

METODOLOGIA PARA EL ANALISIS DE LAS CLASIFICACIONES COMPLEJAS Y  
CONSTRUCCION DE TIPOLOGIAS MEDIANTE LA REDUCCION DEL ESPACIO DE  
ATRIBUTOS. UN ENFOQUE ENERGETICO.

Jorge Czajkowski \*, Elías Rosenfeld \*\*

PALABRAS CLAVES: Arquitectura/Conservación de energía/Tipologías/Sector residencial.

RESUMEN

A partir de la información recogida por el proyecto "Audibaires" <sup>1</sup>, su metodología y resultados del sector habitacional del área metropolitana de Buenos Aires, se realizó una profundización del análisis tipológico-energético, planteando una nueva metodología de análisis.

En el trabajo se exponen las diversas técnicas de clasificaciones complejas y construcción de tipologías por reducción del espacio de atributos.

Se analiza y discute la operatividad de estas y las ventajas y desventajas comparativas. Se expone la metodología utilizada y su operación en planillas electrónicas.

Finalmente se expone el avance de una nueva clasificación de tipologías de la región obtenidas por un camino empírico.

INTRODUCCION

Aproximadamente en la última década el análisis tipológico volvió a ocupar un lugar preponderante en los aspectos teórico y proyectual de la arquitectura. Las tipologías también fueron utilizadas para el estudio energético de sectores urbanos por Francia, Italia, EEUU, entre otros países. El proyecto "Audibaires" adoptó estos métodos, con buenos resultados, que fueron expuestos oportunamente en diversas reuniones científicas.

El problema básico consiste en encontrar unidades representativas del tejido urbano, particularmente en áreas donde la dispersión tipológica de la producción edilicia es relativamente alta, como es el caso del área metropolitana de Buenos Aires. Ello posibilita mejorar el manejo de la gestión energética del habitat.

Ello implica, en consecuencia, desarrollar un conjunto de técnicas de simplificación de los datos relativos a un parque edilicio, que

---

\* Becario del CONICET.

\*\* Investigador del CONICET.

IDEHAB, Instituto de Estudios del Habitat. Unidad de Investigación N°2. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de La Plata. Calle 47 N°162. Casilla de Correo 478 (1900). La Plata, Argentina.

posibilite concentrar la presentación del conjunto en la de sus principales tipos, mediante metodología científica. Esto es superar en todas las etapas posibles las conceptualizaciones basadas solamente en modelos ideales y en técnicas rudimentarias (superposición-deducción-contrastación en etapas múltiples), para determinar los diferenciales concretos del tejido urbano.

#### MODELO METODOLOGICO PROPUESTO

Dado que una tipología se caracteriza mediante múltiples variables, nos encontramos con la necesidad de organizar un conjunto complejo de datos, debiendo tener en cuenta que muchas de las variables representan propiedades cualitativas. Estas se pueden clasificar en un cierto número de categorías que pueden o no ser ordenadas y que definan o no un conjunto de intervalos regulares; limitandonos a determinar un orden relativo <sup>2</sup>.

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

En esta concepción el concepto "tipología", designa al conjunto de técnicas de simplificación de los datos relativos a una población, permitiendo concentrar la presentación en sus principales tipos <sup>3</sup>.

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

El marco de representación utilizado -espacio de atributos <sup>4</sup>- es un hiperespacio de "n" dimensiones. Según sea la distancia entre dos ejemplares representados en el hiperespacio que utilizemos, los clasificaremos o no en un mismo tipo.

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

En cuanto al tratamiento de la población puede efectuarse:

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

El proceso de tratamiento para tipos puede ser:

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

Con este método la computadora no para hasta tratar a toda la población. Su flexibilidad estriba en la elección inicial del valor del límite, muy delicado y a veces infructuoso, después de diversas tentativas. Si el

límite es demasiado bajo, se obtendrá un número demasiado alto de tipos e inversamente.

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

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

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

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

El análisis factorial puede quizá ser más útil como instrumento exploratorio, pues permite manejar conceptos empíricos básicos.

