | Pory. | | | | | | | | | |
| | | 1,87 | | 1,75 | | 1,94 | | 1,55 | | 1,85 | | 2,7 | | 1,85 | | 2,7 | | | | | | | | | |

Cuadro 1- Característica dimensionales, indicadores morfológicos- constructivos. Cumplimiento con valores admisibles por normativa IRAM 11604 y 11605.

⁶ El factor de Forma (Ff) es la relación entre el área de envolvente y el volumen construido de un edificio. El factor de exposición (Fe) indica el grado de agrupamiento de un edificio. El factor de compacidad (Fc) es una relación del edificio con un volumen ideal de máxima compacidad (Comax).

⁷ Coeficiente Volumétrico de Pérdidas (G) en W/m³ °C= (Pérdidas por conducción/ Volumen del edificio) + 0.35 * Renov. aire/h

Para realizar el análisis de los indicadores morfológicos presentados en el cuadro 1, podemos mencionar que a mayor F_c , menor F_e y menor F_f , existirán menos pérdidas térmicas por envolvente. Si observamos los valores de F_e en las tres tipologías, encontramos que la 1 y la 3 presentan una exposición mayor debido a su implantación en zona periférica, mientras que la 2 se encuentra menos expuesta por ubicarse en un área de mayor densidad. Con respecto al F_f , la Tipología 3 presenta el valor más desfavorable (1,73). Finalmente para el F_c , la Tipología 2 presenta mayor compacidad que las otras dos.

En cuanto al acondicionamiento térmico-energético, los niveles exigidos por la Norma IRAM 11605 (IRAM, 1996) para el Coeficiente K, se puede observar que ninguna tipología cumple con el nivel A “Óptimo- Para economía y mejoramiento del confort”. Con respecto al nivel B, “Medio- Para una economía energética”, sólo se cumple para el cerramiento de techos en la tipología 1. En cambio el nivel C se cumple para techos en la Tipología 1 y para muros en las Tipologías 2 y 3 (ver cuadro 1).

Así mismo la Norma 11604 (IRAM, 1990) proporciona valores admisibles para el Coeficiente Volumétrico de Pérdidas para calefacción (G_{cal}) en función de los grados días de calefacción y el volumen calefaccionado. Para el área de estudios (La Plata), se consideran 994 grados día de calefacción para alcanzar un nivel de confort de 18 ° C. Sólo las Tipologías 1 y 2 cumplen con el valor admisible (ver cuadro 1).

Una vez analizadas las características morfológicas de la muestra seleccionada se plantea analizar el comportamiento térmico- energético a partir del estudio de las siguientes variables:

- i. Alcance de niveles de confort utilizando energía convencional;
- ii. Alcance de niveles de confort sin incorporación de energía auxiliar;
- iii. Consumo Energético.

i. Alcance de niveles de confort utilizando energía convencional

El análisis de los alcances del nivel de confort utilizando energía convencional para el período de invierno en cada ambiente de las tipologías, se determinó en función del diagrama de Confort de Givoni a partir de las estrategias bioclimáticas para la zona seleccionada (ver gráfico 1).

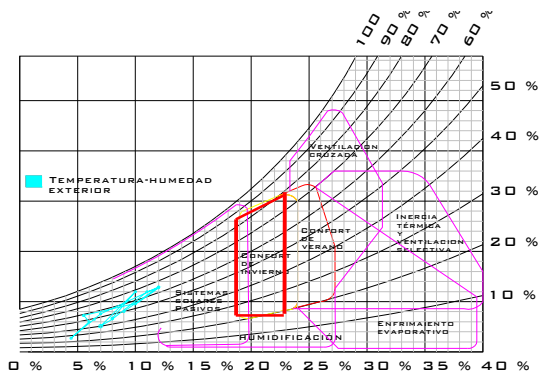


Gráfico 1 - Diagrama de confort y estrategias bioclimáticas para el período seleccionado de invierno.

