

DETERMINACION DE LAS RELACIONES ENTRE EL CONFORT
TERMICO INTERIOR Y LOS RECURSOS DISPONIBLES POR
EL USUARIO EN LAS VIVIENDAS DE INTERES SOCIAL
EN LA PROVINCIA DE MENDOZA

Lic.Susana Chorén*, Ing.J.L.Cortegoso** - Laboratorio de Ambiente Humano y Vivienda-Centro Regional de
Investigaciones Científicas y Tecnológicas-CONICET-Mendoza.

1. INTRODUCCION:

Esta presentación forma parte del Proyecto de Investigación "VIVIENDA DE INTERES SOCIAL. DEFICIT HABITACIONAL Y HABITABILIDAD HIGROTÉRMICA. EVALUACION Y PROPUESTAS PARA SU COMPATIBILIZACION EN LA PROVINCIA DE MENDOZA" (PID-CONICET), dirigido por el Arq.Carlos de Rosa, finalizado el 31/05/93.

El objetivo principal de este trabajo es conocer la situación de confort térmico en el interior de las viviendas, y las causas que lo determinan. Como parte del proyecto mencionado anteriormente, se realizó una encuesta de las viviendas unifamiliares construidas por el Instituto Provincial de la Vivienda de Mendoza en el período 1977-1987. El universo abarcado por la encuesta es de 5914 viviendas, sobre las que se seleccionó una muestra de 111 casos.

La muestra es representativa de distintos diseños tipológicos, tecnologías constructivas, situaciones climáticas, orientación y mantenimiento de viviendas.

La encuesta abarca 4 zonas climáticas diferentes dentro de la Provincia, en las situaciones extremas de invierno y verano. En ambas estaciones, y para todas las zonas climáticas consideradas, es necesario el acondicionamiento interior (calefacción en invierno y enfriamiento en verano). En el presente trabajo se ha restringido el análisis a la situación de invierno.

2. CONFORT TERMICO:

El confort térmico es, según la norma ASHRAE (1), aquella condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico. Bajo un punto de vista fisiológico, el confort térmico se logra cuando el mecanismo termorregulatorio del organismo trabaja al mínimo.

El confort térmico en el interior de viviendas depende tanto de recursos manejables por el usuario (abrigo, calefacción, uso de las protecciones de ventanas, etc.), como de condiciones no modificables por aquél (clima, orientación de la vivienda, masa térmica, nivel de pérdidas, etc.).

A los fines de la encuesta, se definieron 3 rangos de situación térmica que permitieran a los usuarios calificar su percepción del interior de la vivienda: agradable, fría y muy fría. La situación de confort térmico queda definida por el primero de estos rangos, considerándose a los rangos "fría" y "muy fría" como situaciones de desconfort.

Se requirió la opinión del usuario con respecto a la situación de confort en los siguientes ambientes: estar, cocina y dormitorios, y a partir de dichas respuestas se obtuvo un indicador global para la vivienda.

3. ANALISIS DE LA SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO-DIA:

El 70% de los encuestados consideran que la vivienda es fría (54.9%) ó muy fría (15.3%), y el 30% restante agradable (33 casos). La sensación de confort manifestada no está relacionada con el clima, ya que Malargüe, siendo la zona más fría, comprende un 57% de casos en confort (agradable) y el menor porcentaje de casos en la situación de mayor desconfort (7%).

* Profesional Principal adscripta al CRICYT

** Profesional Principal CONICET

San Rafael, siendo una zona climática mucho más benigna, presenta el menor porcentaje de casos en confort (11.7% agradable).

A partir de los datos encuestados, se intentó conocer cuáles son las variables que tienen más influencia en la situación de confort alcanzada, y por otra parte, si estas variables están relacionadas con características propias de la vivienda ó con actitudes del usuario.

Para ello se utilizó el método de análisis multivariado (2). Este método consiste en hallar relaciones originales entre dos variables, y determinar bajo qué condiciones esas relaciones se mantienen ó acentúan.