#### OPERATIVIZACION DEL METODO

El proceso de construcción de tipologías por reducción del espacio de atributos, planteó las siguientes etapas:

- a Construcción de la matriz de datos para los casos de viviendas disponibles.
- b Construcción de la estructura de base de datos en DBIII+ y LOTUS 123 o QUATTRO PRO.
- c Carga de datos en DBIII y verificación de estos.
- d Selección de los casos que poseyeran la información completa y exportación de la base de datos a LOTUS 123.
- e Reducción de las características de los casos a tratar en variables dicotómicas o tricotómicas, previo análisis de cada variable respecto de donde efectivizar los cortes, evitando la pérdida de información.

f Selección de las variables a tratar y efectivización de la primera reducción.

g Verificación de inconsistencias en los agrupamientos y transformación de estos a los tipos ya formados en que menos difieran. Actualización de la base de datos y repetición del proceso hasta el nivel que se crea necesario.

	G	0			1			2		
FF	AC FE	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0		1	4	1	7	2			1
	1	4	8	4	2	7	4			1
	2	4	2		1	1	1			1
1	0	1	2	2	1	18	11		2	5
	1	3	5	7	3	20	21	1	4	3
	2		4	12	4	19	33		3	6
2	0				1					1
	1	1		1	1	4	3		3	2
	2			3	1	4	13		2	4

	G	0			1			2		
FF	AC FE	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0					8				
	1	8	11	10						
	2									
1	0				23	15			8	
	1	5	9		7	29	33		8	7
	2			13	5	24	33		5	8
2	0									
	1									
	2						21			

	G	0			1			2		
FF	AC FE	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0					8				
	1	8	10	9						
	2									
1	0				23	15			6	
	1	5	10		7	28	33		8	6
	2			13	5	24	33		5	10
2	0									
	1									
	2						21			

	G	0			1			2		
FF	AC FE	0	1	2	0	1	2	0	1	2
0	0					9				
	1	9	9	10						
	2		2							
1	0				21	15			8	
	1	5	9		7	29	34		8	7
	2			13	5	24	33			
2	0									
	1									
	2									

Tabla I. Matrices de cruces para cuatro variables tricotómicas. Secuencia de reducción del espacio de atributos.

Un ejemplo de este proceso se muestra en las tablas 1 a 4, donde progresivamente se va reduciendo la muestra de 291 a 22 tipologías que

relacionan el período histórico en el que fueron construídas, la calidad térmica de la envolvente, el grado de asociación o apareamiento que existe con las células vecinas (edificio aislado, agrupado o colectivo) y la forma volumétrica que presenta.

Estas características se definen por las siguientes variables y sus dimensiones relativas:

a Período histórico, según el año de construcción:

Muy antiguo 0 período 1900-1935  
intermedio 1 1935-1955  
nuevo 2 1955-hoy

b Calidad térmica de la envolvente, por el coeficiente global de pérdidas térmicas "G" dividido en:

Calidad buena 0  $\leq 2,1 \text{ W/m}^3\text{°C}$   
regular 1  $> 2,1 \text{ y } < 2,9 \text{ W/m}^3\text{°C}$   
mala 2  $> 2,9 \text{ W/m}^3\text{°C}$

c Grado de asociación entre células, a través del factor de exposición "fe":

Aislado 0  $\geq 0,8$   
Agrupado 1  $< 0,8 \text{ y } \geq 0,5$   
Colectivo 2  $< 0,5$

d Forma volumétrica de la vivienda, con el factor de forma:

Poco compacto 0  $\leq 0,8$   
Compacto 1  $> 0,8 \text{ y } \leq 1,1$   
Muy compacto 2  $> 1,1$

De esto resultan 22 tipologías que están representadas en la siguiente tabla donde se muestran las características y el tamaño de la población de cada una en el gráfico de frecuencias adjunto.