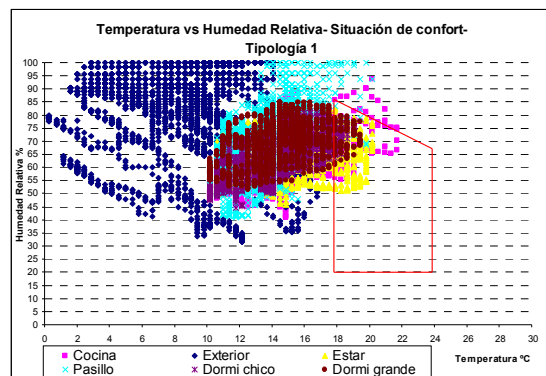


Gráfico 2 - Correlación entre temperatura y Humedad para todos los locales durante el período medido en la Tipología 1

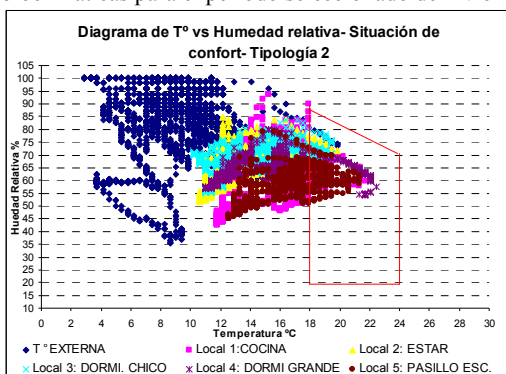


Gráfico 3 - Correlación entre temperatura y Humedad para todos los locales durante el período medido en la Tipología 2.

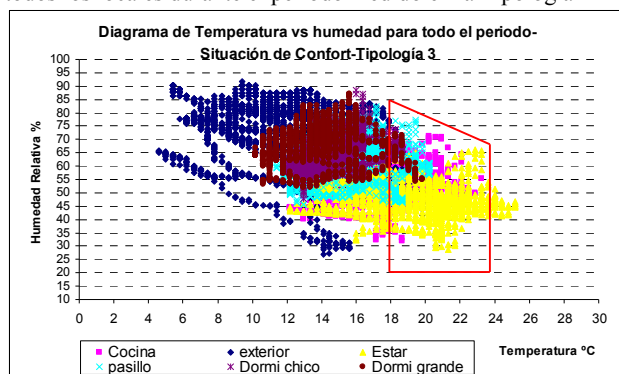


Gráfico 4 - Correlación entre temperatura y Humedad para todos los locales durante el período medido en la Tipología 3

En los gráficos 2, 3 y 4 se puede observar la correlación entre Temperatura y Humedad Relativa del exterior e interior de los locales de cada tipología. En la Tipología 1 se consiguieron niveles térmicos de confort mínimos (18 ° C) sólo en algunos puntos medidos, para los locales de cocina, estar y dormitorio principal. En el caso de la Tipología 2, los valores de confort solo se logran en la cocina y el pasillo-escalera, los cuales acumulan todo el calor entregado por las fuentes de calefacción y cocción. Por último en la Tipología 3, se observa que el estar y la cocina están casi completamente dentro de los parámetros de confort.

En el gráfico 5 se observan las temperaturas exteriores e interiores del “local 2: estar” de cada tipología, utilizando energía convencional. El aumento de temperaturas en el interior se corresponde con dicha incorporación de calor.

