2.2. ANÁLISIS DE LA CASA 2

2.2.1. Descripción General de la Vivienda:

La casa Nº 2 fue diseñada por el Arquitecto A. Barbas y construida en 1957 por el Aparejador José Sagallo Guerrero. Se sitúa en la Comarca del Garraf, en la población de Vilanova i la Geltrú, aproximadamente a 150 m. de distancia del mar y en una zona de tipo residencial, donde también se encuentran algunos hoteles. Está ubicada en un entorno urbano, sobre el paseo marítimo Ribes Roges.

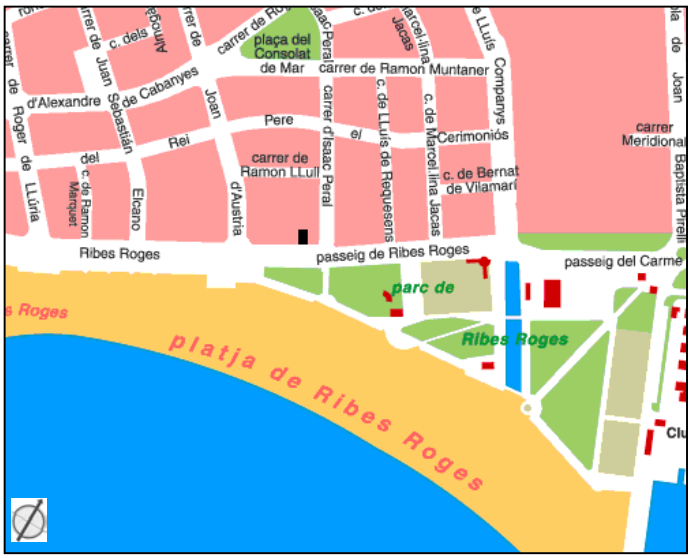


Fig. 75 Plano de Ubicación de la Casa 2 en Vilanova i La Geltrú.

Se trata de una vivienda aislada de segunda residencia, cuya parcela tiene más de 150 $m^{2.}$ El área de construcción no supera los 90 m^2, aunque en el segundo piso se construyó un apartamento que es alquilado temporalmente y en conjunto ocupan un área constructiva de 160m^2. Como puede verse en el plano, tiene tres dormitorios, un lavabo, la cocina, la sala y el comedor; además de una terraza o porche en la fachada orientada al sur, un núcleo separado para guardar herramientas o depositar trastes al noroeste de la parcela y un espacio **adosado** a la fachada norte de la vivienda para el cuarto de máquinas.

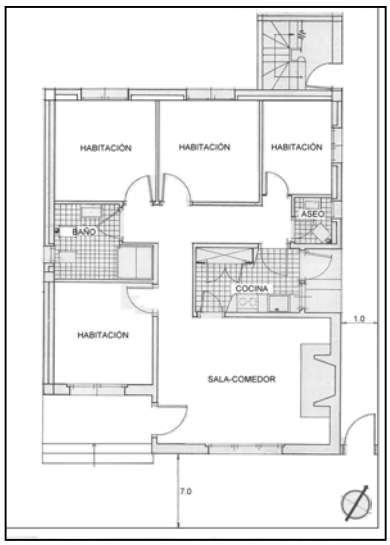


Fig.76 y 77. Planta y fachada Sur original de la casa 2

Esta vivienda se encuentra totalmente adosada al terreno, aunque en realidad el forjado sanitario relleno de cascotes cerámicos de 0,3m de alto se ha construido sobre unos cimientos a base de mampostería de hormigón. Las paredes exteriores están conformadas por una doble hilera de mampostería cerámica con cámara de aire en su interior, mientras que las paredes interiores están construidas con una sola línea de ladrillo hueco. En cuanto a la cubierta de la planta baja, debemos señalar que se trata de un forjado de viguería de hormigón armado y bovedilla completamente ocupado por la vivienda en alquiler, mientras que la cubierta de ésta es a dos aguas cubierta con teja árabe. Hay que agregar que en el proyecto inicial se contemplaba la construcción de las dos plantas, pero se han hecho algunas modificaciones para acondicionarla a las nuevas necesidades. Por ejemplo, se eliminó una habitación y ésta se convirtió en el comedor actual; se construyó un garaje y una sala de máquina y la Fig.76 y 77.

2.2.2. Comportamiento Ambiental en Primavera:

2.2.2.1. Comportamiento Higrotérmico:

- **Temperatura ambiente:**

Según la gráfica de temperatura media de la casa 2, en la cual se representan los valores medios interiores con los registrados en el exterior y los del Centro Meteorológico de Vilanova i la Geltrú (CMVG), hay una diferencia máxima de casi 3º entre el interior y el centro, mientras que entre los valores del interior y los del entorno es aproximadamente de 2ºC.

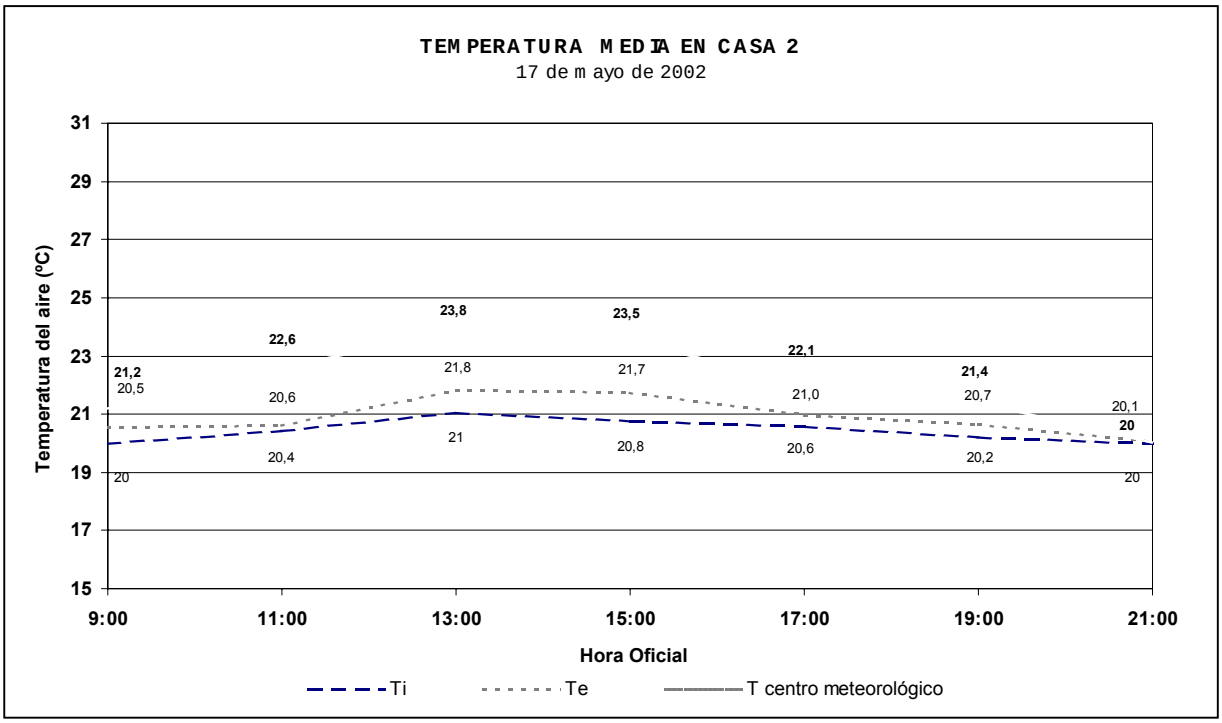


Gráfico 49. Temperatura del interior (Ti) y la parcela (Te) de la casa dos comparadas con la temperatura del día según el centro meteorológico

También, se puede notar que durante la última medición prácticamente no se presentan diferencias, ya que en los tres casos la temperatura se ubica entre 20ºC y 20,1ºC. En cuanto a las variaciones diarias, según la información suministrada por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú, la temperatura exterior varía en 3,7ºC, mientras que la tomada en el sitio varía solamente en 1,7ºC. La temperatura interior se mantiene aún más estable pues sólo varía 1ºC.

Según los valores de la gráfica de la Te, que específicamente se refiere a la temperatura registrada en los distintos jardines, la máxima variación térmica diaria es de 2ºC y corresponde al **jardín sur**. En cuanto a la menor variación diaria, esta la presenta el **jardín oeste**, con 1,4ºC. El **jardín sur** es el que presenta las temperaturas más elevadas a lo largo de todo el día, con una mínima de 20,3ºC y una máxima de 22,4ºC. Mientras que el **jardín norte** de la parcela es el que muestra los niveles más bajos durante todo el día, a excepción de las 9:00h, cuando el **jardín lateral este** y el **oeste** marcan temperaturas inferiores a

los 20,5ºC. En el **jardín norte** tiene lugar la temperatura mínima del día, esto ocurre a las 21:00h, con un valor de 19,8ºC.

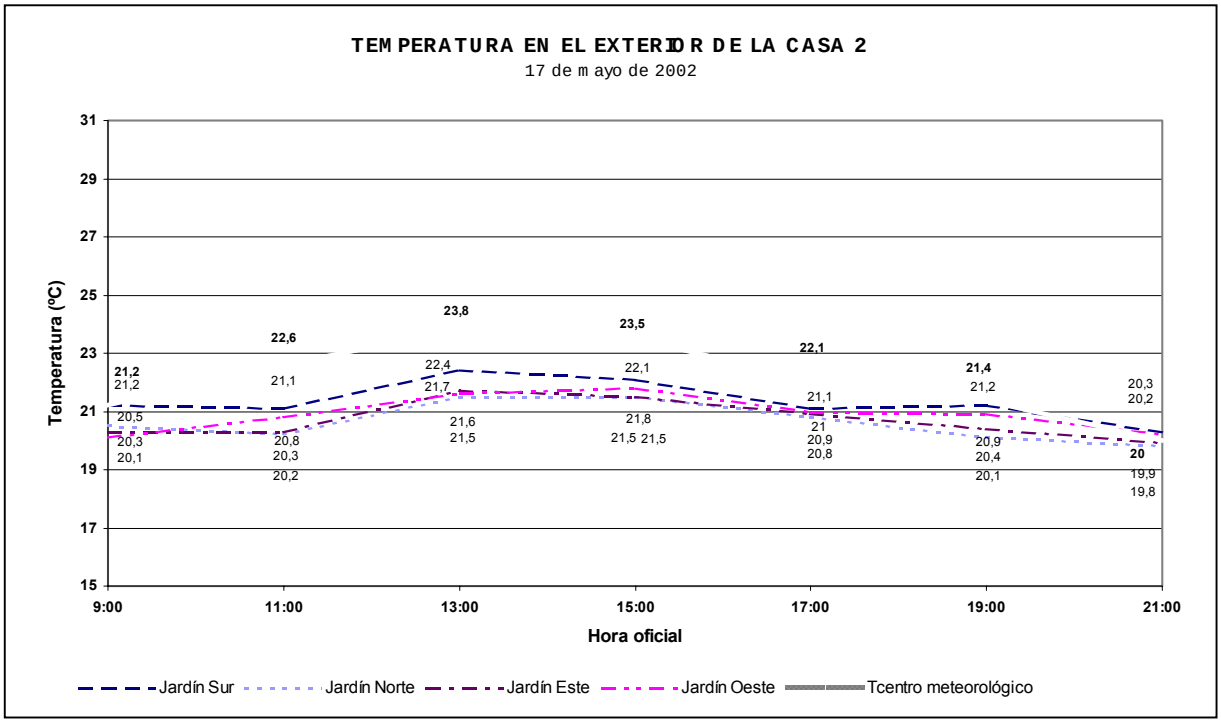


Gráfico 50. Curvas de temperatura de cada jardín de la casa dos junto a la temperatura según el CMVG

Analizando por separado cada uno de los jardines, se observa que en el **sur** se da una inapreciable reducción de la temperatura entre las 9:00h y las 11:00, luego asciende al nivel máximo del día, a las 13:00h, y, a partir de este momento, empieza a descender primero de forma muy leve a las 15:00h, ya que apenas son 0,3ºC deducidos, pero que a las 17:00h ya es 1ºC menos. No obstante la temperatura asciende 0,1º a las 19:00h para bajar a los 20,3ºC de las 21:00h.

El **jardín oeste** se comporta de un modo diferente al anterior, ya que éste mantiene un ascenso continuo desde la primera hasta la cuarta medición, momento en el que empieza a descender de forma irregular. En la curva se ve claramente que el punto de $T_{máx}$, a diferencia de los otros jardines, se produce a las 15:00h. La curva del **jardín este** evidencia un comportamiento distinto a los anteriores, ya que durante las dos primeras mediciones la Te se mantiene estable, pero entre las 11:00h y las 13:00h se eleva en 1,5ºC y, al mismo tiempo, alcanza su $T_{máx}$. A partir de este momento, el descenso es prácticamente constante hasta alcanzar 19,9ºC a las 21:00h.

Como se ha mencionado anteriormente el **jardín norte,** ubicado en la parte posterior de la vivienda, es el que presenta los niveles de temperatura más bajos. La temperatura disminuye de 20,5ºC a 20,2ºC, entre las 9:00h y las 11:00h, pero a las 13:00h experimenta un incremento de 1,3º y mantiene los mismos 21,5ºC a las 15:00h. A partir de esta medición, empieza a decrecer hasta alcanzar 19,8ºC a las 21:00h.

En la gráfica siguiente, observamos que la Ti de la casa 2 en un día típico de primavera oscila entre 19,7 y 22ºC, variando cerca de 2ºC a lo largo del día, lo cual nos indica que la temperatura ambiente es más o menos estable. Todas las áreas de la casa registran los niveles más elevados a las 13:00h, mientras que los más bajos se dan a las 9:00 y 21:00h.

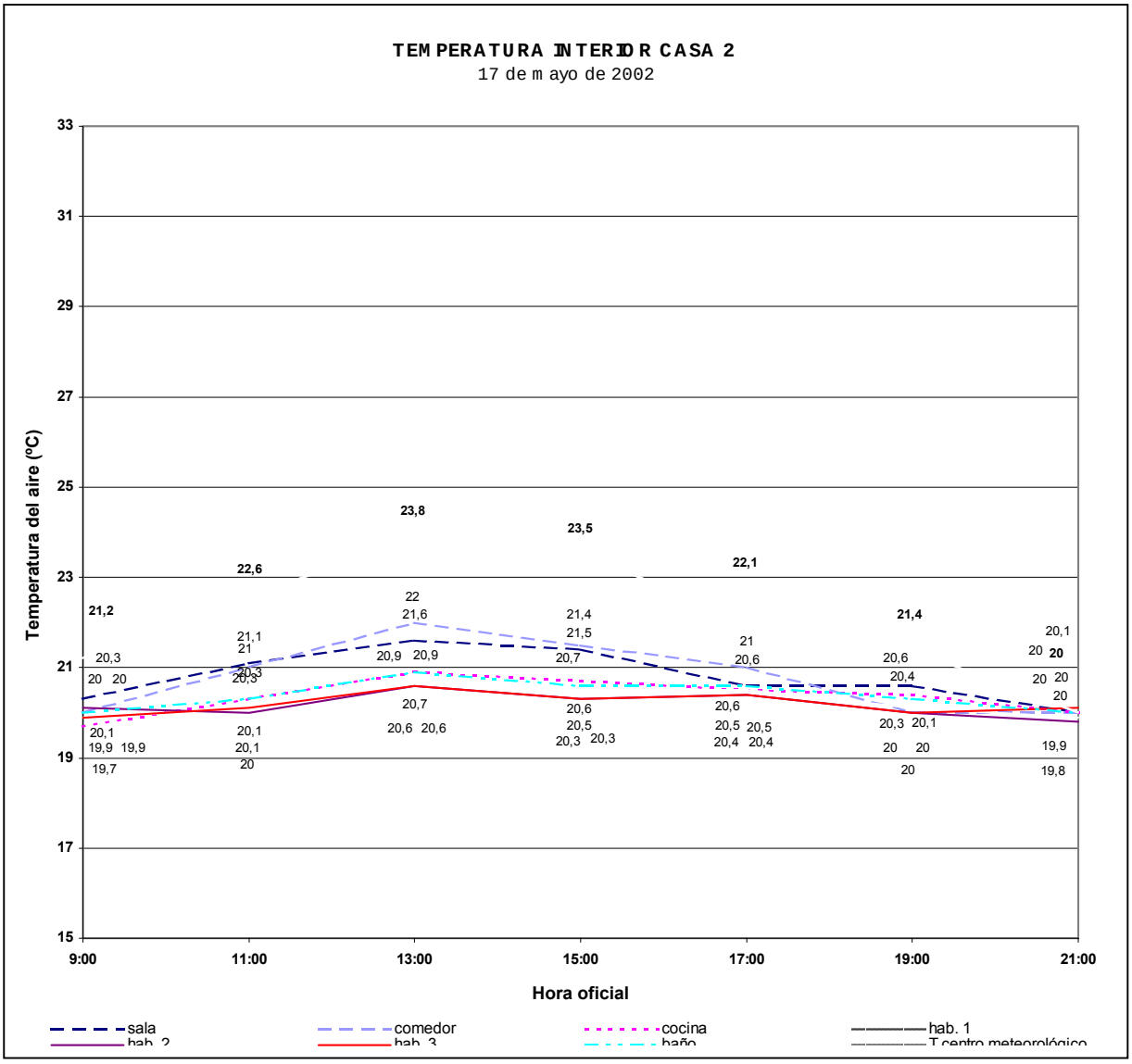


Gráfico 51. Curvas de temperatura de cada espacio de la casa dos junto a la temperatura exterior según el CMVG

Tanto en la **sala** como en el **comedor** tienen lugar las temperaturas más altas y la mayor variación diaria, de 1,5ºC y 2ºC respectivamente, mientras las **hab. 2**, **3** y la **1**comportan los niveles más bajos a lo largo de todo el día. Además, son las que menos varían, 0,8ºC, 0,7ºC y 0,8ºC, respectivamente. Por su parte, el **baño** y la **cocina** presentan curvas muy similares a las hab., donde la diferencia máxima observada es 0,4ºC.