Esta clasificación tentativa en 22 tipologías presenta tipos de población numerosa y otros de pocos individuos. La tipología con más individuos se caracteriza por pertenecer al período posterior a 1955, tener una regular calidad térmica de su envolvente, ser compacta volumétricamente y estar medianamente agrupada. Comparandolo con la clasificación primitiva, encontramos casos de tipología cajón, duplex estatal, renta pasillo, bloque bajo y placa. Esta tipología representa el 11,7% del total muestral.

La tipología con menos individuos, solo dos y 0,7% de representatividad, pertenece al período 1935-55, es de buena calidad térmica, poco compacta y esta medianamente agrupada.

Los caminos posibles que se plantean en esta técnica son dos: seleccionar los tipos de población numerosa y continuar cruzando otras variables o transformar un tipo de pocos individuos en otro de mayor población en la variable que menos difiera.

Tipo	G	AC	FF	FE	Casos	%
1	0	0	0	1	9	3.1
2	0	1	0	1	9	3.1
3	0	2	0	1	10	3.4
4	0	1	0	2	2	0.7
5	0	0	1	1	5	1.7
6	0	1	1	1	9	3.1
7	0	2	1	2	13	4.5
8	1	0	0	0	9	3.1
9	1	1	1	0	21	7.2
10	1	1	1	0	15	5.1
11	1	1	1	1	7	2.4
12	1	1	1	1	29	10.0
13	1	1	1	1	34	11.7
14	1	1	1	2	5	1.7
15	1	1	1	2	24	8.2
16	1	1	1	2	33	11.3
17	1	2	2	2	21	7.2
18	2	1	1	0	8	2.7
19	2	1	1	1	8	2.7
20	2	1	1	1	7	2.4
21	2	1	1	2	5	1.7
22	2	1	1	2	8	2.7
					291	100%

Tabla II. Clasificación tipológica para cuatro variables, su población y frecuencias.

El principal problema que se presenta es el tiempo que insume cada reducción de la muestra y tener que operar con pocas variables a la vez ya que el crecimiento es exponencial en cuanto a tipos posibles.

La principal ventaja radica en que se puede mantener un control absoluto del proceso ya que son frecuentes las inconsistencias.

La operación es sencilla de realizarse en LOTUS 123 en los mandatos del sector /DATOS/DATOS. La clasificación se realiza estableciendo criterios de búsqueda. El programa opera en principio con cualquier cantidad de criterios, con un límite establecido por las 256 columnas de la hoja electrónica. El proceso de búsqueda es muy veloz en computadoras personales.

#### ALGUNOS ANALISIS DE LA CLASIFICACION OBTENIDA.

De esta clasificación podemos deducir una evolución de la calidad térmica de las tipologías.

Realizando un análisis por períodos, vemos que en el período 1900-1935 la cantidad de casos de la muestra representa el 11% del universo analizado, en el cual predominan las viviendas de buena calidad térmica, no existiendo casos de mala calidad.

En el período 1935-1955 aumenta significativamente la cantidad de casos al 40%, pero disminuyendo los casos de viviendas de buena calidad térmica al 14%. Aumentan las regulares al 76% y el 10% restante es de mala calidad térmica.

Finalmente desde 1955 a la actualidad disminuye significativamente la cantidad de viviendas de calidad regular al 55%, aumentando las de mala calidad al 18%, con un aumento de las de buena calidad al 30%.

#### CONCLUSIONES

De las técnicas presentadas, la construcción de tipologías por reducción del espacio de atributos aparece como la más adecuada para tratar clasificaciones complejas con una gran dispersión en las características de los individuos.

La utilización de las planillas electrónicas es adecuada para una primer etapa, pero con muestras mayores, quizás sea conveniente construir un programa que opere en dos niveles, uno automático y otro intermedio.

