

# PATOLOGIAS DE CONDENSACION EN VIVIENDAS COLECTIVAS

Estudio de caso de la Cooperativa Vicman, Uruguay  
Estudio global: Cristina Echevarría y Carlos Martínez  
Facultad de Arquitectura, Universidad de la República  
Bulevar Artigas 1031      Montevideo, Uruguay  
E-mail: cechev@farq.edu.uy      Fax: (5982) 406063  
Estudios térmicos: Marcelo Gea y Graciela Lesino  
INENCO - Universidad Nacional de Salta - CONICET  
Buenos Aires 177      4440 - Salta - Argentina  
E-mail: lesino@ciunsa.edu.ar      Fax: (087) 255489

## RESUMEN

Este trabajo constituye el avance de un estudio sobre patologías de condensación que se está realizando en el complejo habitacional de la Cooperativa Vicman de 410 viviendas ubicado en la zona urbana de Montevideo. Se analizaron las variables físico-constructivas, configuración volumétrica, orientación, asoleamiento y vegetación circundante. Se realizó una encuesta para conocer los hábitos de los usuarios en cuanto a la producción de vapor, calefacción y ventilación. Se detectaron los apartamentos más problemáticos y se muestran los resultados de monitoreos de temperaturas superficiales, del aire y humedad relativa interiores. Se realizaron simulaciones computacionales del comportamiento térmico de las viviendas con el programa SIMEDIF, a efectos de comparar con los resultados del monitoreo y validar aspectos predictivos al formularse estrategias de ataque al problema. Se realizó también una inspección mediante termografía infrarroja como información complementaria.

## DESCRIPCION DEL CONJUNTO

El conjunto está configurado por bloques de 4 pisos con caja de escalera que albergan 16 viviendas de 2 y 3 dormitorios por planta formando, en la mayoría de los casos, tiras muy segmentadas. En el centro se agrupan viviendas duplex de 4 dormitorios. Todo el conjunto está inmerso en un parque muy arbolado. No ha sido previsto ningún sistema de calefacción.

## METODOLOGIA DEL ESTUDIO

El estudio de las patologías se basó en 5 enfoques complementarios:

1. Análisis del proyecto a través de los planos y la observación directa, 2. encuesta a los usuarios, 3. monitoreo de situaciones críticas, 4. simulación computacional, 5. investigación de viviendas con termografía infrarroja.

### 1. Análisis del Proyecto.

El análisis del conjunto cooperativo se realizó en base a estudio de planos y observación directa, encontrándose los siguientes elementos como posibles causantes de patología de condensaciones:

- La existencia de zonas de sombra permanente, debido a la conformación de los volúmenes, a la cercanía entre bloques y a la presencia de árboles de hoja perenne o con pérdida tardía de la hoja en el entorno inmediato a la vivienda.

- Insuficiente resistencia térmica de paredes y techos. El valor de la Transmitancia Térmica en las paredes de la Cooperativa está en el entorno de  $2 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C})$ . En el Uruguay no existen normas térmicas para cerramientos. El Banco Hipotecario que es el organismo público que otorga créditos para vivienda está exigiendo no exceder de  $1,55 \text{ W}/(\text{m}^2\text{°C})$  para reducir el riesgo de patologías de condensación.

- Las azoteas también son deficitarias por falta de aislación térmica. Actualmente se está realizando la corrección conjuntamente con la reimpermeabilización.

- La terminación superficial de la pared consiste en un revestimiento de celulosa y yeso aplicado sobre el bloque de hormigón. Su limitada capacidad de absorción de la humedad y la celulosa propician la formación de hongos.

- La existencia de locales con exagerada exposición al exterior, como por ejemplo el dormitorio chico del apartamento de 2 dormitorios, que tiene 2 ó 3 paredes al exterior. El caso extremo es el dormitorio al frente en las viviendas de 4 dormitorios, que llega a tener hasta 5 planos al exterior (3 paredes, piso y techo).

- Ventilación ineficaz por el diseño del proyecto o la acción de los usuarios. En el proyecto de las viviendas de 2 y 3 dormitorios la cocina y los baños ventilan a una terraza común que con mucha frecuencia fue cerrada por los usuarios. Cuando la presión dinámica del viento es mayor en esa fachada, toda la producción de vapor pasa al interior de la vivienda. En el caso de las viviendas de 2 dormitorios esto se agrava porque quedan sectores donde no se genera ventilación cruzada.