De acuerdo con estos datos de Ti podríamos afirmar que esta vivienda se ubica dentro de la zona de bienestar indicada para la primavera; sin embargo, es necesario contrastar estos datos con

los de la Tr, HR y Vv. Además, se requiere tomar en cuenta la escasa diferencia entre los valores de la Ti y Te. De hecho, si se observa la gráfica y se comparan los valores de la temperatura de cada uno de los espacios de la casa dos con los de la Te según el CMVG, podemos ver que las diferencias van de 0ºC a 3,2ºC.

Como hemos visto, durante el equinoccio de primavera, la Ti varía muy poco a lo largo del día, aunque en su contorno más próximo la variación diaria es un poco mayor. En efecto, durante el día, la Ti se mantiene por debajo de la Te de la parcela y de la medida por el CMVG, pero hay que señalar que la diferencia no es muy marcada. Este comportamiento se puede explicar por las características y propiedades físicas de los materiales constructivos de la edificación, los que por su elevada conductividad no conservan ni acumulan las ganancias térmicas. También por las condiciones de implantación, ya que ésta se encuentra adosada al terreno lo que hace que no se experimenten variaciones térmicas significativas. Igualmente, otros aspectos que influyen son la ventilación, la Tr, la HR e incluso la presencia de elementos que obstaculizan la radiación solar.

- **Humedad relativa:**

De acuerdo a lo observado en la siguiente gráfica, los valores de la HR en el interior y en la parcela de la casa 2 son mayores que los datos suministrados por el CMVG. No obstante, las tres curvas son muy similares; presentan dos $HR_{máx}$, uno a las

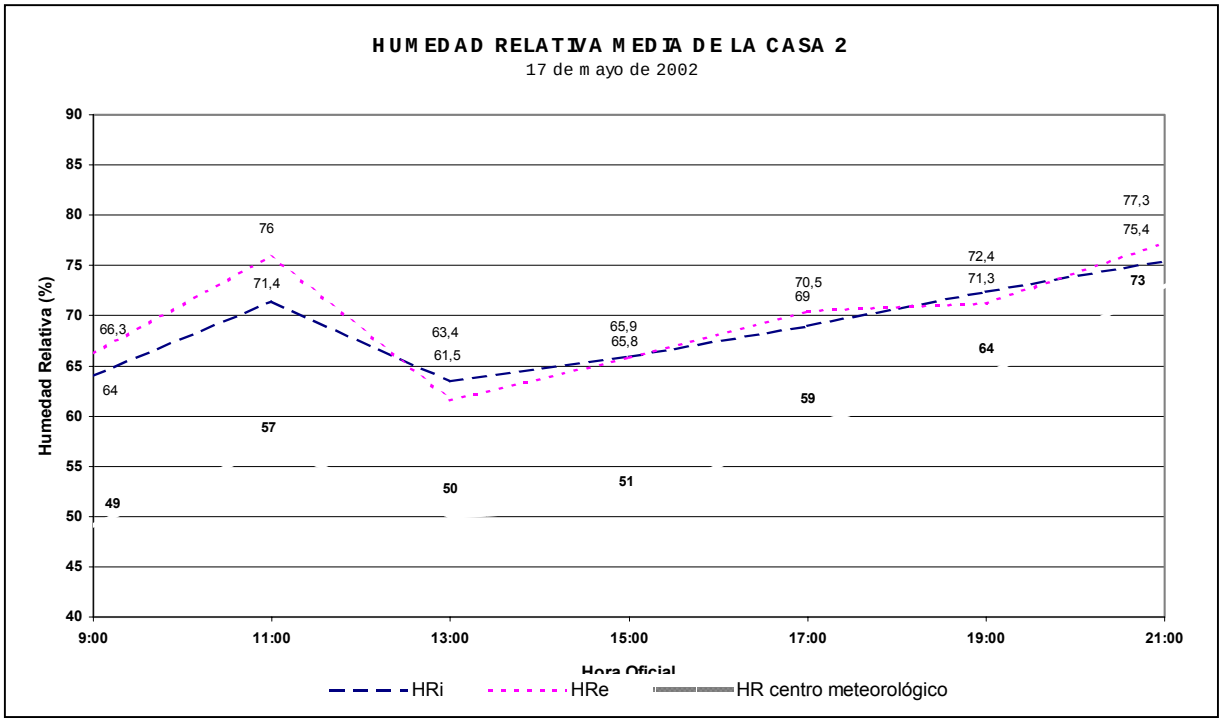


Gráfico 52. Valores medios de humedad relativa interior (HRi) y exterior (HRe) de la casa dos y la humedad relativa del día según el CMVG

11:00h y otro a las 21:00h, y también dos % de $HR_{mín}$, a las 9:00h y 13:00h.

Se aprecia que los valores medios de la HR en la parcela y en la vivienda son muy semejantes, las diferencias son apenas de 0,1 a 4,6%, pero no llegan a coincidir en ningún momento. Por otra parte, las diferencias entre los valores de estas curvas y los reseñados por el CMVG son más significativas. En efecto, mientras la HR medida por el CMVG oscila entre un 49% a un 73% de HR, los % en la vivienda y en su parcela van de un 63,4 a un 75,4%, en la primera y, un 61,5 a un 77,3%, en la segunda.

La HR en la parcela, de acuerdo a los datos obtenidos en las mediciones realizadas en los jardines, fluctúa entre el 59 y el 78%, correspondiendo éstos a los valores de $HR_{máx}$ y $HR_{mín}$ del día 17 de mayo de 2002. Todos los jardines presentan unas curvas semejantes, en las cuales las $HR_{máx}$ se anotan a las 11:00 y 21:00h, mientras las $HR_{mín}$ se muestran a las 13:00h, como se puede ver en el gráfico.

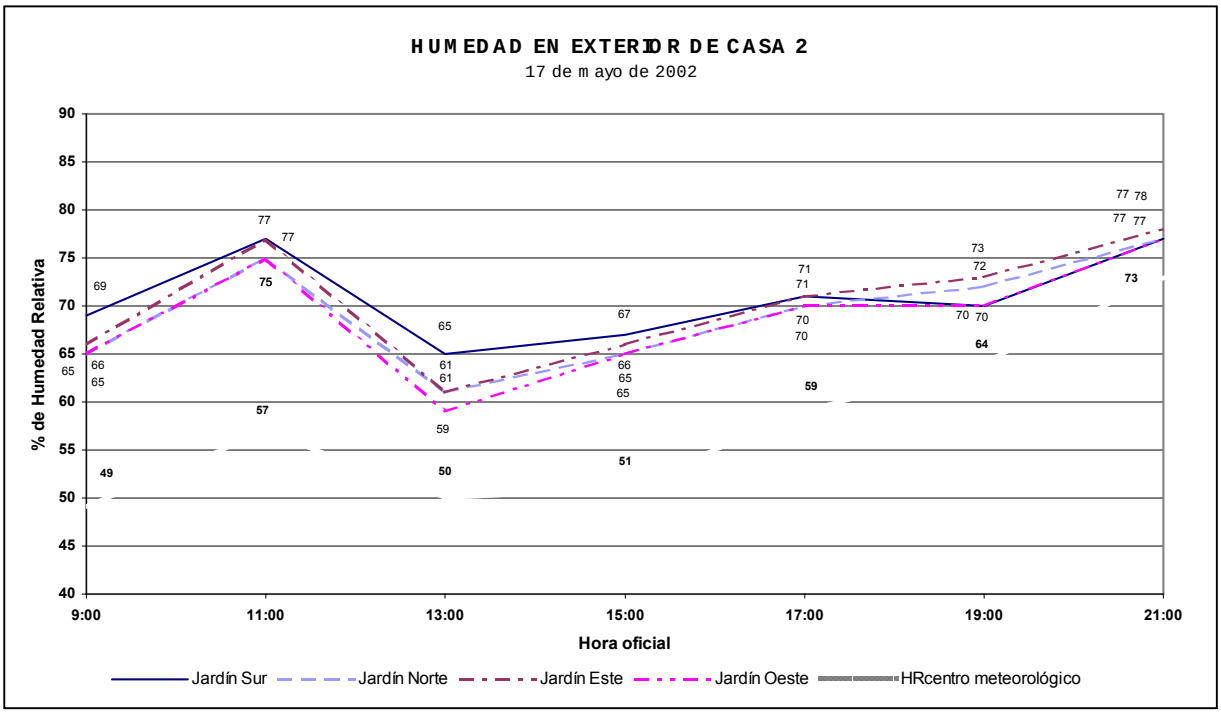


Gráfico 53. Curvas de humedad relativa de los cuatro jardines de la vivienda dos y del centro meteorológico

Durante las primeras cinco mediciones, el **jardín sur** es el que registra los niveles de $HR_{máx}$, aunque el **jardín este** marca el mismo %HR a las 11:00 y a las 17:00h. Después de esta medición, tiene los niveles más elevados a las 19:00 y a las 21:00, siendo este jardín el que alcanza el nivel de $HR_{máx}$ de 78%. En contraposición, el **oeste** es el que presenta las cifras inferiores de HR durante todos los registros realizados, aunque el **norte** muestra los mismos %HR a las 9:00, 11:00, 15:00, 17:00 y 21:00h.

En el análisis de la HRi de la casa dos, tenemos que destacar que hay una tendencia general al aumento del %HR a lo

largo del día; a pesar de las variaciones ocurridas entre las 9:00h y las 13:00h, que hacen que encontremos las HR más bajas a las 9:00h o 13:00h y que se reconozcan dos picos de HR, uno a las 11:00h y otro a las 21:00h.

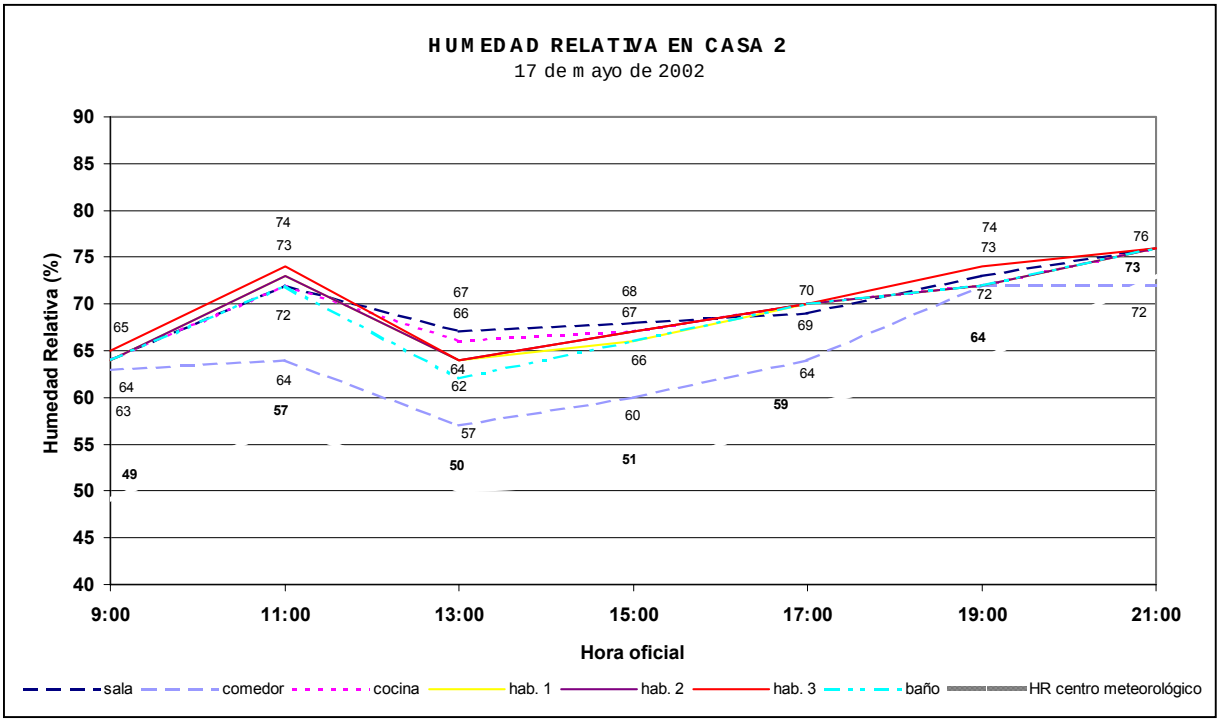


Gráfico 54. Comparación de la humedad relativa de los diferentes espacios de la casa dos y del CMVG

En el **comedor,** el % de HR varía entre 57 y 72%, marcando los valores más bajos en casi todas las mediciones. Sin embargo, es el espacio donde se produce el mayor incremento entre una medición y otra, mientras apenas se modifica en 1% entre las 9:00 y las 11:00h y mantiene los mismos valores entre las 19:00 y 21:00h.

La **hab.3** es la que indica los valores más altos y, al mismo tiempo, es el espacio que más varía entre una medición y otra, pasando de un 65% a las 9:00h a un 74% a las 11:00h y luego a un 64% a las 13:00. Por su parte, el área de la casa que menos varía es la **sala**. En efecto, el %HR va de un 64 a un 72% en las primeras mediciones, pero luego se mantiene entre el 67 y el 69% desde las 13:00h hasta las 17:00h, y a las 21:00 cuando alcanza nuevamente un 72% de HR.

Ahora bien, tomando en cuenta las condiciones interiores de bienestar higrotérmico y de acuerdo con el RITE [Neila, 2000, Vol. III, p.12], la HR de todos los espacios de la casa dos, en casi todas las mediciones, superan el 60% establecido como límite máximo. Aunque, de acuerdo a las gráficas de bienestar de Olgyay, Givoni, e incluso la de Neila [2000, Vol. III, p.12] , la mayor parte de los recintos puede resultar más que húmeda, un tanto fría, requiriendo de un control de las condiciones

térmicas mediante unas determinadas ganancias de calor. Igualmente, se puede afirmar que este problema es más significativo en las habitaciones, el baño y la cocina.

En base a estos resultados, también podemos sostener que tanto los datos del interior como de los jardines se encuentran dentro del rango de confort. Sin embargo, como no hay diferencias significativas entre el interior y el exterior de la vivienda, puede suceder que cuando los valores de la Te y la HRe en la parcela se alejen de la ZC, los valores del interior se modifiquen y demanden medidas necesarias para aportar energía calórica y de este modo incrementar la Ti en los diferentes recintos de la casa 2 hasta niveles considerados como de confort.