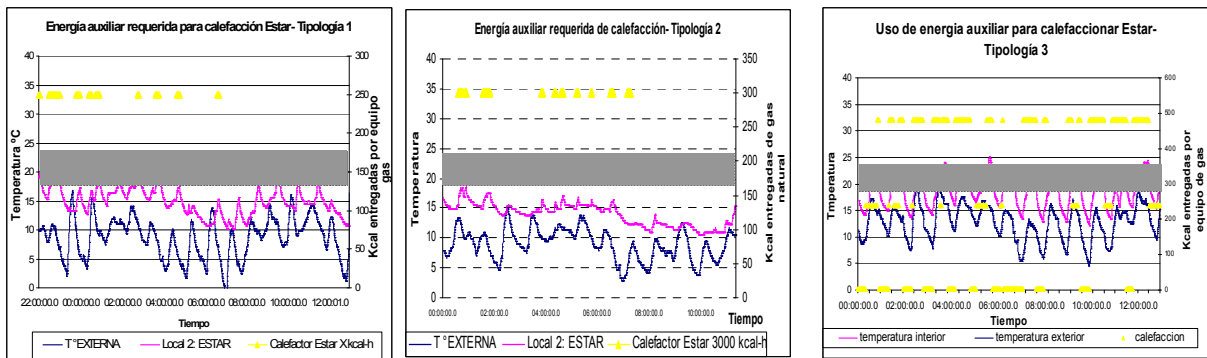


Gráfico 5- energía auxiliar incorporada en tipología 1 (izquierda), 2 (centro) y 3 (derecha)

ii. Alcance de niveles de confort sin incorporación de energía auxiliar

El gráfico 6 muestra el comportamiento de la envolvente de cada tipología en un día y en locales en los cuales no se incorporó energía auxiliar para calefacción o cocción. La Energía entregada sobre superficie horizontal fue de 8,2 MJ para el día 16/06, y de 9,5 MJ para el día 17/06. En el cuadro 2 se sintetizan los resultados comparados de las tres tipologías. Se calcula la diferencia de temperatura (ΔT) registrada entre la máxima alcanzada y la mínima, tanto para el exterior como para el interior. De esta forma se puede observar la influencia de: la inercia térmica de los materiales de la envolvente, el Fe y el Fc.

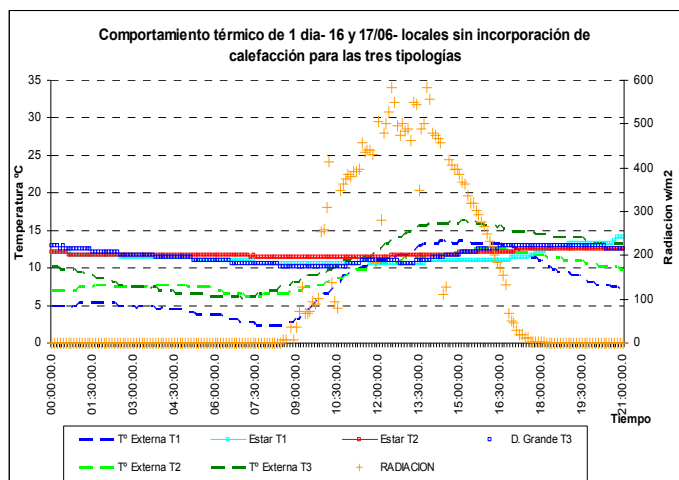


Gráfico 6 – Comportamiento térmico de las tres tipologías para locales sin incorporación de calor.

Si observamos las temperaturas máximas alcanzadas en las tres tipologías para el día seleccionado podemos concluir que ninguna alcanza el nivel térmico de confort de 18 °C sin la incorporación de energía auxiliar. En el gráfico 6 se puede observar que sólo la Tipología 3 registra un aumento de la temperatura interior ante el aumento de la temperatura exterior. En el caso de la Tipología 1 la interior se mantiene igual que la exterior. En cambio en la Tipología 3, la interior es menor a la exterior.

En la tabla 1 se observa que la Tipología 1 tiene una diferencia de temperatura interior ($\Delta T^{\circ} \text{INT} = 2,7^{\circ} \text{C}$) cinco veces menor que la diferencia de temperatura exterior ($\Delta T^{\circ} \text{EXT} = 11^{\circ} \text{C}$). Para las otras dos tipologías la relación entre la $\Delta T^{\circ} \text{C INT}$ y la $\Delta T^{\circ} \text{C EXT}$ es de 2 a 1. Este comportamiento implica que la Tipología 1 tiene una envolvente con mayor inercia térmica que las otras dos; por otro lado la Tipología 2 tiene mayor grado de compacidad y poca inercia térmica; y la Tipología 3 tiene mayor grado de exposición y poca inercia térmica.