**2. Encuesta**

Para la confección y el procesamiento de la encuesta se contó con el asesoramiento de investigadores de la Facultad de Ciencias Sociales de la Universidad de la República. La información fue ingresada en una base de datos y procesada con el programa SPSS. Los formularios de encuesta tuvieron en cuenta los diferentes tipos de proyecto y el número de dormitorios, que podían suponer resultados con matices diferentes, de acuerdo al estudio previo de planos.

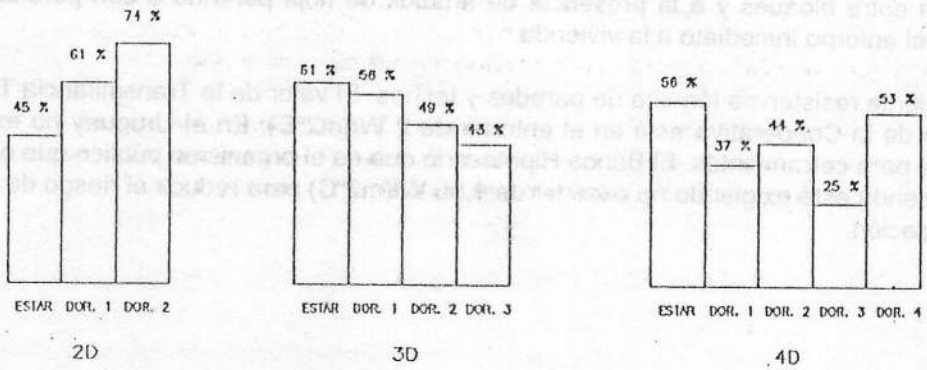
Sobre un total de 410 viviendas se obtuvo respuesta de 325, que representan el 79% del total. La encuesta se complementó con la visita a 80 viviendas cuyas respuestas ofrecían dudas. Se considera que el conjunto de encuestas contestadas es representativo del total en cuanto a su cantidad y su ubicación geográfica equilibrada por planta. Dicho porcentaje se mantiene si se desglosan por número de viviendas los datos según se trate de viviendas de 2, 3 y 4 dormitorios.

El porcentaje de encuestas no contestadas (21%) no es significativo, y no son tomadas en cuenta en este estudio asumiendo que sus respuestas reflejarían tendencias relevadas.

En una primera clasificación se consideró viviendas "con humedades", aquellas donde los usuarios plantearon por lo menos una queja en algún ambiente y "sin humedades" las restantes.

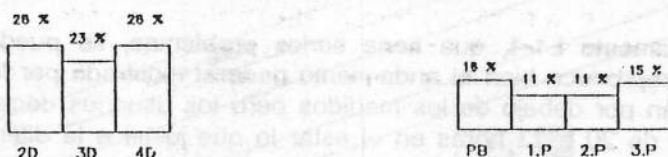
Sin separar por tipos de viviendas, las viviendas con humedades son 249 (77%) y las que no tienen son 76 (23%). Los resultados obtenidos desglosados por viviendas de 2, 3 y 4 dormitorios son del orden del 78%.

En el conjunto de viviendas con humedades se estudiaron las quejas de los usuarios por ambiente. Se observa que en los apartamentos de 2 dormitorios, es principalmente en los dormitorios donde se presentan la mayor cantidad de reclamos, en especial el más chico. En las de 3 dormitorios la queja mayor se da en el estar-comedor y en los de 4 dormitorios en el estar-comedor y en el dormitorio del frente :



A partir de los resultados anteriores se define la importancia de las humedades denunciadas de acuerdo al siguiente criterio:

Se consideran las viviendas más comprometidas aquellas cuyas encuestas indiquen grandes superficies manchadas o mojadas en estares y dormitorios, dando lugar al siguiente cuadro con resultados muy similares.



Se realizó un estudio centrado en el desprendimiento de pisos, lo que permitió comprobar que se da en todos los niveles, descartando una incidencia marcada en planta baja.

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta se localizaron las viviendas correspondientes y se elaboraron planos donde se detallan por nivel la situación de cada una.