En función de estos resultados, debemos decir que, resulta preocupante ver, que tanto en lo relacionado a la Ta como a la HR en la casa 2

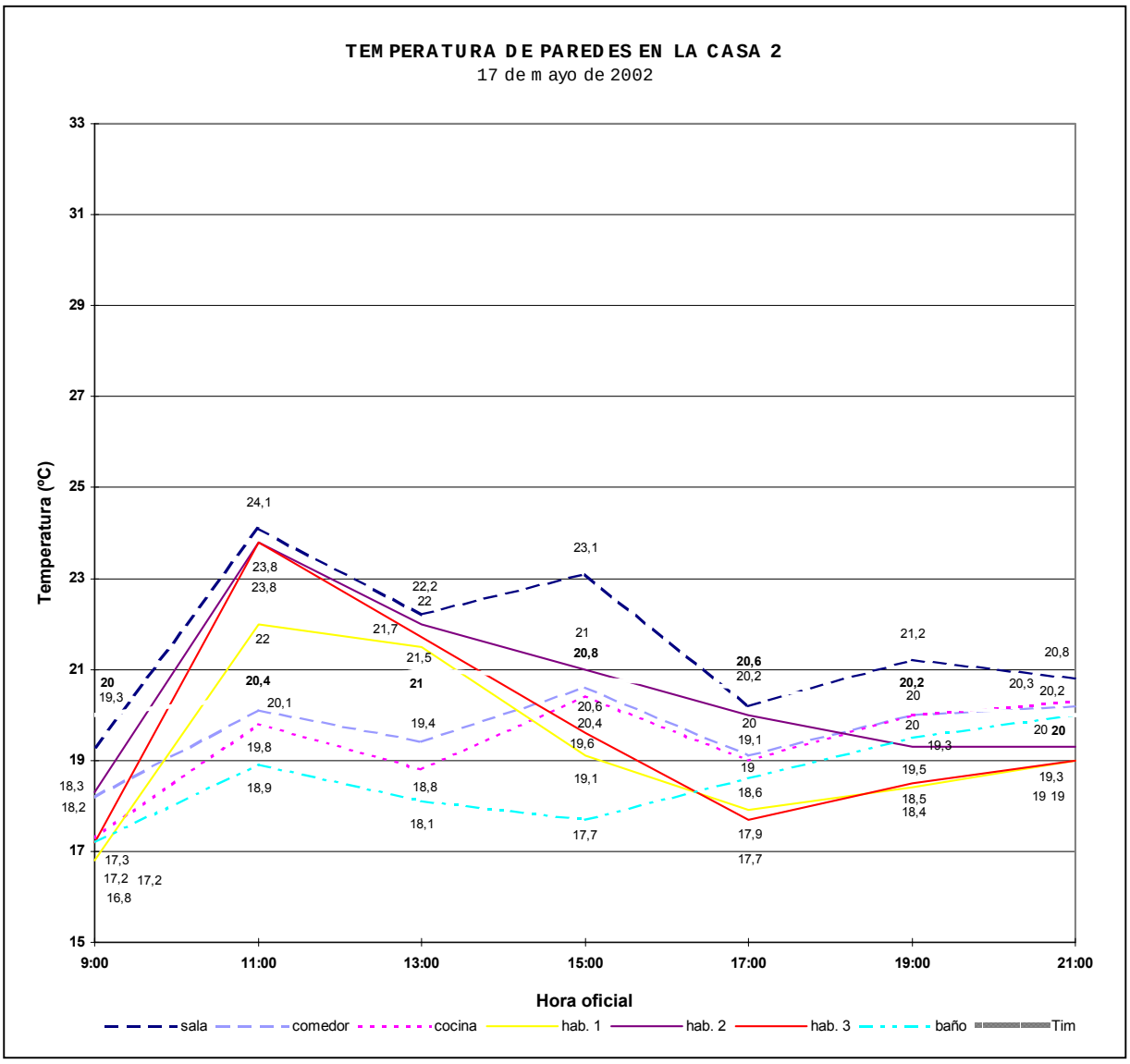


Gráfico 55. Comparación entre las temperaturas de las paredes de la casa dos y la temperatura interior media (T_{im})

durante un día típico de primavera, los datos del interior y de los jardines resultan tan similares, a pesar de que estos mismos datos no se alejan, en gran medida, de los valores considerados como de confort. En todo caso, como ya se ha mencionado se hace necesario buscar las medidas necesarias para aportar energía calórica y de este modo incrementar la Ti en los diferentes recintos de la casa dos.

- **Temperatura radiante:**

En la casa 2, como se detalla en la gráfica siguiente, existen ciertas diferencias entre las curvas de temperatura de las paredes de los diferentes espacios de la vivienda, aunque también se dan ciertas similitudes entre algunas de ellas. Por ejemplo, la mayor parte de ellas muestran que a las 11:00h es cuando mayor radiación se emite de las paredes al interior; si bien, en diferentes intensidades, la hora de menor radiación térmica es a las 9:00h, oscilando entre los 16,8ºC y los 19,3ºC de acuerdo a la orientación de la superficie. Además, durante las tres últimas mediciones los niveles se mantienen relativamente estables, es decir, sin una variación significativa entre un registro y otro.

Se observan cuatro zonas con comportamientos térmicos distintos. La **sala**, por ejemplo, muestra las cotas más elevadas en todas las mediciones; la $Tp_{mín}$ es 19,3ºC y la $Tp_{máx}$ 24,1ºC. Es necesario decir que estos valores tan dispares se dan en la primera y segunda medición del día, mientras que durante los demás registros la temperatura permanece muy variable, continuamente aumentando y disminuyendo la temperatura de las paredes.

Las **tres habitaciones** constituyen otro grupo, por cuanto presentan un comportamiento muy similar en el transcurso de las mediciones, aunque en la **hab. 1** se marcan los niveles de $Tp_{mín}$ (16,8º y 17ºC, a las 9:00 y 13:00h respectivamente). En estas tres habitaciones se produce un cambio significativo de las temperaturas anotadas en la primera, segunda y tercera medición; de hecho, se registra una variación térmica aproximada de 6ºC, entre las 9:00h y las 11:00h, y de 5ºC, entre las 11:00h y las 13:00h. En las siguientes registros, las Tp se mantienen entre los 17,5ºC y los 19,5ºC.

Foto 88. Vista de la vivienda desde el Sureste de la parcela

El tercer grupo lo conforman la **cocina** y el **comedor**, que conserva la temperatura radiante entre los 17ºC y 20,6ºC. Las curvas nos muestran la variabilidad de su comportamiento a lo largo de todo el día, ya que se dan cambios de hasta 2,5º entre hora y hora. También observamos que los niveles de temperatura más elevados tienen lugar a las 15:00h, a diferencia de las otras áreas de la casa 2 donde se producen a las 11:00h.

La última de las zonas térmicas está conformada por el **baño**, cuya temperatura de radiación se mantiene entre los 17ºC y 20ºC, con una variación térmica máxima de 1,7º y una variación

mínima de 0,4º entre una hora y otra. La variación máxima se da entre las 9:00h y las 11:00h y, a partir de este momento, empieza a disminuir hasta las 15:00h cuando se irradia una temperatura de 17,7ºC, pero luego empieza a aumentar de una forma prácticamente constante hasta alcanzar los 20ºC a las 21:00h.

Por otra parte, si se observan las siguientes gráficas de las temperaturas del suelo y del techo en el interior de la casa 2, podemos ver que la mayoría de los valores de las temperaturas del suelo se encuentran por encima de la temperatura ambiente interior, mientras que la cubierta muestra unas temperaturas que

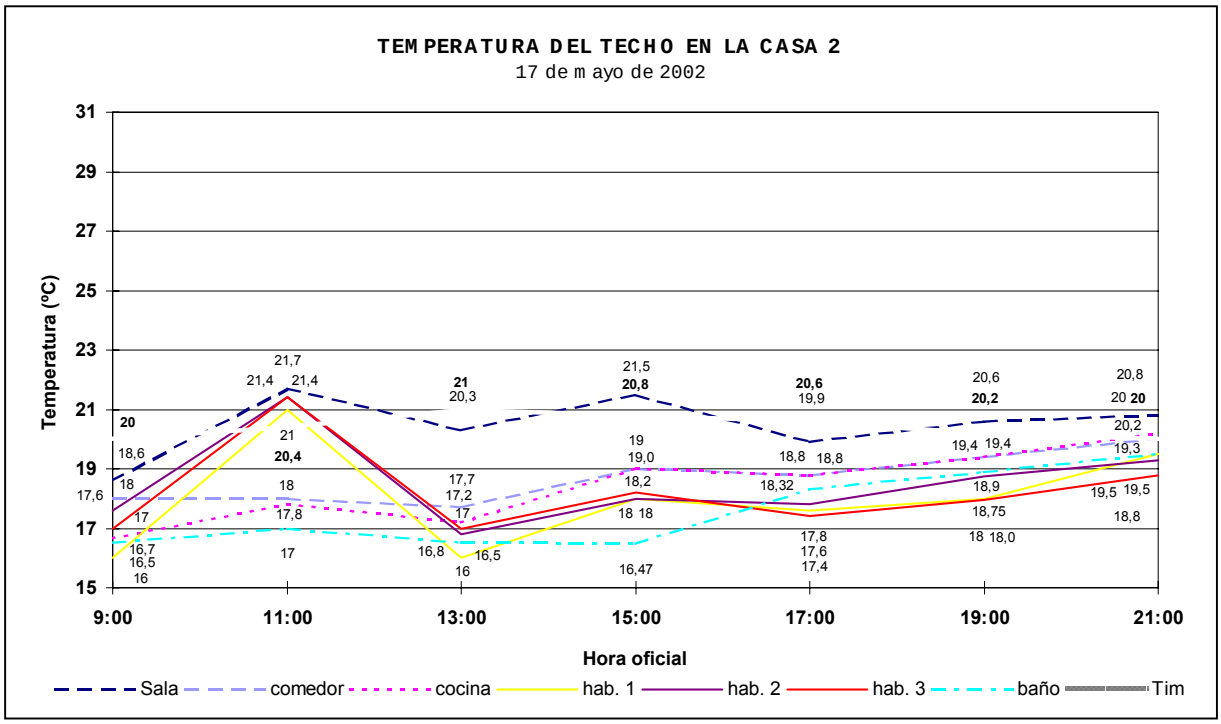
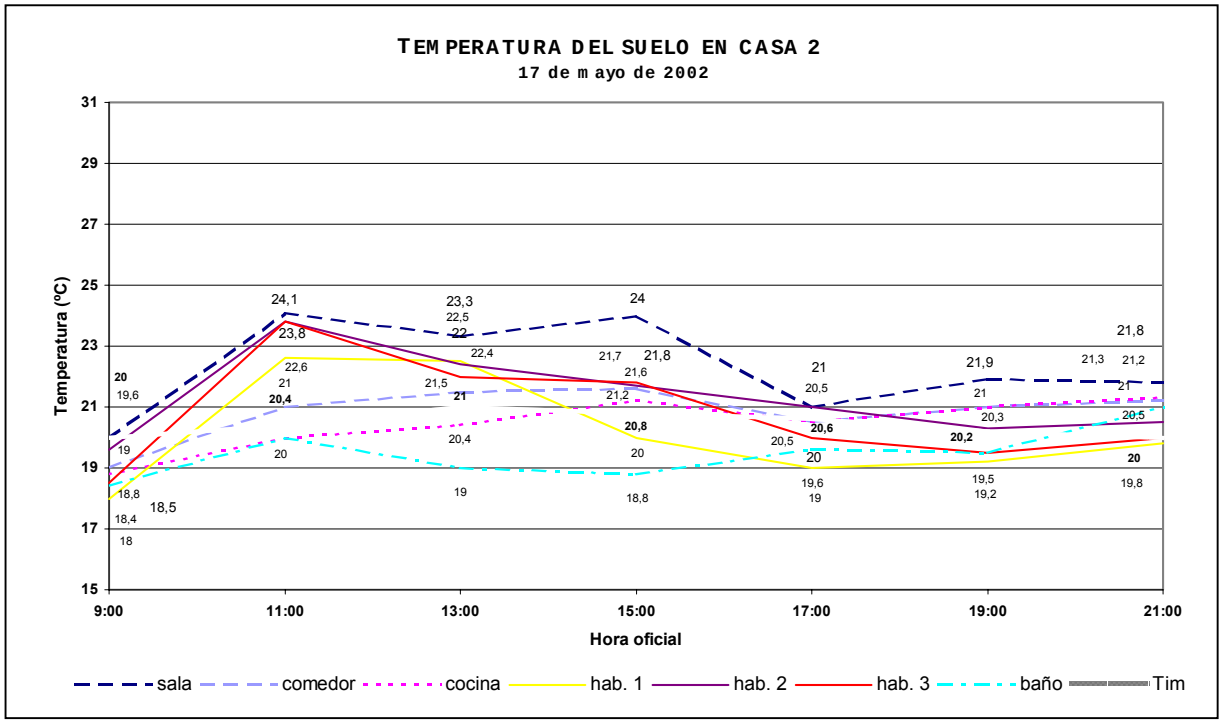


Gráfico 56. Temperaturas de la cubierta registradas en cada espacio de la casa dos y la temperatura ambiente interior media (T_{im})



durante la mayor parte de los registros se ubican por debajo de la temperatura ambiente.

Es importante destacar que en los tres gráficos la **sala** es la que mantiene los valores de la temperatura de superficie más elevados en casi todas las mediciones, mientras que el **baño** es el que anota las cifras más bajas. Otro aspecto resaltante es la similitud existente entre las curvas de la **cocina** y el **comedor** con respecto al techo, suelo y paredes, los que a su vez presentan unos datos muy parecidos a la Ti, a excepción de los del techo que difieren casi en 3ºC durante la primera medición.

Asimismo, hay que señalar que entre las tres habitaciones existen varias semejanzas tanto en la curva de temperatura de las paredes, como del techo y del suelo. Por ejemplo, observamos que las curvas de las paredes y del suelo representan temperaturas más elevadas que la Ti entre las 11:00 y 15:00h, aproximadamente, pero que luego se mantienen por debajo.

Ahora bien, si comparamos las temperaturas medias de las superficies con la T^{mi} y con la T_e, como podremos observar en el siguiente gráfico, notamos que la última es la más elevada en casi todos los registros, mientras que las otras dos son muy similares, con una diferencia máxima de 2ºC a las 9:00h.

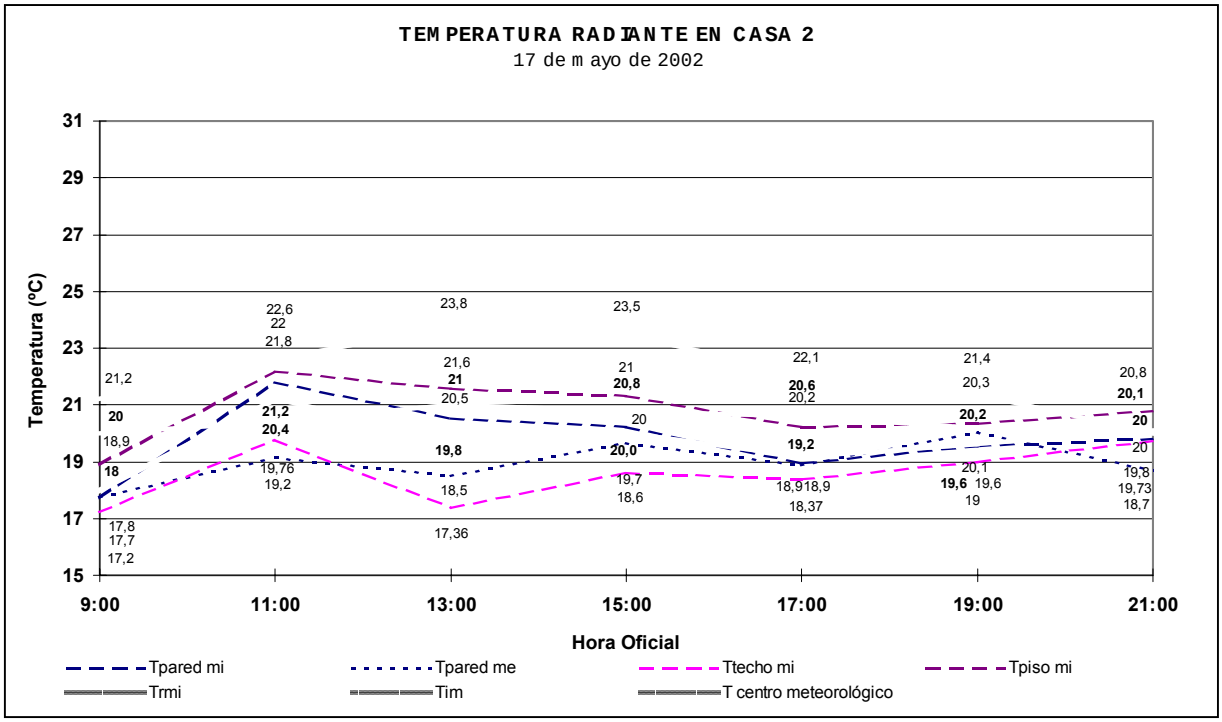


Gráfico 58. Comparación entre las temperaturas de las superficies interiores y exteriores de la casa 2, la temperatura ambiente interior media (T_{im}) y la temperatura ambiente según datos del CMVG del mismo día.