iii. Consumo energético

La tabla 2 muestra los consumos de gas de cada tipología discriminados por tipo de uso. En la misma se incluye el valor registrado en el medidor de cada vivienda y el valor teórico calculado en función al relevamiento realizado por los ocupantes teniendo en cuenta el tipo de artefacto, el tiempo de uso y el consumo individual en Kcal h. (ver tabla 1). Se determinó un grado de error entre dichos registros de 0,73 % en la Tipología 1, de 14,6 % en la Tipología 2 y de 10,5 % en la Tipología 3, debido a pequeñas falencias en el relevamiento realizado y en los valores de consumo promedio por artefacto considerados. Esto permitió validar el cálculo teórico a los efectos de mejorar su implementación.

| TIPOLOGÍA 1- 17/06/07 | | TIPOLOGÍA 2- 17/06/07 | | TIPOLOGÍA 3- 16-06-07 | |
|---|----------|-------------------------------|---------|-------------------------------|----------|
| <i>Fluctuacion exterior</i> | | | | | |
| max | 13,5 °C | max | 12,6 °C | max | 16,3 °C |
| min | 2,5 °C | min | 6,2 °C | min | 5,8 °C |
| media | 7,6 °C | media | 9,1 °C | media | 11 °C |
| $\Delta T^{\circ} \text{EXT}$ | 11 °C | $\Delta T^{\circ} \text{EXT}$ | 6,4 °C | $\Delta T^{\circ} \text{EXT}$ | 10,5 °C |
| <i>Fluctuacion interior sin calefacción</i> | | | | | |
| max | 13,32 °C | max | 14,5 °C | max | 15,23 °C |
| min | 10,6 °C | min | 11 °C | min | 10,21 °C |
| media | 11,1 °C | media | 12,6 °C | media | 12,6 °C |
| $\Delta T^{\circ} \text{INT}$ | 2,72 °C | $\Delta T^{\circ} \text{INT}$ | 3,5 °C | $\Delta T^{\circ} \text{INT}$ | 5,02 °C |

Tabla 1- Fluctuaciones entre temperaturas máximas y mínimas interiores y exteriores para las tres tipologías.

La Tipología 3, que alcanza niveles de confort aceptables según el análisis de la variable “i”, tiene un consumo de energía para calefacción 7,6 veces más que la Tipología 2, y 3,2 veces más que la Tipología 1, las cuáles no alcanzan niveles de confort.

| TIPOLOGÍA 1 | TOTAL | COCCIÓN | | CALEFACCIÓN | | AGUA CALIENTE | |
|-----------------------------------|---------|------------|----------------|--------------|----------------|---------------|----------------|
| consumo periodo MEDIDOR | 67,3 | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ |
| consumo periodo CALCULADO | 67,8 | 33.530,00 | 3,61 | 332.640,00 | 35,77 | 264.600,00 | 28,45 |
| Porcentual | 100,00% | | 5,32% | | 52,75% | | 41,96% |
| 8 al 24 de Junio 2007: 16 DIAS | | | | | | | |
| TIPOLOGÍA 2 | TOTAL | COCCIÓN | | CALEFACCIÓN | | AGUA CALIENTE | |
| consumo periodo MEDIDOR | 35 | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ |
| consumo periodo CALCULADO | 41 | 11.400,90 | 1,23 | 152.700,00 | 16,42 | 217.440,00 | 23,38 |
| Porcentual | 100,00% | | 2,99% | | 40,05% | | 57,03% |
| 1 al 19 de Junio 2007:19 DIAS | | | | | | | |
| TIPOLOGÍA 3 | TOTAL | COCCIÓN | | CALEFACCIÓN | | AGUA CALIENTE | |
| consumo periodo MEDIDOR | 163,8 | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ | Kcal | m ³ |
| consumo periodo CALCULADO | 146,45 | 112.963,50 | 12,15 | 1.060.230,00 | 114,00 | 188.748,00 | 20,30 |
| Porcentual | 100,00% | | 8,29% | | 77,84% | | 13,86% |
| del 5 al 21 de junio 2007:16 DIAS | | | | | | | |

Tabla 2- Consumo de gas por el periodo - Valores calculados y registrados de medidor.