Se consideró que el aporte de calor por calefacción, siendo el recurso normalmente utilizado en viviendas no solarizadas, debería ser la variable determinante del confort interior en invierno. Dado que la temperatura interior alcanzada depende no sólo del aporte de calefacción sino también del clima y del nivel de pérdidas de cada tipología, se calculó el consumo necesario teórico (Q) para las 111 viviendas encuestadas, que es la cantidad de kilocalorías diarias que es necesario entregar a cada vivienda para alcanzar la temperatura base de confort.

De esta forma los usuarios se pueden clasificar en dos grupos: los que alcanzan ó superan el aporte de calor necesario y los que realizan un aporte insuficiente.

3.1. Definición de la temperatura base utilizada:

La temperatura de **confort** normalmente utilizada es 18°C, sin tener en cuenta los aportes internos. Calculados el consumo necesario teórico para dicha temperatura base y el aporte de calefacción real para cada vivienda, se observó que solamente en dos casos el aporte real superaba al teórico, siendo insuficiente en el resto (109).

La cantidad de casos comprendida en el primero de los grupos nos dice que la temperatura de base seleccionada no es representativa de la situación térmica en el interior en las viviendas consideradas en la encuesta.

Fue necesario entonces definir una nueva temperatura de referencia que nos permita clasificar a mayor cantidad de usuarios por encima y por debajo de dicho nivel, aún cuando esa temperatura no sea ya una **temperatura de confort**.

Se probó sucesivamente con temperaturas menores, hasta llegar a 10°C; con esta temperatura base, las cantidades de casos involucradas en los grupos por encima y por debajo del consumo necesario teórico son 48 y 63 respectivamente. Esta distribución más homogénea de casos fue considerada satisfactoria, razón por la cual se decidió adoptar dicha temperatura como base.

3.2. Relaciones temperatura interior-confort:

Se calcularon entonces los porcentajes de casos en confort para cada uno de los nuevos rangos de temperatura definidos, con el objeto de verificar la existencia de una relación entre la temperatura interior y el confort:

Cuadro 1: Relación entre Temperatura interior y Confort para la situación de invierno-día:

Temperatura int.	% en confort	Total de casos
+ de 10°C	37.5	48
- de 10°C	23.8	63

(2) H. Hyman. Diseño y análisis de las encuestas sociales. Amorrortu, 1968, Buenos Aires.

Se observa en el Cuadro 1 que existe una relación definida - aunque no muy pronunciada - entre la temperatura interior alcanzada y el nivel de confort. Son las viviendas que alcanzan un nivel más alto de temperatura interior las que agrupan el mayor porcentaje de casos en confort.

El 37.5% de los que superan los 10°C están en confort, frente al 23.8% de los que están por debajo de esa temperatura. La diferencia en los porcentajes de confort (13.7%), atribuible a la diferencia en los niveles de temperatura interior, corrobora la hipótesis planteada.

Si consideramos que solamente en 2 casos se realiza el aporte de calefacción necesario para alcanzar la temperatura de confort (18 oC), y por otra parte que, de acuerdo al total provincial, el 29.7% **manifiesta** estar en confort, podemos concluir lo siguiente:

a) existen otros recursos complementarios al aporte de calor que permiten a los usuarios alcanzar esa situación de confort, ó

b) existe un fenómeno de aclimatamiento que permite manifestar a los usuarios estar en confort, con temperaturas bastante inferiores a 18 oC.

Se analizará en este trabajo la hipótesis planteada en el punto (a), tratando de determinar la influencia de otras variables sobre la relación original Temperatura interior-Confort (Cuadro 1). Estas variables ó factores de prueba, precedentes en el tiempo a la acción de aportar calor y al consecuente confort obtenido, serán especificadas entonces como condiciones bajo las cuáles la relación original podrá ser más ó menos acentuada.

3.3. Especificación de condiciones:

Entre los posibles recursos complementarios a que se hace mención en el punto (a), analizaremos los siguientes: **masa térmica, nivel de ocupación, orientación y nivel de vestimenta.**

3.3.1. Masa térmica:

Se planteó la hipótesis de que la cantidad de masa térmica de la vivienda podría tener influencia en el confort.