Como se ha podido apreciar, la forma y la cantidad de radiación de temperatura desde las paredes, la cubierta y el suelo al interior de la vivienda es distinta en cada una de las zonas, dependiendo de la ubicación de cada espacio dentro

de la casa dos, la orientación y los materiales constructivos utilizados en este caso. Sin embargo, en un análisis detallado de esta vivienda debemos tener en cuenta que algunas diferencias pueden también tener su origen en la presencia de algunos elementos naturales, como los árboles ubicados al oeste y sur, y de contexto, como un edificio de cinco plantas situado al oeste y una vivienda de dos plantas al este, que impiden el calentamiento de las paredes que envuelven esta edificación.

Es de resaltar que, a pesar de que la temperatura interior y la temperatura de las superficies se mantienen por debajo de la temperatura ambiente exterior, estas diferencias no son significativas en la mayor parte de los registros, e incluso en algunas mediciones el valor es el mismo, como ocurre a las 21:00h. En función de todo lo anterior, se puede afirmar que la temperatura radiante en la casa dos no afecta en gran medida la temperatura de sensación, pues registra valores muy próximos a la temperatura ambiente.

- **Movimiento del aire:**

El siguiente gráfico, en el cual aparecen los valores medios de la velocidad del aire del interior y exterior de la vivienda y de los registrados por el CMVG, nos permite establecer lo siguiente.

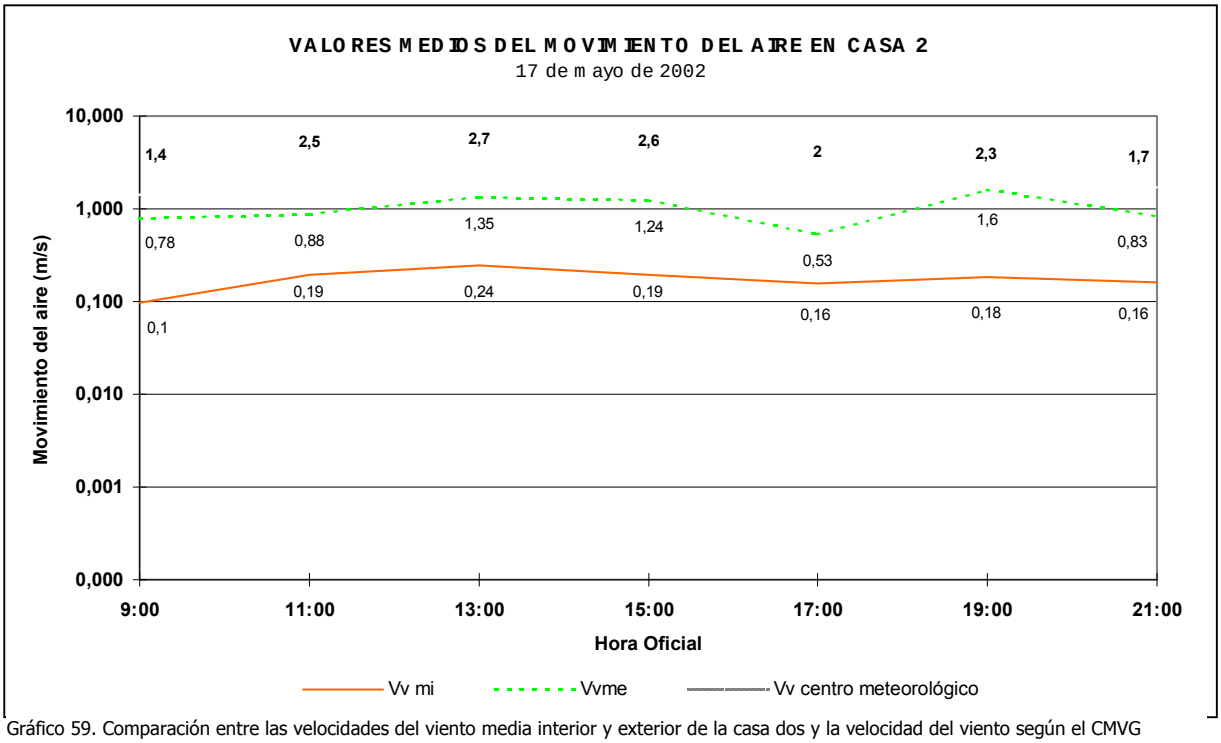


Gráfico 59. Comparación entre las velocidades del viento media interior y exterior de la casa dos y la velocidad del viento según el CMVG

El CMVG presenta valores de la velocidad del aire superiores y más variables que los anotados en el interior y

exterior de la vivienda durante todo el día. En efecto, mientras la velocidad del aire según el CMVG registra una cierta variabilidad al oscilar entre 1,4 y 2,7m/s, es decir desde un aire ligero que no se puede apreciar hasta una brisa ligera que puede ser fácilmente percibida en la cara, en el interior de la casa los valores de la velocidad del aire se mantienen constantes y pueden ser considerados como de un estado de calma e imperceptibles, entre 0,10 y 0,24m/s. Por su parte, en la parcela se observan algunas variaciones importantes, con velocidades que fluctúan entre 0,53 y 1,6m/s, pasando de un aire ligero, que generalmente no se percibe, a una brisa ligera que se siente en la cara, según la escala de Beaufort.

Para un análisis más detallado del movimiento del aire en el interior de la vivienda, se pueden examinar las curvas de cada uno de los espacios. En primer lugar, notamos que las velocidades del aire más elevadas las encontramos en la **sala**, 0,73m/s, la **hab.2**, 0,68m/s, y la **hab.1**, 0,68m/s. Los espacios que más frecuentemente presentan una velocidad del viento nula son la **sala** (cuatro veces) y las **hab.2 y hab.3** (dos y tres veces, respectivamente).

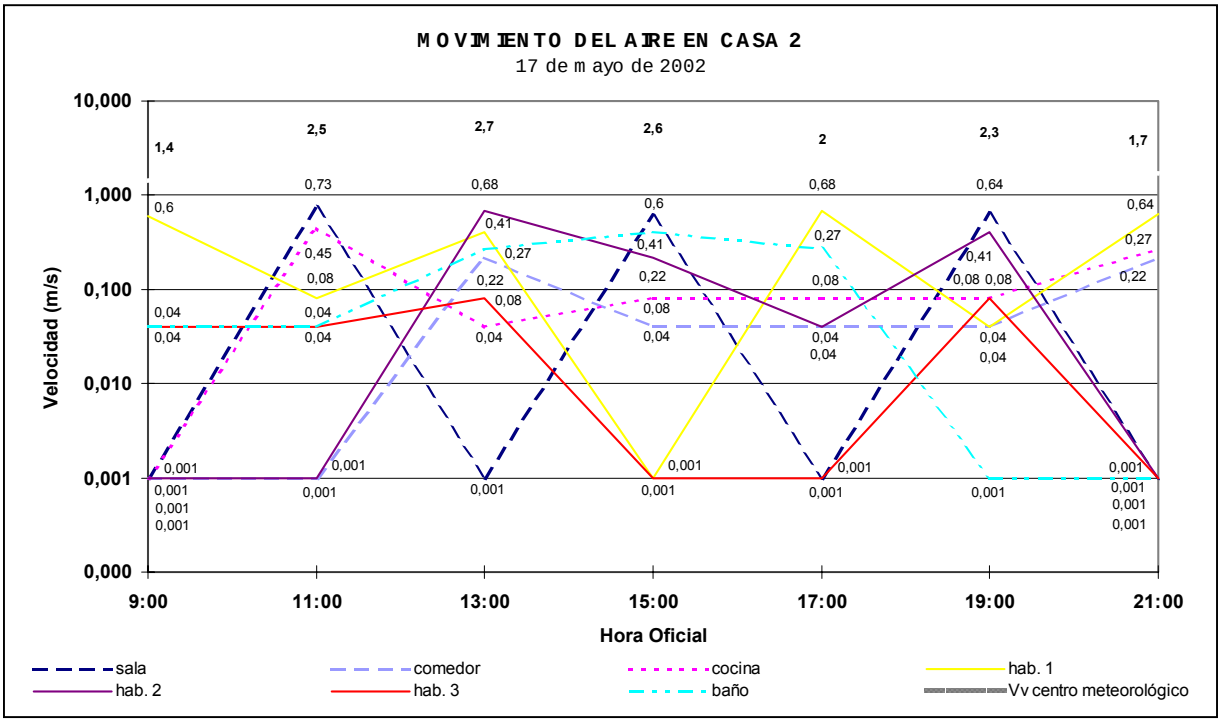


Gráfico 60. Velocidades del viento registradas en cada espacio de la casa dos y por el CMVG el mismo día

La **sala**, además de tener las velocidades más elevadas, es también la que más veces muestra una V=0. Además, hay que destacar que el comportamiento es muy variable, ya que mientras a las 9:00h no hay corriente de aire, a las 11:00h es de 0,73m/s. pero a las 13:00h vuelve a ser 0m/s. y a las 15:00h es 0,6m/s, comportamiento que se repite en las siguientes mediciones. Sin embargo hay que señalar que las velocidades alcanzadas a las 11, 15 y 19:00h en este espacio pueden afectar la temperatura, llegando a reducirla posiblemente entre 1y 1,5ºC, aproximadamente.

En el caso de la **hab.1**, notamos semejanzas con la sala en cuanto al comportamiento variable del movimiento del aire a lo largo de todo el día, aunque en este caso las $Vv_{máx}$ son alcanzadas a las 9:00, 13:00, 17:00 y 21:00h. Vale mencionar que también en este caso las Vv pueden llegar a disminuir la T de sensación entre 1 y 1,5ºC.

Con relación a las otras habitaciones, podemos reconocer en la **hab.2** dos momentos de incremento de la Vv, a las 13:00 y 19:00h, en tanto que entre las 9:00 y las 11:00 de la mañana y luego, a las 17:00 y 21:00h, no se percibe movimiento alguno. Es necesario señalar que las máximas velocidades observadas aquí pueden reducir la temperatura de sensación hasta en 2ºC. En la **hab.3** las $Vv_{máx}$ registradas no llegan a afectar la temperatura de sensación. En efecto, la $Vv_{máx}$ de 0,08m/s solamente se da a las 13:00 y a las 19:00h. Además, es uno de los espacios que se comporta de un modo menos variable a lo largo del día. De hecho, la Vv se mantiene entre 0 y 0,08m/s, que son valores prácticamente imperceptibles tanto por el anemómetro como por las personas que ocupan el recinto.

La **cocina**, durante estas mediciones, registra su $Vv_{máx}$ a las 11:00h, 0,45m/s, luego desciende a 0,04m/s y 0,08m/s entre las 13:00h y las 19:00h, pero a las 21:00h vuelve a mostrar una velocidad mayor, 0,20m/seg. En este caso, no podemos afirmar que la Vv pueda alterar la temperatura de sensación, pues solamente a las 11:00h se llega a un valor que reduciría levemente la temperatura.

Por su parte, el **comedor** mantiene la Vv en 0,04m/seg. durante las mediciones de las 15:00, 17:00 y 19:00 horas, con $Vv_{máx}$ de 0,22m/s a las 13:00 y 21:00h y una velocidad nula a las 9:00 y a las 11:00 de la mañana. Tampoco se podría afirmar que en este espacio las velocidades registradas puedan modificar la temperatura de sensación, pues incluso se ubican dentro de unos valores prácticamente imperceptibles.

El **baño** es uno de los ejemplos a destacar, pues al observar la curva podemos notar que durante las dos primeras y las dos últimas horas del día no hay corrientes de aire significativas, mientras que entre las 11:00h y las 15:00h las Vv aumentan y después descienden. No obstante, en ninguna de las mediciones, las velocidades superan la categoría de calma y difícilmente puedan alterar de manera considerable la sensación térmica del recinto.

Ahora bien, si comparamos las rosas de dirección del aire de la parcela, del interior de la casa y la elaborada según los datos del CMVG, durante las mismas horas en que se hicieron las mediciones en la casa, notaremos que la

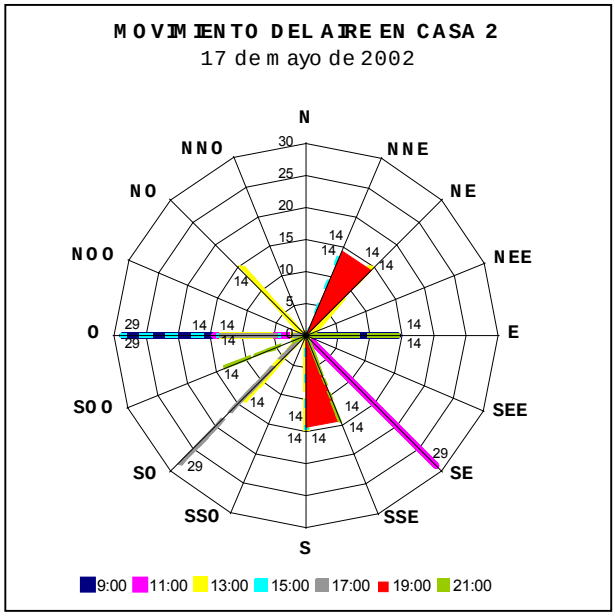


Gráfico 61. Velocidades y dirección del viento según el centro meteorológico a las mismas horas que los registros realizados en la casa 2

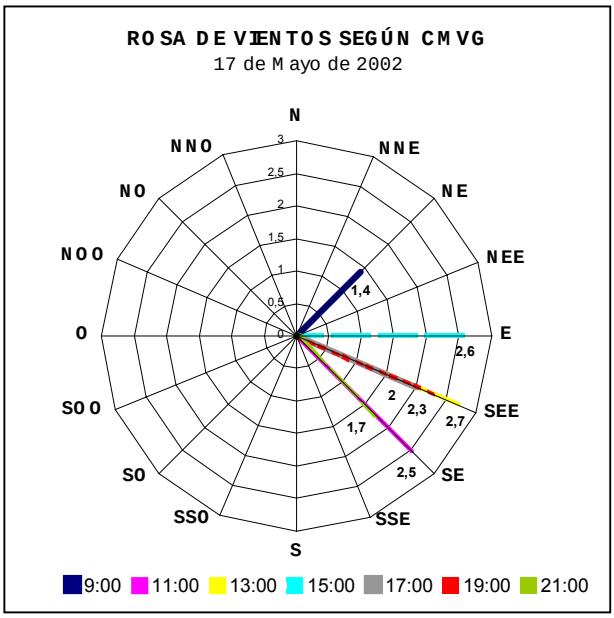


Gráfico 62. Frecuencia en la dirección del viento anotado en la parcela de la casa 2

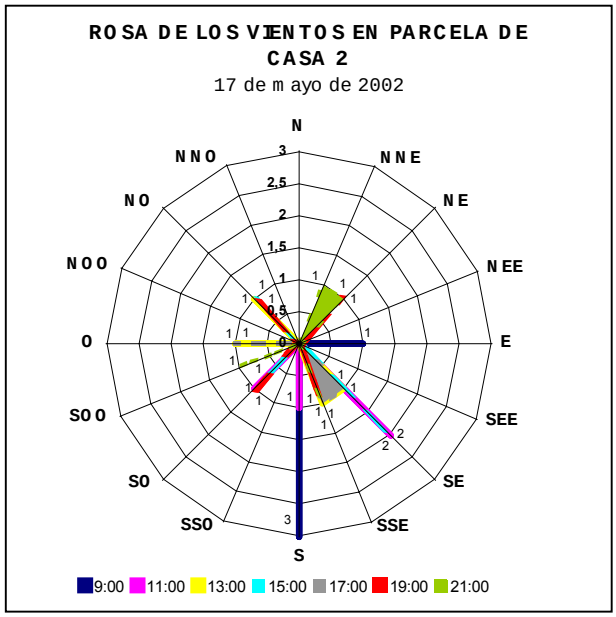


Gráfico 63. Dirección del viento registrado en los diferentes espacios de la casa 2

diferencia más relevante es que el aire según el CMVG proviene en un mayor número de ocasiones del **SEE,** aunque a las 11:00 las tres coinciden en registrar la procedencia del viento desde el **SE**.