Con respecto a los hábitos de uso del equipamiento se han encontrado grandes diferencias entre los porcentajes de energía destinados a calefaccionar, con los destinados al calentamiento de agua y cocción. En los tres casos el consumo de gas para cocción es bajo porcentualmente (del 3 al 8%, entre 1 y 12 m³), mientras que en el consumo para calentamiento de agua es mucho mayor porcentualmente en la Tipología 2 que en las otras dos, aunque es similar en valores absolutos (de 20 a 28 m³). En los tres casos este consumo se destina principalmente a aseo personal.

Otro factor que interviene en el consumo de energía son los hábitos de uso relacionados a la variación de temperaturas entre ambientes. La tabla 3 muestra para un día y hora determinado, las temperaturas mínimas, medias y máximas registradas. Para el caso de la Tipología 3 se registró una temperatura de 22,5 ° C en el estar mientras que en el dormitorio de los ocupantes no se alcanza el nivel de confort (15,6 ° C). Esto genera un disconfort y es producto del exceso de calefacción en algunos locales y de la forma de distribución del sistema de calefacción utilizado (calefactores y quemadores de gas). En el caso de las otras tipologías las temperaturas se mantienen en equilibrio entre locales, pero en la Tipología 2 los valores son muy bajos.

| DIA | RADIACIÓN | EXTERIOR | | ESTAR | | | | | | | | DORMITORIO PRINCIPAL | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|----------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 14/06/2007 | max | T | EXT | HR | T | mx | min | med | HR | mx | min | med | T | mx | min | med | HR | mx | min | med | |
| 0:00:00 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Tipología 1 | 0 | 396 | 9,8 | 80,5 | 19,0 | 19,8 | 14,9 | 16,9 | 63,2 | 77,0 | 58,3 | 64,4 | 19,0 | 19,0 | 14,9 | 16,4 | 68,0 | 77,8 | 63,3 | 69,3 | |
| Tipología 2 | 0 | | 10,2 | 82,1 | 16,0 | 16,4 | 14,5 | 15,1 | 78,4 | 78,4 | 63,8 | 67,8 | 15,6 | 16,0 | 12,6 | 14,6 | 66,2 | 69,2 | 60,7 | 64,9 | |
| Tipología 3 | 0 | 396 | 15,2 | 68,6 | 22,5 | 22,5 | 15,6 | 19,3 | 43,3 | 56,2 | 41,0 | 48,6 | 15,6 | 15,6 | 13,3 | 14,4 | 70,8 | 80,9 | 64,8 | 69,3 | |

Tabla 3- Variación en cuanto a las temperaturas registradas en los distintos espacios.

Por último se procede establecer los indicadores que caracterizarán al Mosaico previamente seleccionado.

INDICADORES CONSIDERADOS Y EXTENSIÓN DE LOS RESULTADOS EN EL MOSAICO URBANO SELECCIONADO

Con los resultados obtenidos en el punto anterior se construyen indicadores por tipología que nos permitirán entender el comportamiento de un área urbana, en este caso un Mosaico Urbano de Media Consolidación. La unidad que permitirá la expansión de los indicadores es, para algunos de ellos el m² construido de cada tipología y para otros el porcentaje relevado de cada tipología con respecto al total del área. Se trabajó bajo el supuesto de que las características de las tipologías relevadas en el Mosaico responden a las tipologías básicas auditadas al inicio del trabajo ⁽⁸⁾.

Los indicadores se dividieron en tres grupos: aquellos que caracterizan morfológico-constructivamente el área, aquellos que definen su comportamiento térmico-energético, y aquellos económico-ambientales surgidos como producto de los anteriores.

Los Indicadores Morfológico-constructivos permitirán definir el patrón en cuanto a forma y materialización de la envolvente edilicia de un Mosaico urbano. Con esta información se puede determinar la representatividad de un Mosaico “x” en un área urbana homogénea de mayor extensión. Se consideraron los parámetros sugeridos para el período de climatización de invierno según la normativa IRAM:

- Cumplimiento con valores de coeficiente de transmitancia térmica (K) admisibles (%): calculado como el porcentaje de la envolvente de la tipología que cumple con el nivel exigido por IRAM 11605. Se eligió el nivel B considerado como promedio de los tres niveles.