El resultado es contundente en cuanto a que la localización de las viviendas problemáticas no obedece estrictamente a variables de ubicación u orientación. En efecto, tanto en planta como en altura aparecen viviendas en las mismas condiciones de ubicación y orientación con distinta situación en relación a presencia de humedades (Ver plano del conjunto)

En esta etapa se analizaron las respuestas sobre el tipo de calefacción utilizada, ventilación, secado de ropa, cantidad de ocupantes y tiempo de ocupación de la vivienda, buscando encontrar una correlación entre estos indicadores y la patología. Se encontró que la mayoría de estas variables no tienen una predominancia específica en la producción de humedades, a excepción de la cantidad de ocupantes por vivienda. Se comprobó que el 87 % de las viviendas sin condensaciones estaban subocupadas en relación al número de dormitorios.

### 3. Monitoreo de temperatura y humedad en las viviendas

Se complementaron los estudios anteriores con el monitoreo de algunas viviendas donde se presupuso se obtendrían datos de interés. Se tomaron medidas de temperaturas superficiales de paredes, temperatura del aire y humedad interiores. El equipo utilizado consiste en un Datalogger Campbell CR-10, 7 termocuplas para medir temperaturas superficiales y un sensor combinado marca Vaisala para medir temperatura y humedad del aire.

Se compararon 2 viviendas ubicadas en el mismo sector del bloque, pero en diferente nivel, teniendo una gravísimos problemas de humedad de condensación (Depto. L1-4) y la otra no (Depto. L1-8). Se comparan resultados de humedad y temperatura del aire interior medidos en el dormitorio chico:

- En la vivienda L1-4, de planta baja se realizaron mediciones durante 8 días. Durante la mayor parte del período estudiado, la temperatura superficial de la pared Este es inferior a la de punto de rocío del aire, lo que significa que esa pared está mojada. Durante el tiempo estudiado, la humedad relativa del aire no bajó de 82%, creando condiciones muy propicias a la formación de hongos. Se observó la falta total de ventilación de los ambientes. El diagnóstico que emerge de las mediciones realizadas, coinciden con la situación de ese dormitorio.

- En la vivienda L1-8 del primer piso, se realizaron mediciones durante 4 días en el mismo dormitorio que en el caso de L1-8. Este ambiente tiene un uso menos frecuente que el anterior. Las mediciones de la humedad relativa del aire nunca alcanzaron al 80 %.

#### 4. Simulación computacional

Se realizó la simulación térmica de dichas viviendas con el programa SIMEDIF\*. No se incluyó en ella la conducta de los usuarios en cuanto a ventilación y uso de estufas para poder establecer su influencia con respecto a una base sin ella. Los datos respecto de calefacción y ventilación se obtuvieron de la encuesta.

En el caso del apartamento L1-4, que tiene serios problemas, se puede observar que la temperatura simulada reproduce bien el andamio general mostrado por las mediciones. Los valores simulados están por debajo de los medidos pero los usuarios declaran el uso de una estufa de gas (3 kw?) de 20 a 23 horas en el estar lo que justifica la diferencia de unos 3°C observada y que no se produce el mínimo de la hora 150 (6 de la mañana). (Ver gráfico apartamento L1-4 Pared Este).

El apartamento L1-8, ubicado en el primer piso, no tiene problemas de humedad. declaran usar una estufa de 1,2 kw de 8 a 21 horas. Las medias difieren en unos dos grados lo que es coherente con el resultado de L1-4. Se observa también una amplitud similar a la simulada (ver gráfico pared sur de dormitorio).

#### 5. Investigación de viviendas con Termografía Infrarroja.

Se estudiaron otras viviendas con Termografía infrarroja, donde se pueden evidenciar las zonas de pérdidas térmicas con mucha claridad. El instrumental utilizado fué puesto a disposición por el equipo de la Universidad Nacional de Salta, consiste en un Scanner infrarrojo Inframetrics modelo 600LEI2C, un monitor y accesorios. Este equipo presenta mayor sensibilidad frente a objetos cuya temperatura oscila en torno a los 20 °C, por lo que es muy apropiado para realizar este tipo de monitoreo. Se hicieron estudios de los muros desde el exterior y el interior de las viviendas. Esta técnica permitió visualizar el comportamiento de 2 soluciones ya probadas por la cooperativa: tratamiento de las cámaras de aire con poliuretano inyectado y ventilación de la cámara de aire de los muros exteriores. La primera mostró uniformidad en la temperatura superficial de la pared exterior. La ventilación en cambio tiene una zona de influencia localizada y muestra que la cámara se enfría en torno al orificio dando diferencias de temperaturas entre el sector donde fué aplicada y el resto de la pared.