Con respecto a la dirección del aire en la parcela de la casa dos, debemos destacar la presencia de una gran variabilidad en la frecuencia de la dirección. Sin embargo, se puede afirmar que el viento procedente del **SE** es el que se registra en un mayor número de ocasiones, seguido de una corriente de aire del **S**. Aunque si se suma el número de veces que se aprecian Vv que llegan de otros puntos, vemos que éste es mayor. En efecto, de un total de 28 registros, solamente en 6 de ellos se detectan corrientes del SE y en 4 provenientes del S, mientras que en las otras 18 mediciones se detecta Vv del SSE, SO, SOO, O, NO, NNE, NE y E.

Igualmente, advertimos que en el interior de la casa dos el viento no solamente cambia en intensidad, sino que además varía en la forma como se desplaza. Esto puede apreciarse tanto en la rosa de los vientos, que aparece a continuación, en la cual se representa la frecuencia de la dirección de donde provienen los movimientos del aire observados en cada una de las mediciones, como en la siguiente tabla, que nos muestra la dV en cada uno de los espacios. En el caso de la rosa de los vientos se denota una mayor frecuencia del aire proveniente del **O**, aunque también aparecen con frecuencia corrientes del **SO** y del **S**.

Tabla 26. Dirección del viento (dV) en el interior de la casa 2

Hora	Sala	Comedor	Cocina	Hab. 1	Hab. 2	Hab. 3	Baño
9:00				O		E	O
11:00	SE		SE	O			
13:00		S		SO	NO	NE	O
15:00	S		O		NNE		O
17:00			O	SO			SO
19:00	SSE		NE		S	NNE	
21:00		SSE	E	SOO			

En cuanto a la tabla, es de hacer notar que la dirección del movimiento del aire es diferente en las distintas habitaciones, ya que varía de acuerdo a la ubicación de cada espacio en la vivienda y a la orientación de las ventanas y puertas. Aunque, en términos generales, podemos decir que la mayor parte del tiempo y en una mayor parte de los espacios proviene del **O**.

De modo similar a lo que ocurre en la casa 1, las diferencias en la dirección y velocidad del aire se deben fundamentalmente a la influencia de las variables ubicación y características del contexto inmediato. En efecto, se distinguen elementos que bloquean el paso del aire al norte, este y oeste de la parcela, además de la presencia de arbustos y palmeras al sur. Asimismo, también inciden aquellas variables relacionadas con las características constructivas y espaciales, ya que la mayor parte de las aberturas están orientadas al este y al norte, que precisamente son los puntos mejor resguardados de la parcela y, por ende, de la vivienda.

Foto 89. Jardín Este, a 1m siguiente vivienda

En cuanto a los valores de velocidad del aire, existen notables diferencias entre el interior y el exterior. Mientras el interior se puede considerar en calma, en el exterior las velocidades observadas van de un aire ligero a brisas ligeras, que pueden ser fácilmente percibidas al estar en contacto con la piel. Además, estas Vv son muy variables a lo largo de todo el día; de hecho, hay que destacar que en diversas ocasiones el anemómetro ni siquiera llega a detectar movimiento del aire en las distintas habitaciones. En este sentido, hay que señalar que las velocidades de 0,1 a 0,24m/s serían apropiadas si la HRi fuera menor al 60% y la temperatura se encontrara dentro del rango de confort, pero en esta vivienda en algunas horas las temperaturas son bajas y, por lo tanto, estas corrientes de aire pueden generar molestias al reducir aún más la temperatura de sensación. Además, es de hacer notar que las velocidades alcanzadas no resultan suficientes para controlar los elevados porcentajes de humedad relativa del ambiente interior.

3.2.2.2. Comportamiento Lumínico:

En la gráfica que se muestra a continuación, en la cual se describen los valores medios de la iluminación del interior, los del exterior de la casa 2 y los registrados por el CMVG, debemos destacar la gran diferencia existente entre sus niveles lumínicos. De hecho, se aprecia que la cantidad de luz que llega a los espacios internos es mucho menor que la existente en el exterior. Además, que los valores tomados por el CMVG son muy superiores a los de la parcela.

De acuerdo al CMVG, el punto más elevado de la iluminación en el exterior se registra a las 13:00h (67808lx), mientras que el valor máximo de E en la parcela se da a las 11:00h (26050lx), y en el interior a las 13:00h con 499lx. Por su parte, durante las horas de las mediciones del día 17 de mayo del 2002, la variación de la E interior es de 483 lx (16,1 a 499), del

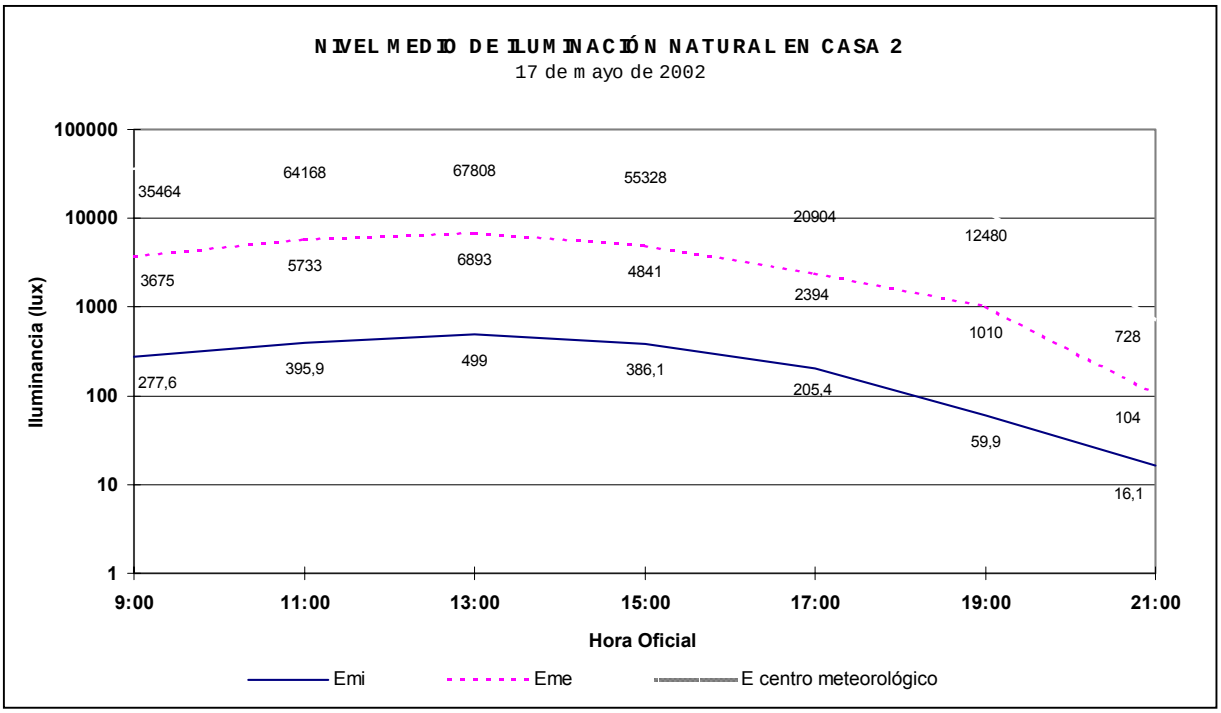


Gráfico 64. Iluminancias medias del interior (E_{mi}), el exterior según los datos tomados en la parcela (E_{me}) y el CMVG

exterior de 26820,5lx (229,5 a 26050) y según el CMVG de 67080lx (728 a 67808), de modo que el rango de variación diaria en el interior es mucho menor que en el exterior.

La iluminación en el exterior, de acuerdo a la siguiente gráfica, se caracteriza por un comportamiento similar entre los **jardines este** y **oeste**, así como diferente con los **norte** y **sur**, los cuales incluso también presentan desigualdades entre sí. En efecto, el **jardín sur** marca a lo largo de todo el día las E más elevadas, entre 560 y 90300lx, con una variación diaria de 89740lx, mientras que en el **este** se experimentan las $E_{mín}$, entre

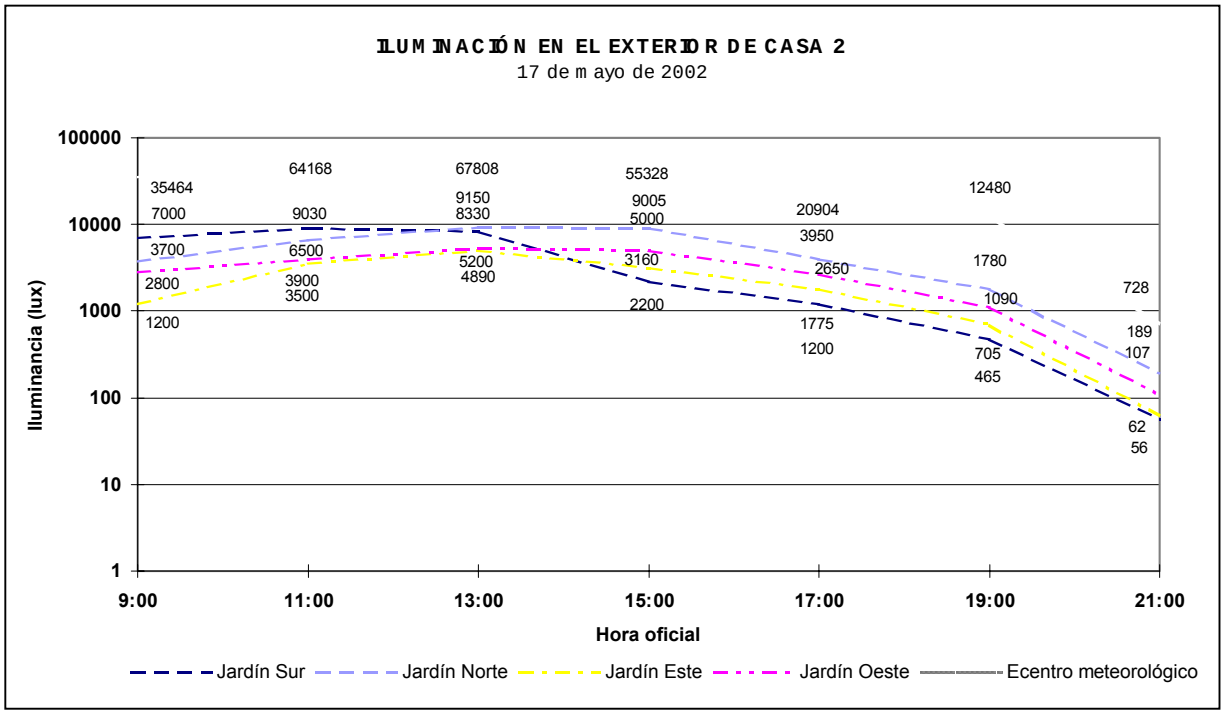


Gráfico 65. Iluminancias registradas en los jardines de la casa dos y por el CMVG el mismo día

62 y 4890lx, con una variación de 4828lx. Por su parte, los **jardines norte** y **oeste**, que se encuentran en la parte central, se mantienen muy próximos a los datos tomados en el **este**. Sin embargo, el **norte** a las 15:00h supera la E del **sur** en 1800lx.

Es importante señalar que los niveles lumínicos más elevados se dan entre las 11:00h y las 15:00h en los distintos sectores, mientras que los valores más bajos se pueden observar a las 21:00h en todos ellos. Asimismo, notamos que, en este período del año y con un día de nubosidad media, ya a las 9:00h se registra una iluminancia superior a los 1000lx en todos los jardines.

En la casa 2, como podemos ver en la siguiente gráfica, existen diferencias significativas en los valores de E de las diferentes habitaciones. Los mayores niveles de iluminación se experimentan en la **sala** y el **comedor** con 2100lx y 760lx respectivamente, mientras que la **cocina** tan solo alcanza una $E_{máx}$ de 140lx y la **hab.1** apenas llega a 96lx. Otro aspecto importante es el hecho de que, en las diferentes zonas de esta casa, los niveles lumínicos empiezan a disminuir a partir de las 13:00 o 15:00h, cuando a su vez alcanzan el punto de mayor intensidad.

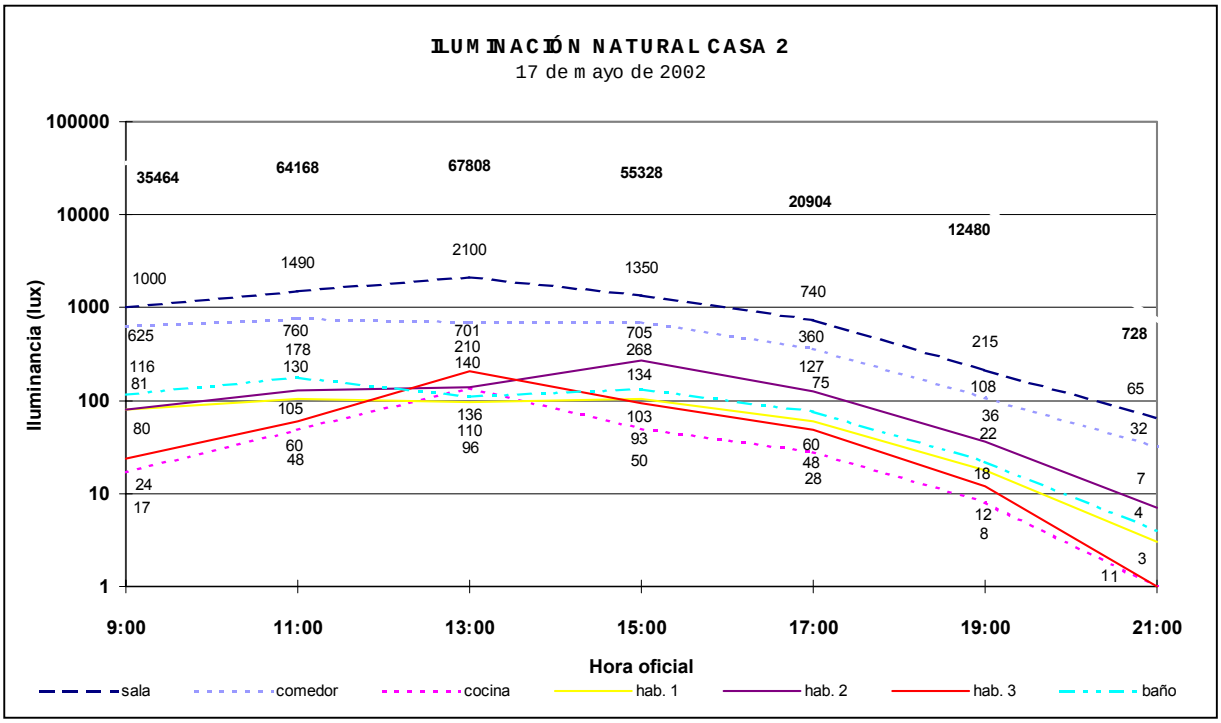


Gráfico 66. Curvas con niveles lumínicos en cada espacio de la casa dos y del CMVG del mismo día

La **sala** es el área de la vivienda donde siempre se observan los niveles más altos de iluminación. En la primera medición se alcanzan los 1000lx, aumenta hasta las 13:00h, cuando alcanza el E máximo de 2100lx; pero, a partir de este instante, la luminosidad empieza a descender, primero de un modo no muy significativo, pero a partir de las 17:00h de forma acelerada hasta llegar a los 65lx de las 21:00h. Conforme al gráfico, la curva del **comedor** no tiene un comportamiento muy diferente, aunque el punto de más intensidad es a las 11:00h con

760lx y el más bajo a las 21:00h con 32lx. No obstante, a las 13:00 y a las 15:00h, la E es prácticamente el misma, es a partir de esta última medición cuando empieza a disminuir la cantidad de luz.