Se establecieron dos rangos de masa térmica, alta y baja, en base a los valores de admitancia térmica (directamente proporcional a la masa), que habían sido calculados para las doce tipologías de vivienda involucradas en la encuesta. Se consideraron como viviendas de alta masa térmica aquellas con admitancia mayor ó igual a 45000 W/m².°C, y de baja masa las que están por debajo de dicho valor. Los resultados de introducir la masa térmica como factor de prueba se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 2: Relación entre la temperatura interior y el confort, de acuerdo a la masa térmica.

% en confort		
Masa Térmica	+ de 10°C	- de 10°C
Alta	43.7 (32)	20.0 (35)
Baja	25.0 (16)	28.5 (28)

El aporte de calor es más eficaz en las viviendas con mayor masa térmica (23.7% de diferencia entre aporte máximo y mínimo frente a 13.7% de la relación original); para las viviendas de baja masa térmica la relación desaparece. Se trata de la especificación de una condición bajo la cual es más acentuada la relación temperatura interior-confort. Se habla de "condición" dado que la masa térmica, como variable relacionada con la estructura de la vivienda, antecede a la decisión de calefaccionar.

Observamos que lo que empezó siendo la especificación de una relación entre dos variables a la luz de una tercera (masa térmica), se convirtió al término de nuestro análisis en consideración de cuatro variables. Advertimos que la cuarta variable, **capacidad de almacenamiento de calor**, se introduce para **interpretar**, esto es, para aclarar en detalle el proceso que une a las variables originales.

La masa térmica determina en forma directa la capacidad de almacenamiento de calor de una vivienda, ya sea el aportado por calefacción ó ganancias internas, como el obtenido por ganancias solares.

3.3.2. Nivel de ocupación:

Se planteó la hipótesis que la cantidad de ocupantes de las viviendas podría tener influencia en el confort térmico. Se clasificó a los grupos en numerosos y no numerosos, considerándose como **grupos numerosos los de 6 ó más personas**.

Al introducir el nivel de ocupación como factor de prueba en la relación original, se obtuvieron los siguientes resultados:

Cuadro 3: Relación entre la temperatura interior y el confort, de acuerdo al nivel de ocupación.

% en confort		
Nivel de ocupación	+ de 10°C	- de 10°C
Alto (grupo num.)	37.5 (24)	14.2 (35)
Bajo (gr.no num.)	37.5 (24)	35.7 (28)

En cuanto a su influencia sobre el confort, el aporte de calor es **mucho más eficaz** en las viviendas con nivel de ocupación alto (23.3% de diferencia frente a 13.7% en la relación original).

Seguramente la explicación reside en los mayores aportes internos, tanto de calor metabólico disipado por las personas, como el producido por la cocción de alimentos, calentamiento de agua, iluminación, etc. Este aporte adicional de calor es la **cuarta** variable involucrada al considerar la cantidad de personas por vivienda.

A los fines de comprender la importancia de los aportes internos, mencionemos que el calor metabólico disipado por una persona, varía aproximadamente entre 50 y 200 W/m², dependiendo de su nivel de actividad. Considerando un área media de 1.7 m². y un nivel de actividad equivalente a trabajo liviano (aproximadamente 100 W/m²), el calor entregado por cada persona es igual a 170 W. Si multiplicamos este valor por la cantidad de personas, por ejemplo 7, el aporte interno solamente en concepto de calor metabólico es equivalente al de un calefactor mediano (1200 W).

3.3.3. Orientación:

La orientación se clasificó en buena ó mala según tuviera la vivienda mayor cantidad de aberturas al Norte ó al Sur respectivamente. Los resultados de introducir la orientación como factor de prueba son los siguientes:

Cuadro 4: Relación entre la temperatura interior y el confort, de acuerdo a la orientación

% en confort		
Orientación	+ de 10°C	- de 10°C
Buena	45.8 (24)	29.0 (31)
Mala	29.1 (24)	18.7 (32)

Se observa que, independientemente de la orientación, es la temperatura máxima la que determina el mayor porcentaje en confort.

El aporte de calor es **más eficaz** para las casas bien orientadas, (16.8% de diferencia entre temperatura mínima y máxima, frente a 13.7 % en la relación original), mientras que disminuye para las mal orientadas (10.4% frente a 13.7%). La orientación de las viviendas, aún cuando se trata de viviendas no solarizadas, determina el uso potencial del recurso "energía solar", entendiendo como tal la cantidad de radiación que puede ingresar a través de las aberturas orientadas al norte. La **cuarta variable** involucrada en este caso, es el aprovechamiento sin ningún costo adicional de un aporte de calefacción por buena orientación. Este calor se suma al aporte realizado por el usuario.