#### CONCLUSION

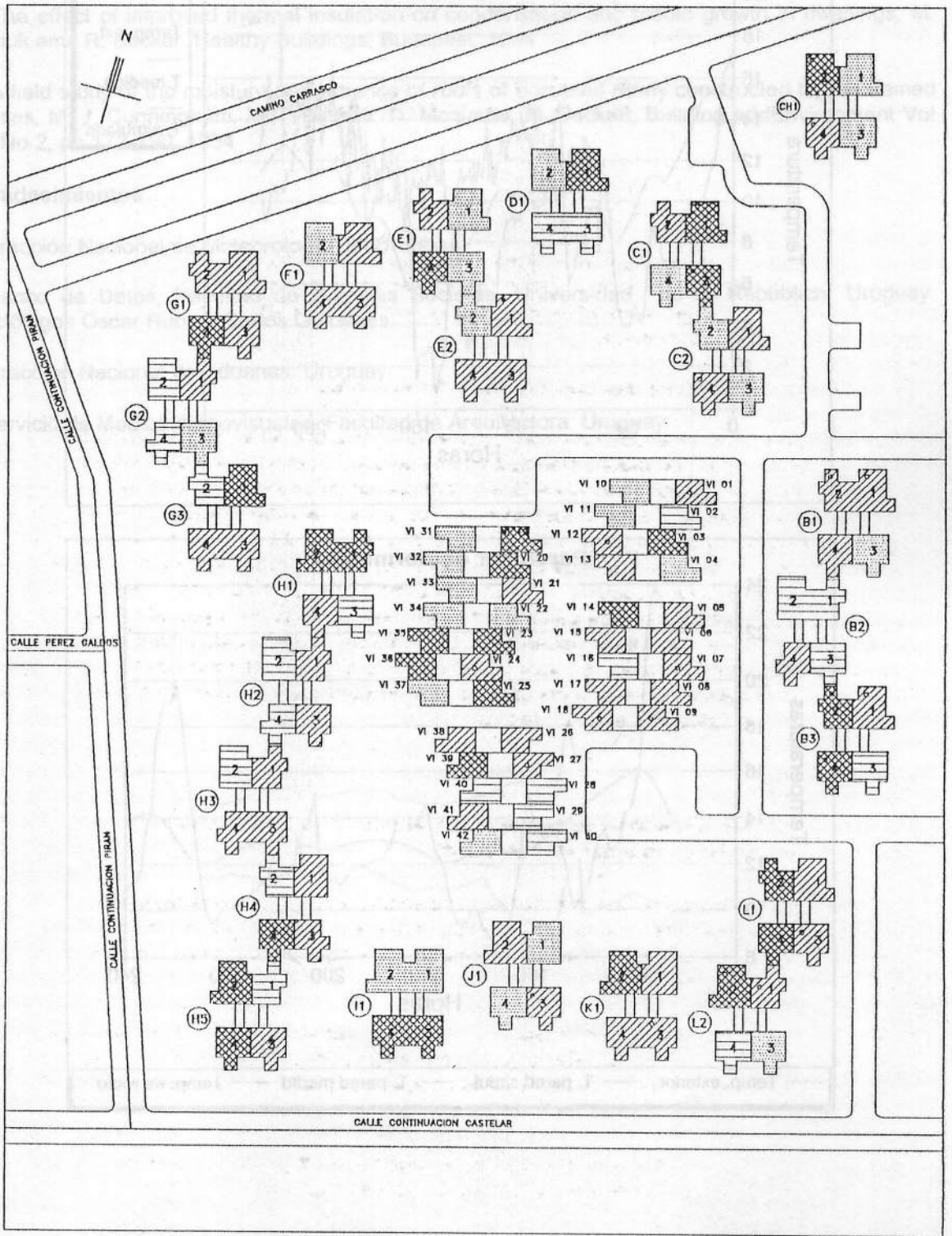
**Cuando el diseño térmico tiene deficiencias, el uso de la vivienda juega un rol fundamental en la generación de problemas de humedad.**