La **hab.1** no presenta grandes oscilaciones entre las 9:00 y las 15:00, ya que aumenta muy levemente hasta las 13: 00h y disminuye del mismo modo hasta las 15:00h. Estas variaciones son prácticamente insignificantes, de 80 a 105lx y de 105 a 103lx. Desde las 15:00h en adelante, el descenso de E se hace más marcado. Por su parte, el **baño** es quizás el área que tiene un comportamiento lumínico y niveles de luz más similar a la hab.1, aunque se diferencia de ésta en la hora de E máxima 11:00h, con 178lx.

La **hab.2,** entre las 9:00 y 13:00h, experimenta un leve aumento de la cantidad de luz, pero a las 15:00h tiene lugar un aumento de 180lx, que es el mayor nivel lumínico. A partir de esta hora, la disminución es más pronunciada y llega a los 7lx a las 21:00h. La **hab.3** y la **cocina** muestran las E más bajas, a excepción de la medición de las 13:00h cuando alcanzan 210 y 136lx, respectivamente. Son las áreas que más variación presentan en el día, ya que pasan de 24 a 210lx y de 17 a 136lx entre las 9:00 y 11:00h, y luego de 210 y 136lx a 1lx a las 21:00h, siendo ésta la E mínima registrada en toda la casa.

Si comparamos los valores lumínicos de las diferentes habitaciones con los establecidos por Serra y Coch (1995), podemos confirmar que el rango de E interior permite efectuar actividades con un esfuerzo muy alto en la sala a las 9:00h y a las 15:00h, aunque entre estas horas la iluminancia es muy superior a lo recomendado. A partir de las 17:00h, en este espacio, se pueden realizar desde actividades con esfuerzo bajo a alto y muy alto, pero de poca duración. En cuanto a las otras áreas de la vivienda, la iluminación ni siquiera alcanza los valores recomendados para desarrollar actividades de esfuerzo visual medio de poca duración, a excepción del comedor donde, entre las 9:00 y 17:00h, la iluminación varía entre un rango que permite desarrollar actividades de esfuerzo visual medio de poca duración a muy alto de poca duración.

Foto 90. Habitación 3. Ventana a norte

Tabla 27. Niveles lumínicos en la casa 1

Hora	sala	comedor	cocina	hab. 1	hab. 2	hab. 3	baño
9:00	1000	625	17	80	81	24	116
11:00	1490	760	48	105	130	60	178
13:00	2100	701	136	96	140	210	110
15:00	1350	705	50	103	268	93	134
17:00	740	360	28	60	127	48	75
19:00	215	108	8	18	36	12	22
21:00	65	32	1	3	7	1	4
Media	**994,3**	**470,1**	**41,1**	**66,4**	**112,7**	**64**	**91,3**

Por otro lado, si contrastamos los valores tomados en la vivienda con los indicados por Rodríguez (2001), encontramos que en términos generales los valores de las distintas habitaciones no

corresponden a los niveles de E sugeridos. En la sala, por ejemplo, durante casi todo el día, se encuentran por encima de los 500lx recomendados. Mientras que las habitaciones, casi todo el día, se mantienen por debajo de los 200lx señalados como valor mínimo.

Si comparamos los 300lx sugeridos para el comedor con los tomados, vemos que estos son muy superiores, lo que nos hace pensar en problemas para desarrollar las actividades propias de esta área de la casa por exceso de luz. En cuanto a los 500lux propuestos para los baños y las cocinas, observamos que éste es un valor muy superior a lo medido a lo largo del día en estas zonas de la casa 2, que no llegan a superar los 178 y 136lx, respectivamente.

Al igual que otros comportamientos de la casa 2, las diferencias en el nivel lumínico están fuertemente influenciadas por las características de la implantación de la vivienda en el terreno y por la presencia de elementos externos, como la sombra de los edificios que se encuentran a su alrededor y de los árboles, e internos, como por ejemplo, la forma, la ubicación y el tamaño de las habitaciones y sus ventanas, que limitan el paso de la radiación solar.

Es importante señalar que durante el día en que se hicieron estas mediciones la nubosidad fue muy variable. En las primeras horas del día el cielo estuvo parcialmente nublado y luego en la tarde se cubrió casi totalmente. Sin duda este hecho influyó notablemente en los valores obtenidos tanto en el interior como en el exterior esta vivienda.

4.2.2.3. Comportamiento Acústico:

Si se examinan los resultados obtenidos en las mediciones realizadas en el exterior de la casa dos, que se representan en la siguiente gráfica, advertimos niveles sonoros superiores al nivel acústico medio registrado en el interior de la vivienda. En efecto, el NS se mantiene entre los 38 y 61dB en el interior, mientras que oscila entre los 45 y los 62dB en el exterior.

Otros aspectos a destacar de esta gráfica es la gran variabilidad de los niveles acústicos en cada uno de los jardines a lo largo del día, de modo semejante al registro efectuado en el interior de la vivienda. Por consiguiente, no se puede establecer, de modo general y con exactitud, él o los momentos del día cuando se registran los niveles sonoros más bajos y elevados, ya que estos varían de un sector a otro. Se observa, por ejemplo, que en el caso del **jardín sur**, que en este caso corresponde a la zona que da a la calle, hay dos momentos del día con niveles más elevados, a las 11h (60dB) y a las 17h (62dB); sin embargo, no existe una gran diferencia entre estos valores y los determinados a las 13 y 15h, 59,3 y 58dB, respectivamente, manteniéndose la

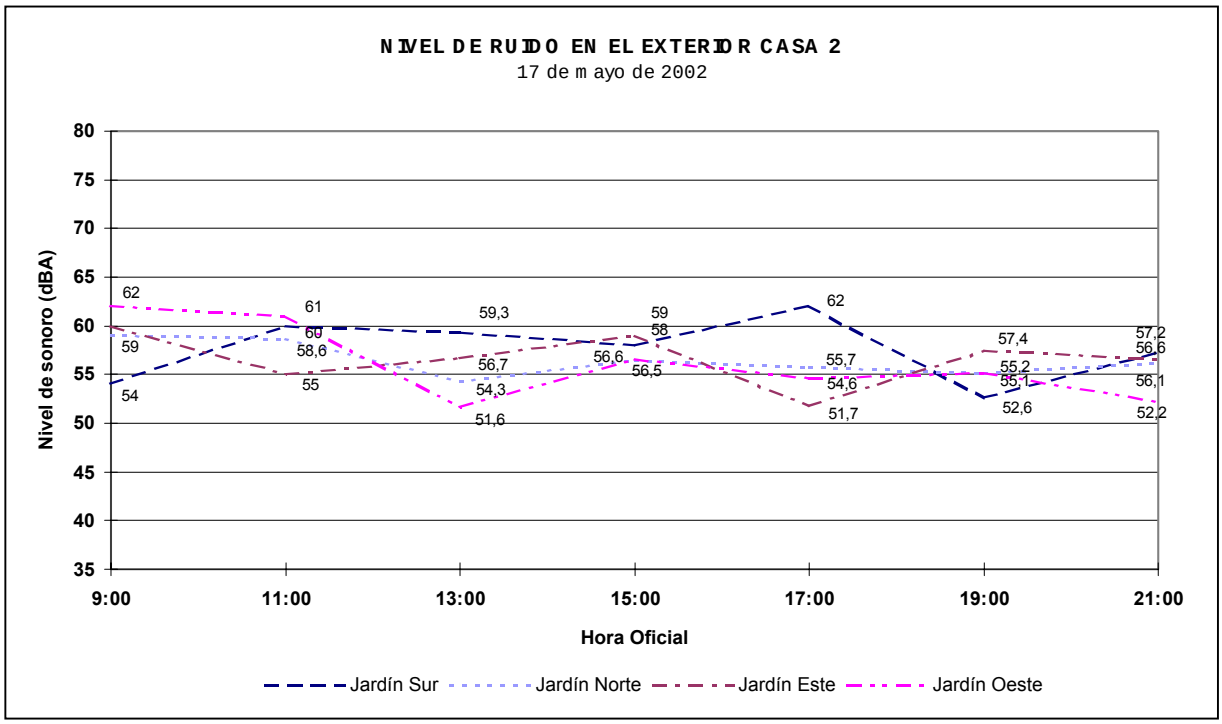


Gráfico 67. Niveles acústicos registrados en los cuatro jardines de la casa dos

mayor parte del día por encima de los niveles percibidos en los otros puntos. Por su parte, los valores de energía acústica más bajos tienen lugar a las 9h (54dB) y 19h (52,6dB), momentos cuando se producen las variaciones más pronunciadas.

En contraposición, el **jardín este** presenta fluctuaciones acústicas a lo largo de todo el día. A las 9h, 15h y 19h, por ejemplo, se da la mayor incidencia de ruido con valores de 60,58 y 57,4dB respectivamente; mientras que a las 11h y a las 17h se registran los NS más bajos 55 y 51,7dB. Es importante señalar que, de acuerdo a la opinión de diversos especialistas, estas constantes variaciones pueden resultar más molestas que un NS mayor, pero constante. Esto debido a que en los individuos se puede generar una cierta adaptación que les llevaría a no ser totalmente conscientes de estos ruidos.

El **jardín oeste**, por otra parte, nos muestra una curva que representa un NS estable durante las dos primeras mediciones, cuando, casualmente, ocurren las cotas más elevadas. Luego, a las 13:00h, se registra un descenso de casi 10dB, pero a las 15:00h se incrementa nuevamente y, a partir de ese momento, el nivel de ruido se mantiene más o menos constante hasta el final del día. Se puede observar una cierta similitud con la curva del jardín norte, ya que a pesar de que existen diferencias de más o menos dos decibeles, las inflexiones son similares a lo largo de casi todo el día. Vale decir que las oscilaciones al norte son menores, generándose menos variaciones acústicas a lo largo de todo el día.

Asimismo, tienen lugar diferentes $NS_{mín}$ según la zona y la hora. Por ejemplo, a las 13:00h, se observa el $NS_{mín}$, 51,6dB en el jardín oeste, siendo éste el $NSe_{mín}$ del día en los jardines; mientras

que a las 17h en el jardín este se registra un descenso del ruido a 51,7dB, a las 19h en el jardín sur con un valor de 52,6dB, y 52,2dB a las 21h, nuevamente en el jardín oeste. Es importante destacar las diferencias existentes entre algunos de los jardines durante una misma medición. Por ejemplo, entre los del sur y los del oeste en la primera medición y entre el jardín sur y el del este en el quinto registro, ya que las diferencias son de aproximadamente 10dB. Esto nos puede orientar sobre la ubicación de la fuente de ruido. Además, también resulta relevante señalar que los NS en los diferentes jardines de la casa tienden a ser de tipo ruidoso a lo largo de todo el día.

De acuerdo a la curvas de la gráfica siguiente, los NS en la casa 2 son muy variables a lo largo del día, de tal modo que según el área de la vivienda tenemos las horas y los índices de ruido máximos y mínimos. En efecto, por una parte, los niveles más bajos de ruido se perciben en la **hab.2**, donde no se llegan a superar los 45,5dB. Por otra parte, los niveles más elevados durante todo el día se perciben en el **comedor** y en la **sala** donde se ubican por encima de los 49dB, e incluso se alcanzan valores

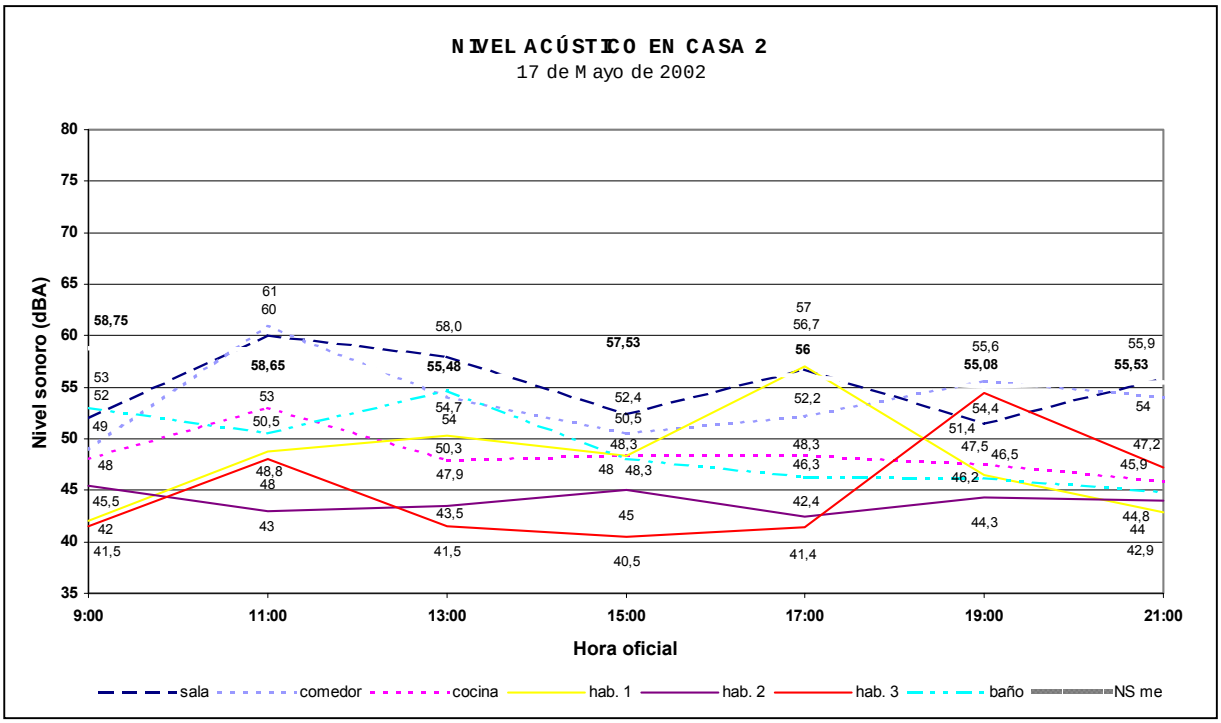


Gráfico 68. Niveles sonoros de los diferentes espacios y nivel sonoro medio del exterior (NS_{me})

máximos de 61 y 60dB, respectivamente.

Debemos destacar que prácticamente en toda la vivienda los NS más bajos se producen a las 9:00h o a las 21:00h, a excepción de la **hab. 3** (a las 15:00h), la **hab. 2** (a las 17:00h); y la **sala** (a las 19:00h). Esto confirma, una vez más, la variabilidad existente en el comportamiento acústico de los diferentes espacios de la vivienda.

La **cocina**, por su parte, presenta NS considerados como adecuados la mayor parte del día, pues tan sólo a las 11:00h

muestra un valor superior a los 50dB establecidos como máximo en viviendas. El **baño**, sin embargo, se muestra más variable en su comportamiento, entre las 9:00h y 13:00h se mantiene por encima de los 50dB establecidos como máximos en viviendas y, después de esa hora, dentro del rango considerado normal.

Es importante hacer hincapié en que los NS interiores están por encima de los considerados de confort para las zonas de estar y las habitaciones de una vivienda según las NBE-CA-88. Esto plantea la necesidad de adecuar acústicamente la edificación con el objeto de aumentar las diferencias entre los NSi y los NSe y, de este modo, aislar adecuadamente los distintos espacios de la vivienda.

Como se puede ver en la gráfica siguiente, que representa los NS del interior y del exterior de la vivienda 2, existen diferencias, aunque de pocos decibeles, entre ambos. A las 9:00h y a las 15:00h, se dan las mayores desigualdades, ya que mientras en el interior se perciben 47,3 y 47,6dB, en el exterior se obtienen valores de 58,8 y 57,5dB, es decir diez decibeles de diferencia aproximadamente.