3.3.4. Nivel de vestimenta:

Los niveles de vestimenta considerados originalmente en la encuesta son tres: sin abrigo (una camisa), abrigado (un pullover) y muy abrigado (dos ó más pullovers). A los efectos de este análisis se tomarán en cuenta solamente los dos últimos debido a la reducida cantidad de casos involucrados en el primer nivel.

Al introducir el nivel de vestimenta como factor de prueba en la relación original temperatura interior-confort, se obtienen los siguientes resultados:

Cuadro 5: Relación entre la Temperatura interior y el Confort, de acuerdo al nivel de abrigo.

% en confort		
Nivel de abrigo	+ de 10° C	- de 10° C
Abrigado	41.1 (34)	24.4 (45)
Muy Abr.	23.0 (13)	7.6 (13)

Con prescindencia del nivel de abrigo, hay mayores porcentajes de usuarios en confort cuando alcanzan niveles mayores de temperatura.

La relación original Temperatura interior-Confort se acentúa ligeramente en ambos niveles (16.7% y 15.4% de diferencia entre los grupos +10°C y -10°C frente a 13.7% de la relación original).

Por lo tanto, el abrigo es una **especificación de una condición** bajo la cual es más **acentuada** la relación temperatura interior-confort.

Se habla de especificación de una "condición", dado que para el nivel socio-económico al que pertenecen los encuestados, que es en general bajo, es económicamente más viable usar en primera instancia mayor abrigo, utilizando luego la calefacción como un complemento de aquél para alcanzar la situación de confort.

La cuarta variable involucrada es entonces el nivel socio-económico.

4. ANALISIS DE LA SITUACION DE CONFORT EN INVIERNO-NOCHE:

El 77.5% considera que la vivienda es fría ó muy fría, y el 22.5% agradable, lo que indica una situación de mayor disconfort que la diurna.

Nuevamente es necesario encontrar las relaciones pertinentes entre el confort y aquellas variables que lo determinan.

4.1. Relaciones temperatura interior-confort:

Planteamos la misma hipótesis que para la situación diurna, esto es, la existencia de una relación original entre la temperatura interior alcanzada y el confort. Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 6: Relación entre temperatura interior y el confort nocturno:

Temp.interior	% en confort	Total de casos
+ de 10°C	27.0	48
- de 10°C	19.0	63

Existe una relación entre la temperatura interior alcanzada y el confort nocturno; esta relación es sustancialmente menor que en la situación diurna (8% frente a 13.7%).

Aunque la relación no es notable, analizaremos si se acentúa bajo determinadas condiciones.

4.2. Especificación de condiciones:

Teniendo en cuenta las mismas consideraciones realizadas para la situación de invierno-día, analizaremos cuáles son los recursos complementarios para alcanzar el confort nocturno. En este caso las variables a considerar serán: masa térmica, protecciones exteriores, ropa de cama y nivel de ocupación.

4.2.1. Masa térmica:

Los resultados de introducir la masa térmica como factor de prueba se observan en el siguiente cuadro.

Cuadro 7: Relación entre la temperatura interior y el confort nocturno, de acuerdo a la masa térmica.

% en confort		
Masa Térm.	+ de 10°C	- de 10°C
Alta	31.2 (32)	14.2 (35)
Baja	18.7 (16)	25.0 (28)

Se observa que el aporte de calor es más eficaz en las viviendas con mayor masa térmica (17.0% de diferencia entre aporte máximo y mínimo frente a 8% de la relación original). Para las viviendas de baja masa térmica la diferencia desaparece. Se trata nuevamente de la especificación de una condición, dado que la masa térmica es antecedente de la decisión de calefaccionar.

La cuarta variable involucrada es la mayor capacidad de almacenamiento de calor durante el día en las viviendas con mayor masa térmica, lo que se traduce en una situación de mayor confort durante la noche.