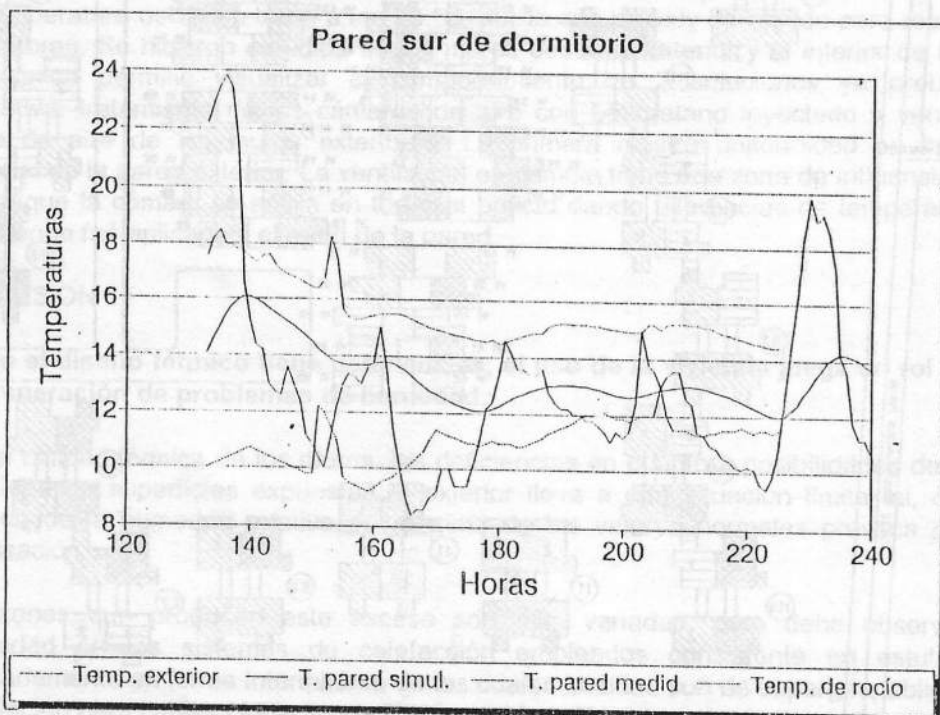
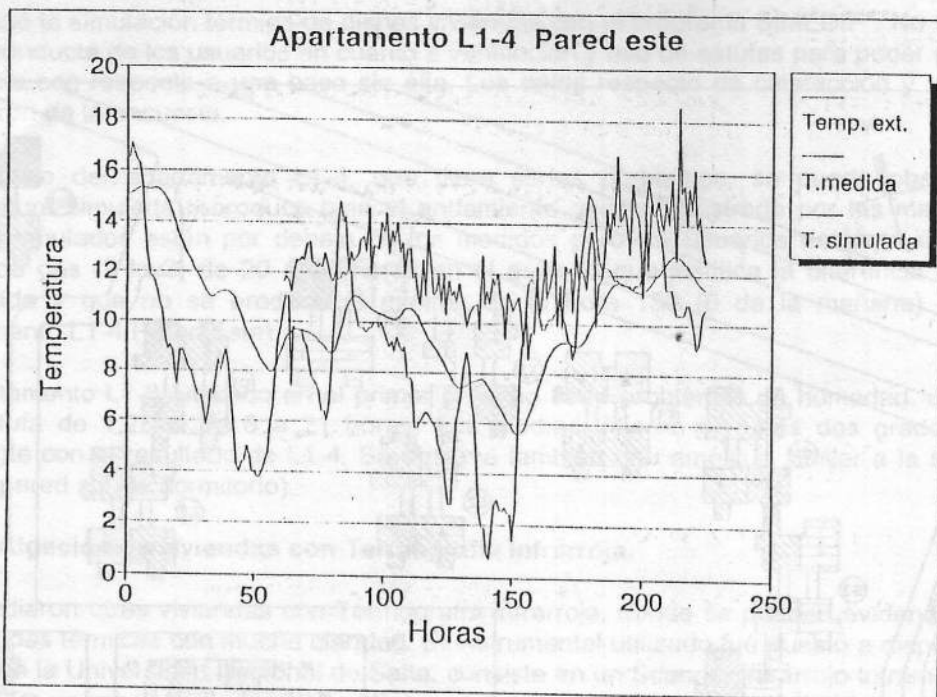
La mala calidad térmica de los muros, las deficiencias en cuanto a posibilidades de ventilación y la cantidad de superficies expuestas al exterior lleva a una situación límite tal, que cualquier elevación de la humedad relativa por encima de los valores normales provoca problemas de condensación.