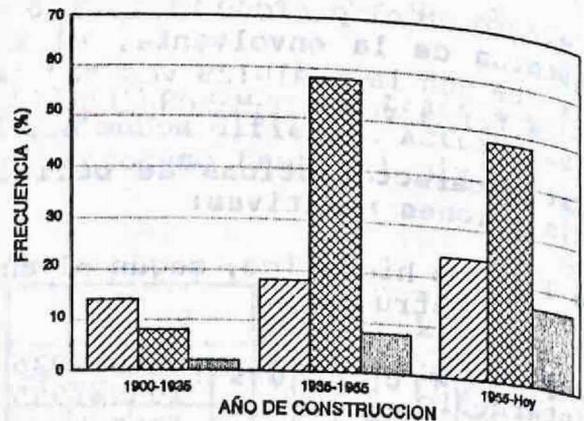


Figura 1. Evolución de la calidad térmica de las viviendas del sector residencial del área metropolitana de Buenos Aires.

TIPOLOGIAS	TAMAÑO	FORMA	AGRUP	CALIDAD TERMICA	DEMANDA ENERGIA	
1	[4]	MCH	COM	MAG	REG	MYA
2	[3]	MED	PCO	MAG	MYB	MYA
3	[80]	MGR	MCO	PAG	BUE	ALT
4	[82]	MCH	MCO	PAG	REG	MYB
5	[1]	MCH	MCO	AIS	MYB	BAJ
6	[18]	MCH	COM	PAG	REG	MYB
7	[2]	MED	MCO	PAG	BUE	MYA
8	[2]	MCH	COM	MAG	BUE	MYB
9	[1]	MED	PCO	AIS	MYB	MYA
10	[3]	MCH	COM	PAG	BUE	MYB
11	[1]	MED	MCO	MAG	MYB	MYA
12	[6]	MCH	MCO	MAG	BUE	MYB
13	[1]	CHI	MYC	PAG	REG	BAJ

Tabla III. Matriz tipológica para 165 casos.

La nueva clasificación es todavía muy amplia, aunque ya se puede ver un perfil tipológico semejante al presentado en reuniones anteriores considerando que solo se han usado cuatro características para definir las.

### BIBLIOGRAFIA

1. Rosenfeld, E. et al. "Evaluaciones energéticas de viviendas urbanas en el Area Metropolitana: AUDIBAIRES. Resultados y conclusiones". 12ª Reunión de ASADES. 1987.
2. Boudon R., Lazarsfeld P., "Metodología de las ciencias sociales". Conceptos e índices. Vol.1. Edit. Laia, Barcelona (1985).
3. Hugues M., Griffon B. y Bouveyron C. "Segmentación y tipología", Saltés. Madrid, 1978.
4. Barton, A. "Concepto de espacio de atributos en sociología". En Metodología de las Ciencias Sociales, Vol.1, Edit. Laia. Barcelona, 1985.
5. Rummel, R. "Técnicas Avanzadas en Ciencias Sociales". Edit. Nueva Visión. Buenos Aires, 1977.

### CONCLUSIONES Y OTRAS CALIENTES MANTENIDAS

Se analizaron los datos obtenidos de una muestra representativa de viviendas urbanas en el área metropolitana de Madrid, considerando los aspectos energéticos, ambientales y de confort. Los resultados indican que el nivel de aislamiento térmico es insuficiente, lo que genera importantes pérdidas de energía durante el invierno. Se recomienda la mejora de la envolvente exterior mediante el uso de materiales aislantes y la correcta estanqueidad de las cerraduras. Asimismo, se debe promover el uso de sistemas de calefacción más eficientes y la explotación de las fuentes de energía renovable disponibles en el entorno urbano.

### RECOMENDACIONES

Se recomienda que se realice un estudio más detallado de las viviendas que presentan mayores pérdidas energéticas, así como la implementación de programas de concienciación para los propietarios sobre las medidas de ahorro energético. Además, se sugiere la creación de un registro municipal de viviendas con problemas de eficiencia energética, para facilitar la identificación de las zonas de mayor riesgo y la priorización de las intervenciones necesarias.

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE CANTABRIA, Avda. de los Castros, 45. 49100 BILBAO, Vizcaya. Tel. 944 21 11 11