4.2.2. Protección exterior:

Se definieron niveles de protección muy aproximados de la siguiente manera:

Vivienda con protección: aquella que tiene algún tipo de protección exterior en todos los ambientes.

Vivienda sin protección: las que carecen de protección exterior en algunos ó todos sus ambientes.

Las protecciones exteriores de las viviendas se consideran sólo en el análisis de la situación nocturna, suponiendo que es durante la noche cuando están cerradas y por consiguiente son efectivas.

En el cuadro 8 se muestran las relaciones parciales para los dos niveles de protección considerados. La diferencia se acentúa en forma muy marcada para las viviendas protegidas (16.2% frente a 8%), mientras que desaparece totalmente para las viviendas sin protección. Nuevamente estamos en presencia de una especificación de una condición bajo la cual es más efectivo el nivel de temperatura alcanzado a través del uso de calefacción (el cierre de las protecciones antecede en el tiempo al uso de calefacción nocturna).

La cuarta variable involucrada en este caso es la reducción en las pérdidas a través de la envolvente de las viviendas, debida al uso de protecciones en todas las aberturas.

Cuadro 8: Relación entre la temperatura interior y el confort, de acuerdo con el nivel de protección exterior.

% en confort		
Protección	+ de 10°C	- de 10°C
Con prot.	31.5 (19)	15.3 (13)
Sin prot.	24.1 (29)	20.0 (50)

4.2.3. Ropa de cama:

Se observa en el cuadro 9 que la única relación parcial que se ha incrementado es la correspondiente a una manta (15.9% frente a 8% en la relación original). Se desestima el caso correspondiente a una manta por la poca cantidad de datos. El nivel de abrigo más alto es una especificación de condición para la relación temperatura interior y confort nocturno.

Cuadro 9: Relación entre la temperatura interior y el confort de acuerdo a la cantidad de ropa de cama.

% en confort		
Ropa de cama	+ de 10°C	- de 10°C
4 mantas	23.0 (13)	7.1 (14)
3 mantas	10.5 (19)	9.0 (22)
2 mantas	42.8 (14)	33.3 (24)
1 manta	100.0 (2)	33.3 (3)

4.2.4. Nivel de ocupación:

Al igual que para la situación de invierno-día, se introdujo la cantidad de ocupantes por vivienda como factor de prueba en la relación temperatura interior-comfort nocturno. Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 10: Relación entre la temperatura interior y el confort nocturno de acuerdo a la cantidad de ocupante

% en confort		
Niv.ocup.viv.	+ de 10°C	- de 10°C
Alto (gr.num.)	25.0 (24)	11.4 (35)
Bajo (gr.no n.)	29.1 (24)	28.5 (28)

El aporte de calor es más eficaz en las viviendas ocupadas por grupos familiares numerosos (13.6% de diferencia frente a 8.0% en la relación original).

5. CONCLUSIONES:

- Es bajo el porcentaje de usuarios que manifiestan estar en confort térmico tanto en invierno-día (29.8%) como en invierno-noche (22.5%).
- La temperatura interior por calefacción es inferior a 18°C para casi todas las viviendas e inferior a 10°C para más de la mitad de ellas.
- La variable que tiene más influencia en la situación de confort es la temperatura interior por calefacción.
- Los recursos complementarios al aporte de calor son los siguientes, por orden de eficiencia:

INVIERNO-DIA			INVIERNO-NOCHE		
Condición	Parcial	Original	Condición	Parcial	Original
1) Masa térmica alta	23.7%	13.7%	1) Masa térmica alta	17.0%	8.0%
2) Grupo numeroso	23.3%	13.7%	2) Con prot.exterior	16.2%	8.0%
3) Orientación buena	16.8%	13.7%	3) Con cuatro mantas	15.9%	8.0%
4) Nivel de abrigo	16.7%	13.7%	4) Grupo numeroso	13.6%	8.0%