Las razones que producen este exceso son muy variadas, pero debe observarse que la precariedad en los sistemas de calefacción empleados consistente en estufas utilizadas mayoritariamente en forma intermitente de las cuales la mitad son de supergas, obliga a restringir la ventilación para calefaccionar momentáneamente los ambientes.

Las etapas futuras de esta investigación están orientadas a proponer alternativas realistas para orientar la acción de la cooperativa a la solución de los problemas.

\* INENCO - UNSa





## Bibliografía

1. Moisture evaluation by dynamic thermography data modeling, P.G. Bison, E.G. Grinzato y S. Marinetti, Thermosense XVI, pp 176 - 172, Orlando, F1, USA, 1994
2. The effect of improved thermal insulation on condensation and mould growth in dwellings, M. Paciuk and R. Becker. Healthy Buildings, Budapest, 1994
3. A field study of the moisture performance of roofs of occupied newly constructed timber framed houses, M. J. Cunningham, M.R. Bassett, D. Mcquade, M. Beckett, Building and Environment Vol 29, No 2, pp 173-190, 1994

## Agradecimientos

- Dirección Nacional de Meteorología del Uruguay
- Banco de Datos, Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de la República. Uruguay. Sociólogos Oscar Roba y Carlos Guiraldes.
- Dirección Nacional de Aduanas. Uruguay
- Servicio de Medios Audiovisuales. Facultad de Arquitectura. Uruguay

## Introducción

La energía no es un fin en sí misma y no satisface ninguna necesidad social por sí sola pero combinada con otros productos, contribuye en la satisfacción de todas las necesidades sociales: alimentación, vivienda, transporte, etc. Este papel se juega directamente a través del consumo de energía de ciertos sectores productivos: agricultura, industria, transporte, servicios, etc. [1]. Dentro del sector doméstico, la política nacional es un factor importante que afecta la relación global entre energía final y energía útil así como las relaciones entre las diversas fuentes de energía. Las migraciones del campo a la ciudad, los incentivos para viviendas con comodidades o espaciosas, la prioridad concedida a las nuevas tecnologías y a los materiales locales o los procesos técnicos determinarán los niveles de energía requeridos en la edificación de viviendas y los usos energéticos finales del agua doméstica que habitará los edificios [1].

La política habitacional - que debe poseer objetivos claros y determinados y rentabilidad social [2] - en la provincia de Luján se apoyó en la reducción poblacional, fundamentalmente en las últimas décadas. Posteriormente, por cuestiones de crecimiento y sustitución de población, se volvió a depender de la migración de la zona rural a la ciudad. Este proceso de ocupación del territorio virtualmente se reanuda.

El año inicial de los estudios de construcción de la línea y los efectos de la región motivaron la ocupación de viviendas entre 1984 y 1987 y entre 1988 y 1991, a partir de un lento proceso de recuperación que se inició en la década del '70, logrando superar los niveles de 1955.

Con un incremento de su población del 24,8% en el período interdecenal 1980-1990, la provincia continuaba en el año 1991 el 9% de la población del país. Para el mismo período el Censo de Población y Vivienda demuestró que existían 100 viviendas por casa y "departamento", y se detecta un descenso de viviendas por hectárea. Hubo una variación porcentual de vivienda del 34,5%, 9,7 puntos, superior a la variación poblacional, con un índice de ocupación de 2,9 habitantes por vivienda.

<sup>1</sup> CONICET Investigador Asociado.  
<sup>2</sup> CONICET Investigador Independiente.  
<sup>3</sup> Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (UNLP) Corrientes.