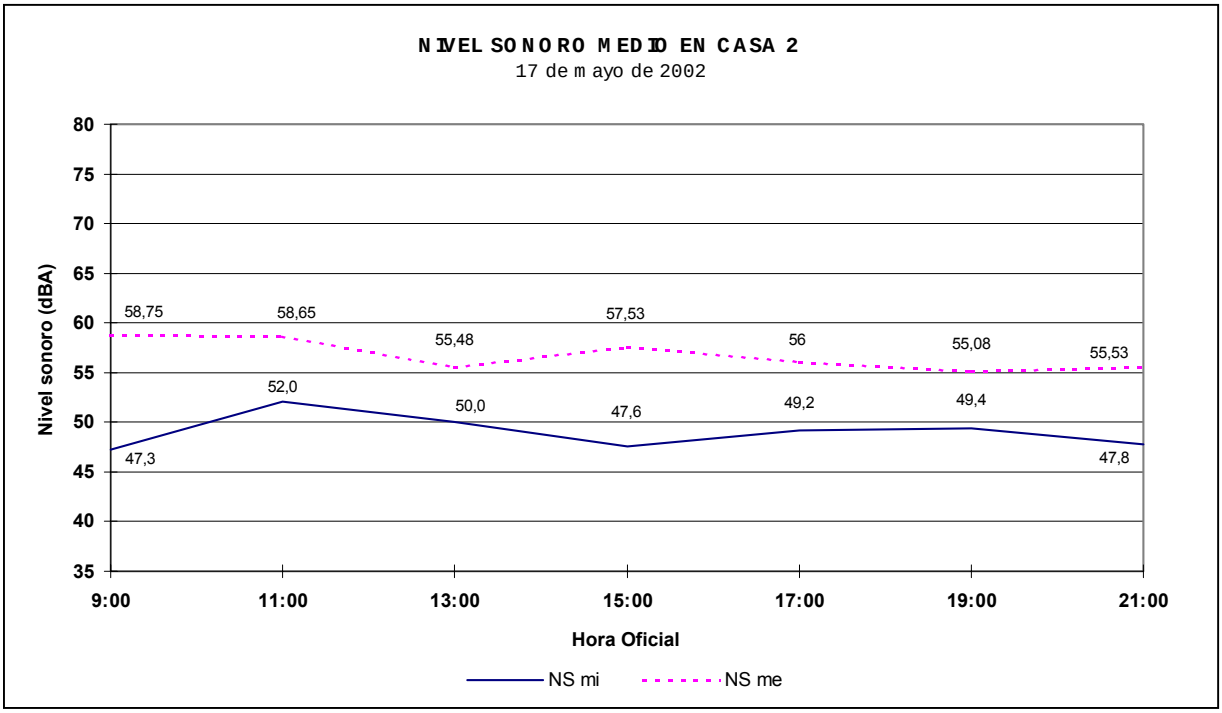


Gráfico 69. Niveles sonoros medios del interi

De modo similar a la casa 1, debemos afirmar que los NSi de la casa 2 se mantienen la mayor parte del día dentro de unos parámetros considerados de disconfort, porque a diferencia de los niveles recomendados para viviendas (de 35 a 45dB y 40dB para el sueño), los NS oscilan entre los 45 y 60dB en todas las zonas de la vivienda, a excepción de la hab.2, la cual, registra valores entre 41,4 y 45,5dB, valores que se ubican en el límite

superior y no resultan aceptables como niveles apropiados para el sueño.

En cuanto al origen de los ruidos, de acuerdo a las observaciones realizadas en el sitio y a la respuesta de quienes habitualmente utilizan esta vivienda, estos proceden la mayor parte del tiempo del exterior debido al paso constante de vehículos por la vía que delimita el sur de la parcela, además del ruido generado por las personas que habitan en las viviendas cercanas.

Finalmente, debemos señalar que la sala y el comedor son las áreas que necesitan con urgencia ser reacondicionadas acústicamente, ya que a lo largo del día presentan unos valores muy superiores a los 45dBA indicados como nivel máximo de inmisión, que además son considerados como excitantes por diversos especialistas. Así también, se hace necesario mejorar las habitaciones, pues durante todos los registros se superan hasta en 17dBA los NS máximos, de manera que estos pueden ser considerados en algunos momentos como ruidosos.

2.2.3. Comportamiento Ambiental en Verano:

2.2.3.1. Comportamiento Higrotérmico:

- **Temperatura ambiente:**

Para tener una visión general del comportamiento de la casa 2 y su parcela, en el siguiente gráfico se representan los datos de la Tmi, los recogidos en la parcela y los registrados por el CMVG. En primer lugar, notamos que las curvas no se parecen entre sí, aunque no existen grandes diferencias entre los valores

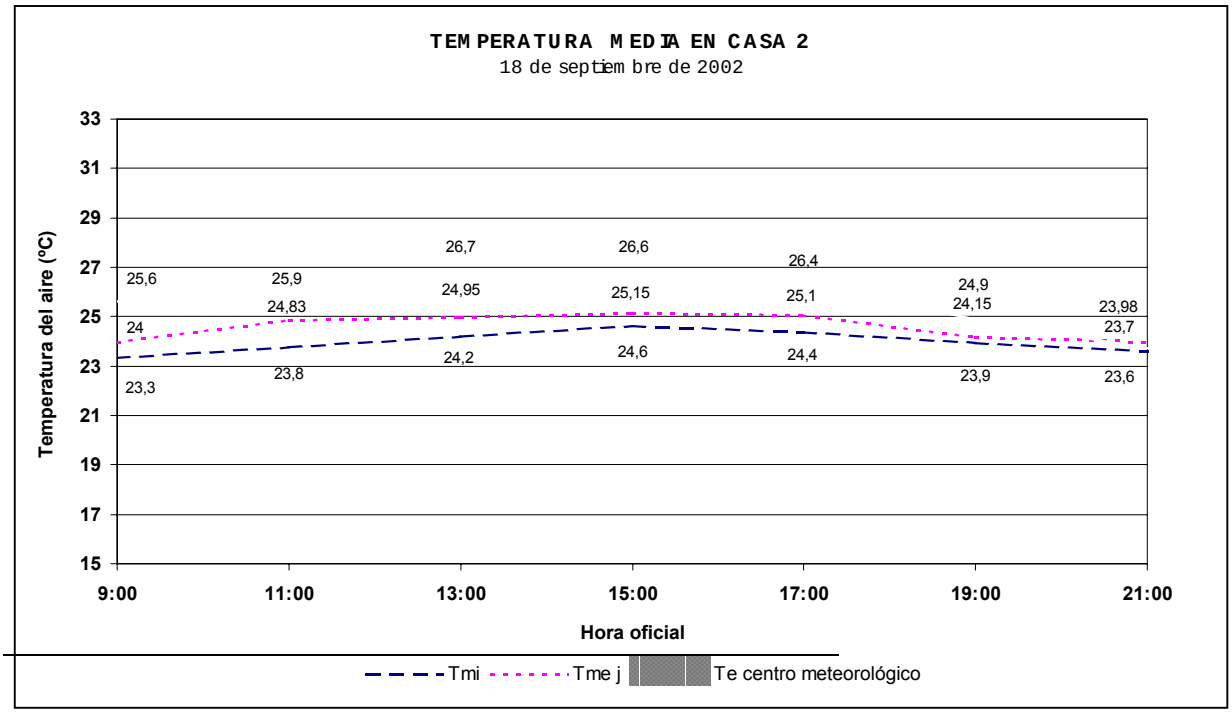


Gráfico 70. Velocidades del viento registradas en cada espacio de la casa dos y por el CMVG el mismo día

Foto 91. Vista del jardín norte

de Ti y Te de la parcela y el CMVG. De hecho, la Tmi oscila entre 23,3ºC y 24,6ºC, mientras que la de los jardines lo hace entre 23,98 y 25,15ºC y, según los datos del CMVG, fluctúa entre 23,7 y 26,7ºC. En el mismo sentido, entre los valores de la parcela y del interior observamos diferencias de 0,7; 1,03; 0,75; 0,55; 0,65; 0,25 y 0,38ºC, en cada una de las mediciones. Por su parte, entre la parcela y el CMVG, las diferencias son de 1,6; 1,07; 1,75; 1,45; 1,35; 0,75 y 0,28ºC, mientras que entre el CMVG y el interior son de 2,3; 2,1; 2,5; 2; 2; 1 y 0,1ºC.

En segundo lugar, apreciamos que la $T_{máx}$ del día la registra el CMVG, a las 13:00 y 15:00h, con 26,7 y 26,6ºC. En tanto que en la parcela y en el interior, la $T_{máx}$ media del día se presenta a las 15:00h y equivale a 25,15 y 24,6ºC, respectivamente. En cuanto a la $T_{mín}$, ésta tiene lugar a las 9:00h en el interior y corresponde a 23,3ºC . En la parcela y en el CMVG, por el contrario, las $T_{mín}$ se observan a las 21:00h y son de 23,7 y 23,98ºC, respectivamente. Aunque, hay que subrayar que la T_{me} registrada a las 9:00h en la parcela apenas supera en 0,1ºC los 23,98ºC de las 21:00h.

La gráfica anterior también muestra un leve aumento de la Te, con variaciones de 0,3 y 0,8ºC entre una medición y otra, hasta las 13:00h según el CMVG. A partir de esa hora, se aprecia un descenso de tan solo 0,3ºC hasta las 17:00h y uno más marcado, de 2,7ºC, entre las 17:00h y las 21:00h. Mientras que, de acuerdo a las mediciones hechas en el interior, la Ti aumenta en 1,3ºC entre las 9:00 y 15:00h, con una variación máxima de 0,5ºC entre una medición y otra; a partir de ese momento y hasta las 21:00h se produce un descenso total de 1ºC, con disminución entre una medición y otra de 0,2; 0,5 y 0,3º. En lo que respecta a los datos de la parcela, la Te aumenta 1,15ºC entre las 9:00h y las 15:00h, con variaciones entre un dato y otro de 0,83; 0,12 y 0,2ºC y, a partir de esa hora, experimenta un descenso variable, primero

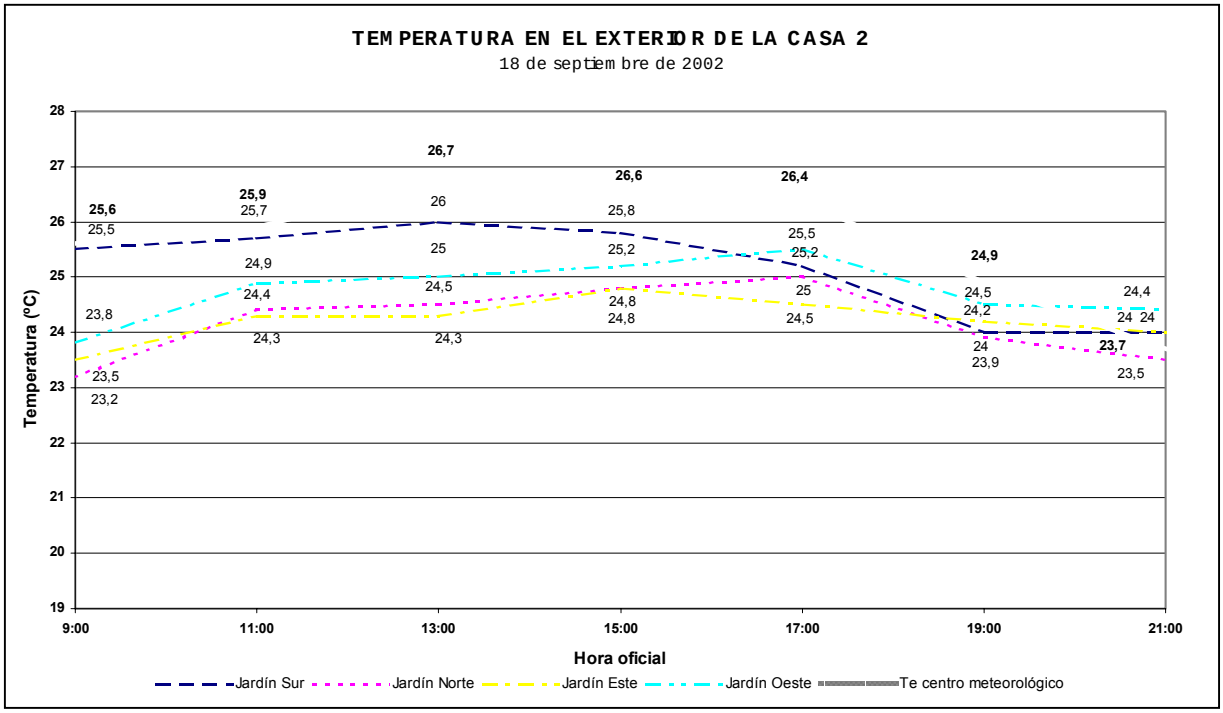


Gráfico 71. Temperaturas ambientes de los jardines de la casa dos y temperatura exterior según el CMVG el mismo día

de 0,1ºC, después de 0,9ºC y finalmente de 0,17ºC.

Los registros de la Te de los jardines de la casa 2 que se representan en la gráfica anterior, son un tanto superiores a los del interior. En efecto, en el interior oscilan entre 22 y 26ºC, mientras que en los jardines los valores fluctúan entre 23,2 y 26ºC, coincidiendo en la $T_{máx}$ alcanzada. La $T_{máx}$ del día, 26ºC, tiene lugar a las 13:00h en el **jardín sur**, mientras que la $T_{mín}$ registrada, 23,2ºC, se da en el **jardín norte** a las 9:00h. En cuanto a las variaciones diarias, debemos señalar que éstas no son muy marcadas; 2ºC en el **jardín sur**, 1,8ºC en el **norte**, 1,7ºC en el **oeste** a 1,3ºC en el **este.**

El **jardín sur** es el que mantiene las $T_{máx}$ durante aproximadamente todo el día, mientras que el **este** es el que marca las $T_{mín}$, en la mayoría de las mediciones. También observamos que, durante la mayor parte del día, no existen discrepancias muy notables entre este jardín y el ubicado al **norte** de la parcela. Así mismo, hay que agregar que el **jardín oeste** presenta una curva muy similar a la del **norte**, aunque los valores de su Te se ubican entre 0,4 y 0,9ºC por encima de este último. Igualmente, debemos destacar que a lo largo del día no se llegan a producir fuertes incrementos o descensos de la Te. La variación máxima de 1,2ºC tiene lugar en el **jardín sur** entre las 17:00 y 19:00h, pero en otros momentos la Te se mantiene igual, en casi todos los jardines, específicamente entre las 11:00 y las 13:00h y, entre las 19:00 y las 21:00h, cuando las variaciones máximas son de 0,3 y 0,4ºC, respectivamente.

Foto 92. Sala de la Casa 2

Otro aspecto que queremos señalar es el hecho de que las $T_{máx}$ se alcanzan en diferentes momentos del día. En el **jardín sur**, por ejemplo, la $Te_{máx}$ se mide a las 13:00h (26ºC), en el **este** a las 15:00h (24,8ºC), mientras que en el **oeste** y en el **norte** la $Te_{máx}$ del día se marca a las 17:00h (25,5 y 25ºC, respectivamente). Estas diferencias se pueden explicar si se toma en cuenta la ubicación de cada punto de medición dentro de la parcela, ya que existen condiciones diversas que alteran la incidencia directa de los rayos solares, del aire, así como el %HR, los que a su vez modifican la Te de cada jardín.

En el gráfico siguiente se muestran la temperatura ambiente interior de la casa dos durante un día típico de verano. De acuerdo a lo observado, la temperatura interior fluctúa entre los 22 y los 26ºC, valores que representan la mínima y máxima temperatura del día.