⁸ Cabe aclarar que se incorporarán variantes de las tipologías básicas en una etapa siguiente a partir de modelos de simulación dinámica de las mismas.

- Cumplimiento con valores de Coeficiente volumétrico de pérdidas (G) admisibles (%): sólo se verifica el cumplimiento o no de la tipología con los valores admisibles de normas IRAM 11604 según grados días y volumen calefaccionado.

Los *Indicadores de Comportamiento térmico-energético* valoran el período de climatización de invierno (994 grados días de calefacción en base 18 °C):

- Consumo energético específico de gas (Cons. $E_{Inv.} \cdot m^3_{Gas}/m^2$): calculado como el cociente entre el consumo de gas total para calefacción y cocción del periodo auditado y el producto entre la cantidad de grados °C por encima de la T^o media exterior con la superficie construida. El valor resultante es afectado luego por los grados días de calefacción (994) a los efectos de establecer el consumo de gas específico para el período de climatización.
- Grados Necesarios de Temperatura para alcanzar niveles de confort período de invierno base 18 °C ($^{\circ}C/m^2$): se calculan como la diferencia entre la temperatura que alcanza la tipología sin incorporación de energía auxiliar y la base de 18 °C. La temperatura alcanzada se calcula como el cociente entre la diferencia entre la Temp. Media interior y la Temp. Media exterior y la energía recibida (MJ/día), multiplicado por la Energía promedio entregada por el sol en el período de invierno, todo esto sumado a la Temperatura media exterior.

Los *Indicadores de comportamiento económico-ambiental* son derivados de los anteriores y en consecuencia también consideran el período de climatización invernal:

- Emisiones de CO₂ específicas ($Tn_{CO_2-Inv.}/m^2$): se calculan como el producto entre el indicador de Consumo Energético (Cons. $E_{Inv.} \cdot m^3_{Gas}/m^2$) y el coeficiente 0,00346 Tn de CO₂. $E. CO_2 = C.E. * 0,00346Tn$
- Costo de la energía consumida específica ($\$/m^2$): calculado como el producto entre el indicador de consumo energético (Cons. $E_{Inv.} \cdot m^3_{Gas}/m^2$) por el costo de la energía ya sea por red o envasada. Costo E. red = (Cons. $E_{Inv.} \cdot m^3_{Gas}/m^2$) * (0,135 $\$/m^3$ + 40 % de impuestos) -para gas subvencionado por el Estado. Costo E. Gas licuado o garrafa= (Cons. $E_{Inv.} \cdot m^3_{Gas}/m^2$) * (2 $\$/m^3$).

En este trabajo no son considerados cuantitativamente los datos obtenidos acerca de los hábitos de uso de los ocupantes debido a que esta información es subjetiva y variable para cada tipo de usuario. Se valoran cualitativamente sólo para definir las condiciones actuales de uso y la elaboración de propuestas de mejoramiento.