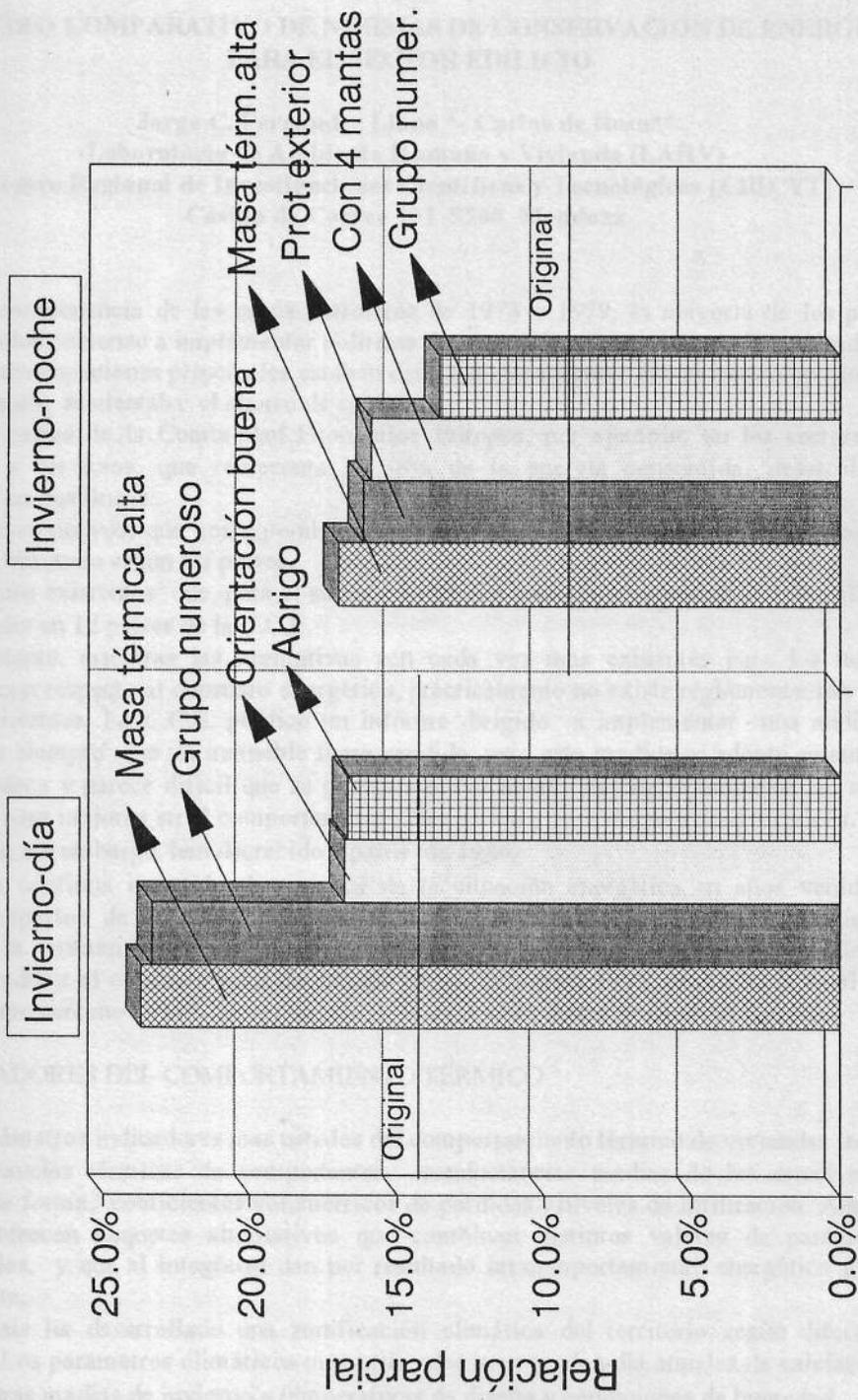
Estos recursos se suman al recurso principal que es la temperatura interior por calefacción. Si bien no es posible conocer el incremento de temperatura atribuible a cada uno de ellos, a partir de este ordenamiento podemos determinar la importancia relativa de los distintos recursos.

Referencias:

- (1) American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers: Thermal comfort conditions. ASHRAE Standard 55-66, New York 1966. Citado por P.O.Fanger, Thermal Comfort, 1970, p.3.
- (2) H.Hyman. Diseño y análisis de las encuestas sociales. Amorrortu, 1968, Buenos Aires.

SITUACION DE CONFORT INTERIOR

Eficiencia de recursos utilizados



Recursos secundarios