| TOTAL MOSAICO | | | | | | | | | | |
|--|------------------------|-------------|------|------------------------|-------------|-------|-----------------------|---------|------|---|
| | Tipología 1 | | | Tipología 2 | | | Tipología 3 | | | |
| Extensión de la tipología en el mosaico | 7030,73 m ² | | | 1835,05 m ² | | | 993,14 m ² | | |  |
| Representatividad tipológica % | 67 | | | 12,7 | | | 9,5 | | | |
| Características Morfológico-constructivos | % que cumple | | | % que cumple | | | % que cumple | | | TOTAL 88 % |
| Cumplimiento con valores admisibles de G | Cumple 100% | | | Cumple 100% | | | No cumple | | | Cumple 79,2 % |
| Cumplimiento con valores admisibles de K | Cumple 40% | | | No cumple | | | No cumple | | | Cumple 26,4% |
| Comportamiento térmico-energético-período climatización INVIERNO | Indicador | total | % | Indicador | total | % | Indicador | total | % | TOTAL- 88 % |
| Consumo energético total (m ³) | 6,62 | 46.543 | 47,3 | 4,68 | 8.588 | 8,725 | 31,7 | 31.483 | 32 | 86.614,00 |
| °C necesarios de T° para 18 °C sin E auxiliar | 1,54 | 10.827,32 | 65,1 | 1,70 | 3.119,59 | 18,75 | 0,70 | 695,20 | 4,18 | 14.642,11 |
| Comportamiento económico-ambiental-periodo climatización INVIERNO | Indicador | total | % | Indicador | total | % | Indicador | total | % | TOTAL 88 % |
| Emisiones de CO ₂ -tn | 0,022 | 154,67606 | 46,4 | 0,016 | 29,3608 | 8,81 | 0,11 | 109,245 | 32,8 | 293,28226 |
| Costo de la Energía (gas por red) (\$) | 1,20484 | 8470,904733 | 46,4 | 0,85176 | 1563,022188 | 8,81 | 5,7694 | 5729,82 | 32,8 | 15.763,75 |
| Costo de la Energía (gas licuado) (\$) | 13,24 | 93,087 | 46,4 | 9,36 | 17,176 | 8,81 | 63,4 | 62,965 | 32,8 | 173.228,01 |

Tabla 3- Indicadores y resultados extendidos para un Mosaico de Consolidación Media.

Finalmente se podrían obtener índices por Mosaico cuyos resultados relativos son lo que se podrán generalizar en un universo mayor.

En la tabla 3 se vuelcan a modo de ejemplo los resultados de los indicadores y su extensión. De estos resultados se puede inferir que:

- Para los dos indicadores morfológico-constructivos, en relación al indicador de comportamiento térmico- energético “Grados Necesarios de Temperatura para alcanzar niveles de” se puede observar que a pesar de que el 79 % del Mosaico cumple con los valores admisibles de Gcal, y el 26,4 % cumple con valores admisibles del Coeficiente de Transmitancia térmica (K para el nivel B), son necesarios en todos los casos incorporar energía a través de alguna fuente. Esto verifica una baja calidad de la envolvente y la posibilidad de generar estrategias de reciclado y diseño que permitan mejorarla y potenciar su ganancia pasiva. De esta manera se reducirá el indicador de consumo energético total, el cual es función de este.
- Si observamos el *Consumo Energético Total* para cada tipología con relación a los valores totales en el Mosaico, podríamos determinar en cuáles intervenir primero con propuestas de ahorro de energía. Por ejemplo por más que la Tipología 3 tiene un peso tipológico relativamente menor que la 2, es más deficiente por m² (consumo de energía de 31,7 m³ por m²), en consecuencia tiene una mayor incidencia porcentual en el consumo de energía total en el área.

- En el caso de fuentes energéticas convencionales, al aplicar medidas de ahorro energético o sustitución por renovables, se considera fundamental analizar las variables económicas. Se pudo observar que estas medidas son más viables en aquellos casos donde no existe un servicio en red (gas). Recordemos que el valor de la unidad de energía para gas licuado aumenta 10 veces respecto del costo por red, a pesar de encontrarse en algunos casos subsidiado (garrafa social).
- Por último, esta metodología que parte de Mosaicos Urbanos, permite cuantificar la producción de GEI en los distintos sectores, por distintas fuentes, brindando conocimiento para evaluar el peso de los aportes de contaminantes de cada sector urbano respecto de otras fuentes.

CONCLUSIONES

El desarrollo de esta metodología permitió conformar un esquema de análisis para sectores urbanos (Mosaicos) a partir del estudio de sus unidades de conformación: las unidades edilicias (Ue). La incorporación de variantes en las Ue, tipologías básicas estudiadas, a través de herramientas auxiliares permite generalizar con cierta precisión los resultados obtenidos en un área urbana acotada obteniendo así un mecanismo acotado que infiera estados de situación en áreas urbanas mayores.

La aproximación proporcionó información relevante para determinar en el sector urbano, que tipologías pueden incorporar mejoras en función de su grado de criticidad y representatividad. Por otro lado muestra primeros resultados necesarios para determinar medidas que tiendan a mejorar en forma individual y global.

Con respecto a posibles medidas de mejoramiento podemos mencionar tres puntos importantes:

- Se verificó el bajo aporte de energías renovables en el área. Ninguna tipología recibe ganancia directa significativa, lo que se comprueba en el análisis diario donde se evalúa el confort sin incorporación de energía convencional por parte de los ocupantes. Cabe mencionar que por su emplazamiento respecto de la orientación se podrían proponer para cada tipología estrategias de ganancia solar a los efectos de reducir los consumos de energía convencional y tender a una homogeneización en las temperaturas interiores alcanzando un mayor confort.
- Se verificó la necesidad de reducir las pérdidas por la envolvente especialmente en la Tipología 3. Y un mejoramiento de los cerramientos permitiría reducir las diferencias de temperatura en un mismo ambiente.
- Se verificó una importante incidencia del consumo neto destinado al calentamiento de agua. Y por tratarse de áreas urbanas de baja consolidación, existe un importante potencial para incorporar estrategias de calentamiento de la misma a través de fuentes alternativas (colectores solares).

REFERENCIAS

- Di Bernardo, E. (1998) Paisaje Ambiental De Alta Diversidad. Mosaico De Naturaleza Interconectado, Una Manera De Recuperar El Soporte Natural En Las Áreas Urbanas (Argentina). Del libro electrónico de Salinas Chávez, E.; Middleton, J. La ecología del paisaje como base para el desarrollo sustentable en América Latina - <http://www.brocku.ca/epi/lebk/lebk.html>.
- IRAM. (1990). Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 11604: 2001. "Aislamiento térmico de edificios- Verificación de sus condiciones es higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites". Segunda Edición 2001.
- IRAM. (1996). Instituto Argentino de Racionalización de Materiales. Norma 11605: 1980. "Acondicionamiento térmico de edificios- Condiciones de habitabilidad en edificios". Edición 1996.
- Rosenfeld, E. (1987) "Proyecto Audibaires". Plan piloto de evaluación energética en capital federal y gran buenos aires. Informe final. Ias, Fipe.
- Rosenfeld E., Czajkowski J. (1992). Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático, 1º edición, Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la UNLP.
- Rosenfeld, E. (2003) "Atlas energético-ambiental para la región del gran La Plata. Desarrollo de metodología y aplicación", PIP N° 03009/03 CONICET. ANPCyT
- Rosenfeld, E. (2003) Proyecto "Sistemas alternativos de bajo costo para el saneamiento ambiental y la producción energética, aplicado a sectores de escasos recursos", PICT N°8132-12601/03.
- Viegas G., Melchiori M., San Juan G., Rosenfeld E., Discoli C.(2006). "Metodología para evaluar el impacto energético ambiental en áreas urbanas desde el concepto de "mosaicos urbanos". Apreciación de posibles medidas de mitigación". ENTAC 2006, Florianópolis, 23-27 agosto, 10p. Pag. 930 a 939. ISBN 978-85-89478-18-2.

ABSTRACT: It is proposed to explore the study of homogeneous urban areas behavior of La Plata starting from the study of urban sectors as Urban Mosaics, which present homogeneous characteristics in relatio to land use and its occupation, population density, infrastructure basic services and typology diversity. As example, the study of the thermal-energy behavior of three representative residential typologies is analyzed: Compact housing; Compact housing as "Duplex."; and Not very compact housing as "L". These represent 67%, 9,5% and 12,7% respectively, of the typologies found in a Half Consolidation Urban Mosaic. In this instance, the energy-thermal behavior variables will be analyzed: i. Comfort levels reached with conventional energy incorporation; ii. Comfort levels reached without auxiliar conventional energy incorporation; and iii. Energy consumption. The obtained results would allow us to create reference indicators for the whole area in order to propose improving measures. **Key-words:** Urban mosaic- energy-thermal behavior- residential typologies –