Foto 93. Habitación 3

A lo largo del día, los comportamientos térmicos difieren en las distintas áreas de esta vivienda. No obstante, algunos espacios se asemejan, sino exactamente en los valores de temperatura sí, en la forma de sus curvas. Además, cabe resaltar que todos marcan los niveles mínimos de temperatura durante el primer registro o en las dos últimas mediciones, mientras que las máximas temperaturas registradas se dan en la **sala**, **el**

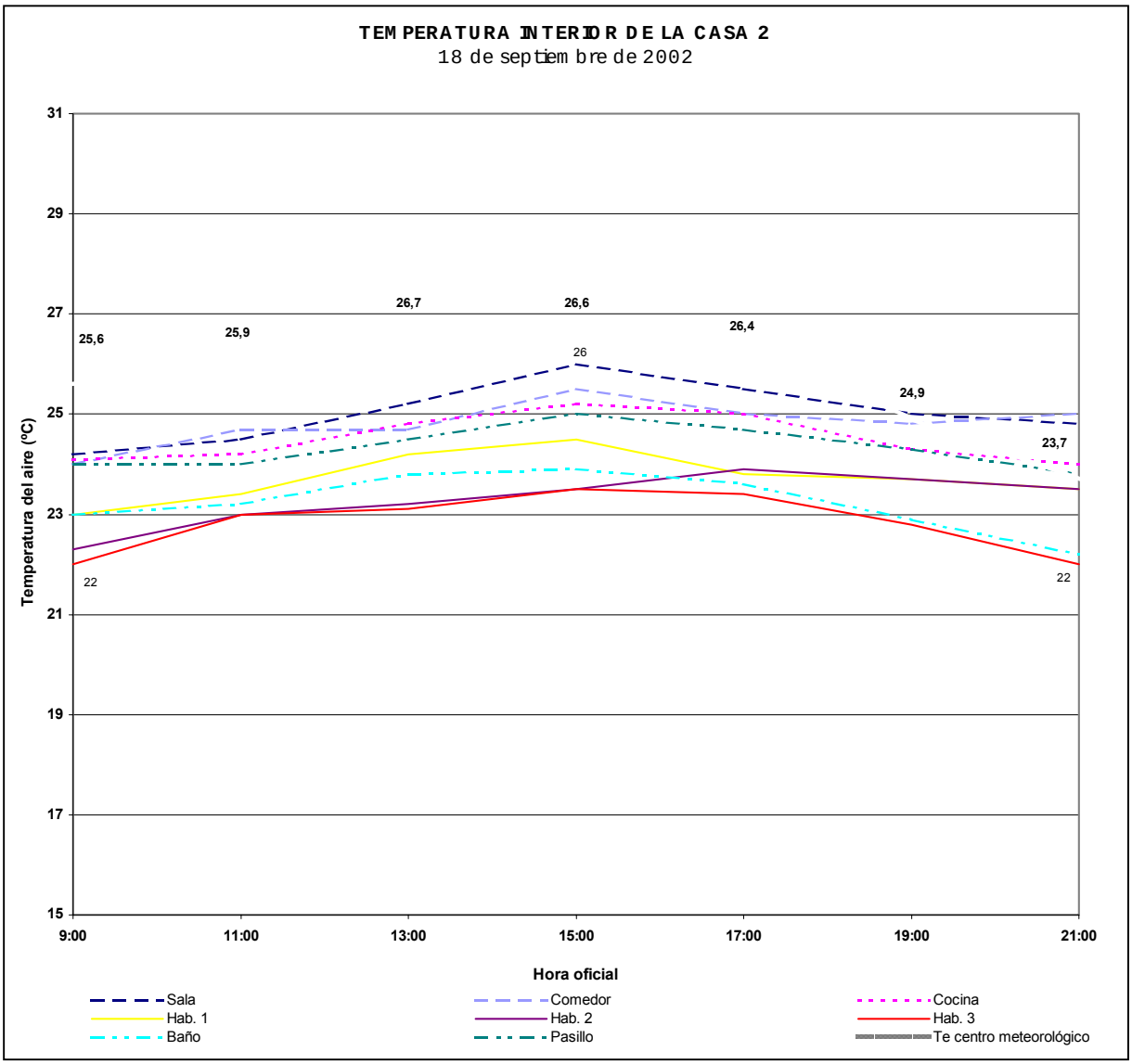


Gráfico 72. Temperaturas interiores de cada espacio de la casa dos y temperatura exterior según los datos del CMVG del mismo día

comedor, la **cocina**, el **pasillo**, la **hab. uno** y **tres** y el **baño** a las 15:00 y, en **la hab. dos,** a las 17:00h.

La **sala** y el **comedor** presentan un comportamiento muy parecido durante todo el día, pero la sala es la que registra la temperatura más elevada. En ambos casos, se da un incremento gradual de la temperatura entre las 9:00h y las 15:00h, cuando se alcanzan los máximos valores del día, 26 y 25,5ºC. A partir de esa hora, la Ti empieza a descender, aunque de forma más suave. Tenemos que señalar que la temperatura en estos espacios es muy cercana a la del CMVG durante gran parte de las mediciones, aunque a las 19:00h y 21:00h superan esos datos.

La **hab.3** es, por el contrario, la que anota los niveles más bajos de Ti en todas las mediciones; de hecho, es aquí donde se registra la mínima del día, 22ºC, a las 9:00h y 21:00h. Además, es el lugar donde tiene lugar la máxima variación de la Ti entre una medición y otra; como entre las 9:00h y 11:00h cuando aumenta 1ºC.

La **hab.2** marca unos valores muy similares a los de la habitación tres entre las 9:00h y las 15:00h, pero en la siguientes mediciones los datos se ubican hasta 1,5ºC por encima. Es el área de la vivienda que registra su máxima temperatura a las 17:00h, a diferencia de las demás, y quien menos reducción térmica presenta a partir de ese momento, 0,2ºC entre una medición y otra. En la **hab.1,** se observa que, entre las 9:00h y las 15:00h, la temperatura aumenta 1,5ºC, pasando de 23 a 24,5ºC, pero a partir de esa hora experimenta una disminución de su temperatura de 1ºC hasta las 21:00h, cuando prácticamente alcanza el valor registrado por el CMVG.

En la **cocina** y el **pasillo** apreciamos una leve variación diaria de la temperatura. De hecho, ésta apenas se incrementa en 1ºC entre las 9:00h y las 15:00, y desciende en 1,2ºC hasta las 21:00h. Asimismo, debemos señalar que presentan unos valores muy similares a los de la sala y el comedor, así como a los valores de temperatura registrados por el centro meteorológico, llegando a las 21:00h prácticamente a coincidir con los valores registrados en el Centro.

El **baño**, junto con la **hab.3**, es uno de los espacios que presenta las $T_{mín}$ del día, entre 22,2 y 23,9ºC. Durante las primeras mediciones el incremento de la Ti no es muy significativo, pues no aumenta ni 1ºC entre las 9:00 y las 15:00h. Sin embargo, el descenso tiende a ser más marcado, ya que se reduce en 1,5 ºC entre las 15:00 y las 21:00. Además, podemos ver que en ningún momento del día la Ti de esta zona se acerca a la Te determinada por el CMVG.

Como se ha podido observar, los valores medios de la temperatura interior de esta casa son muy similares a los del CMVG; con 2,5ºC de diferencia máxima entre ellos. Más aún, en el último registro del día, los valores llegan casi a igualarse. Esto nos puede estar indicando la existencia de un escaso aislamiento térmico de la vivienda, de manera que la misma se ve afectada de forma directa por las variaciones térmicas del exterior durante esta época del año.

- **Humedad relativa:**

Al analizar los valores medios de la HR del interior de la casa 2 con los de sus jardines, así como con los registros del CMVG, que aparecen en el gráfico siguiente, se puede ver un cierto parecido entre las curvas, a pesar de que los valores son diferentes.

En primer lugar, debemos advertir que los máximos %HR se marcan en los jardines de la casa dos a lo largo de todo el día, mientras que los mínimos %HR son registrados por el CMVG. En la parcela, los datos fluctúan entre el 93,5 y el 76,5% de HR; en el

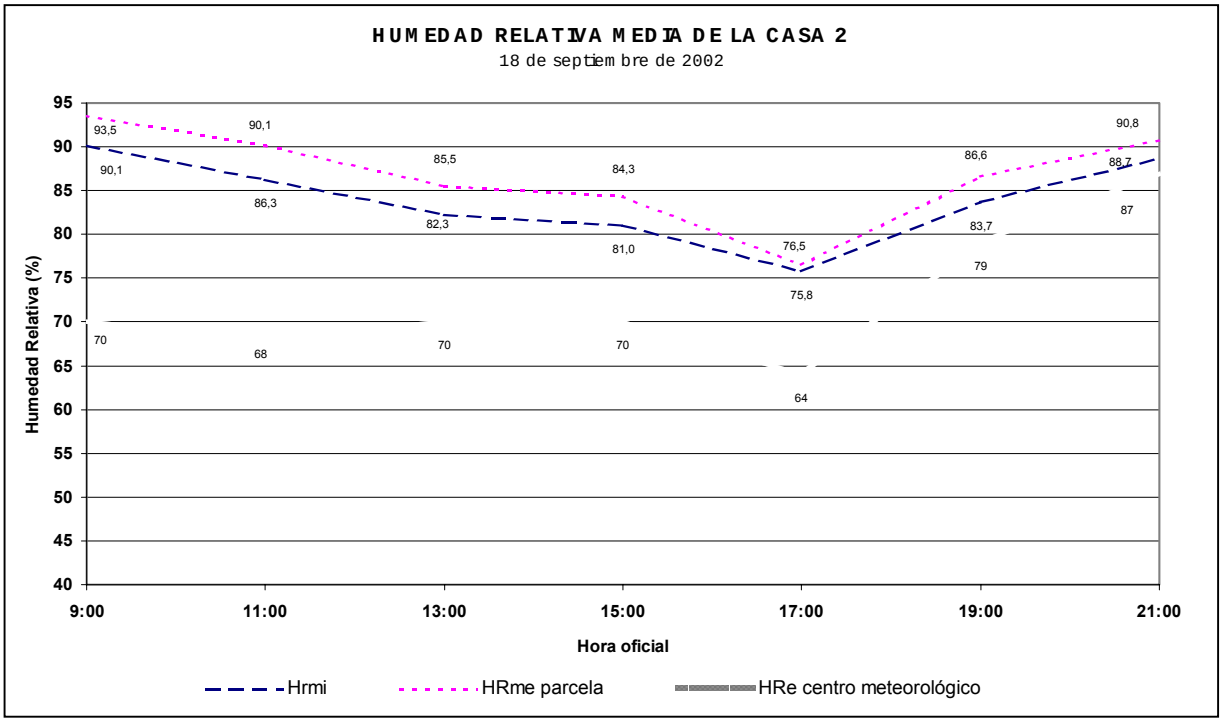


Gráfico 73. Humedad relativa media interior de la casa dos (HR_{mi}), exterior según datos de la parcela (HR_{me}) y el CMVG del mismo día

interior de la casa, oscila entre el 90,1 y el 75,8% y, de acuerdo al CMVG, la HR varía entre el 64 y el 87%.

En segundo lugar, existe una leve diferencia entre los datos del interior de la casa y los valores medios de los jardines. En efecto, la diferencia máxima entre sus valores es de 3,8%, a las 11:00h. Mientras que los datos reportados por el CMVG marcan diferencias máximas del 20,1% con el interior de la vivienda y del 23,5% con la media de los jardines, a las 9:00h.

Si se observa el siguiente gráfico, en el cual se representan

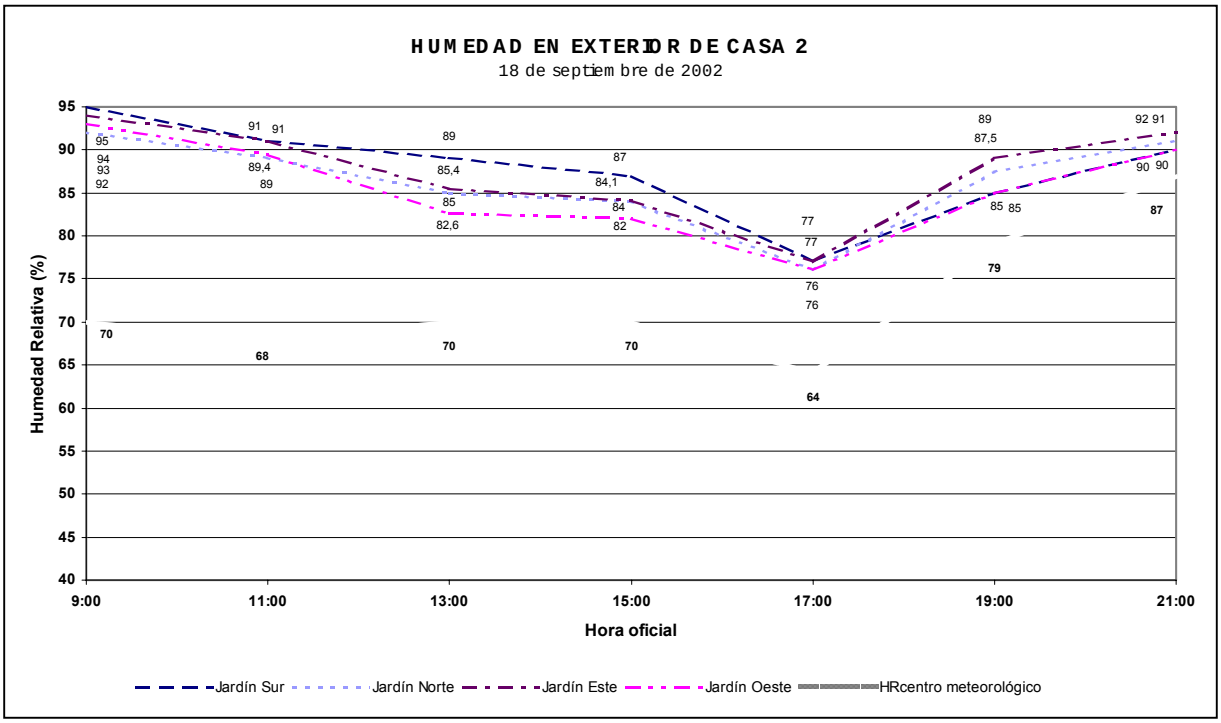


Gráfico 74. Humedad relativa medida en los diferentes jardines y por el centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú

los valores de HR de cada uno de los jardines de la casa dos así como los registrados por el CMVG, apreciamos una cierta semejanza entre todas las curvas, aunque los jardines presentan unos valores más elevados que los anotados por el centro.

Por una parte, observamos ciertas similitudes entre las curvas de los distintos jardines, las que muestran una misma tendencia diaria, pero con valores diferentes. Entre las semejanzas tenemos, en primer lugar, que todos los jardines coinciden en registrar las $\%HR_{mín}$ a las 17:00h, 76% los jardines oeste y norte y, 77% los otros dos. En segundo lugar, el máximo %HR del día se anota en la primera medición, con valores del 98% en el jardín sur, 94% en el este, 93% en el oeste y 92% en el norte. Tercero, entre las 15:00h y 17:00h los valores de HR de todos los jardines descienden notablemente, 7% en el jardín oeste, 13% en el norte, 13,5% en el este y 15% en el sur. En cuarto lugar, entre las 17:00h y 19:00h ocurre un fuerte incremento de la HR en todas las áreas; de hecho, aumenta en un 10% en el jardín sur, 10,4% en el oeste, 11,8% en el norte y 13% en el este.

Por otra parte, notamos que una de las diferencias entre las curvas de HRe de los jardines y la curva del CMVG es el hecho de que esta última presenta el mayor % de HR del día a las 21:00h (87%), mientras que la curva de los jardines la marcan a las 9:00h. Además, entre las 11:00 y las 13:00h, los datos de la parcela muestran una reducción de la HR, mientras a las 13:00h el centro meteorológico retoma el valor de las 9:00h. Igualmente, vemos que existe una diferencia mínima de 22% a las 9:00h, 21% a las 11:00h, 12,6% a las 13:00h, 12% a las 15:00 y 17:00h, 6% a las 19:00h y 3% a las 21:00h entre los valores registrados por el centro meteorológico y los datos de los jardines que presentan los valores más bajos en cada medición.

De modo general, podemos afirmar que la HR en los jardines tiende a disminuir entre las 9:00h y las 17:00h y a aumentar a partir de las 17:00h. Las variaciones máximas entre un registro y otro se dan entre las 15:00h y 17:00h o entre las 17:00h y las 19:00h. La $HR_{mín}$ y $HR_{máx}$ del día fluctúan entre el 76%, registrado a las 17:00h en los **jardines norte** y **oeste**, y el 95%, a las 9:00h en el **jardín sur**.

En el gráfico y la tabla que se presentan a continuación, se pueden observar los valores de HR de cada uno de los espacios a lo largo de un día típico de verano, lo que nos permite determinar el comportamiento y las variaciones de la HR en la casa dos. Como se puede apreciar, algunos recintos registran valores iguales o parecidos a determinadas horas, Además, la tendencia general es a la reducción de la HR hasta las 17:00h, momento cuando empieza a aumentar.

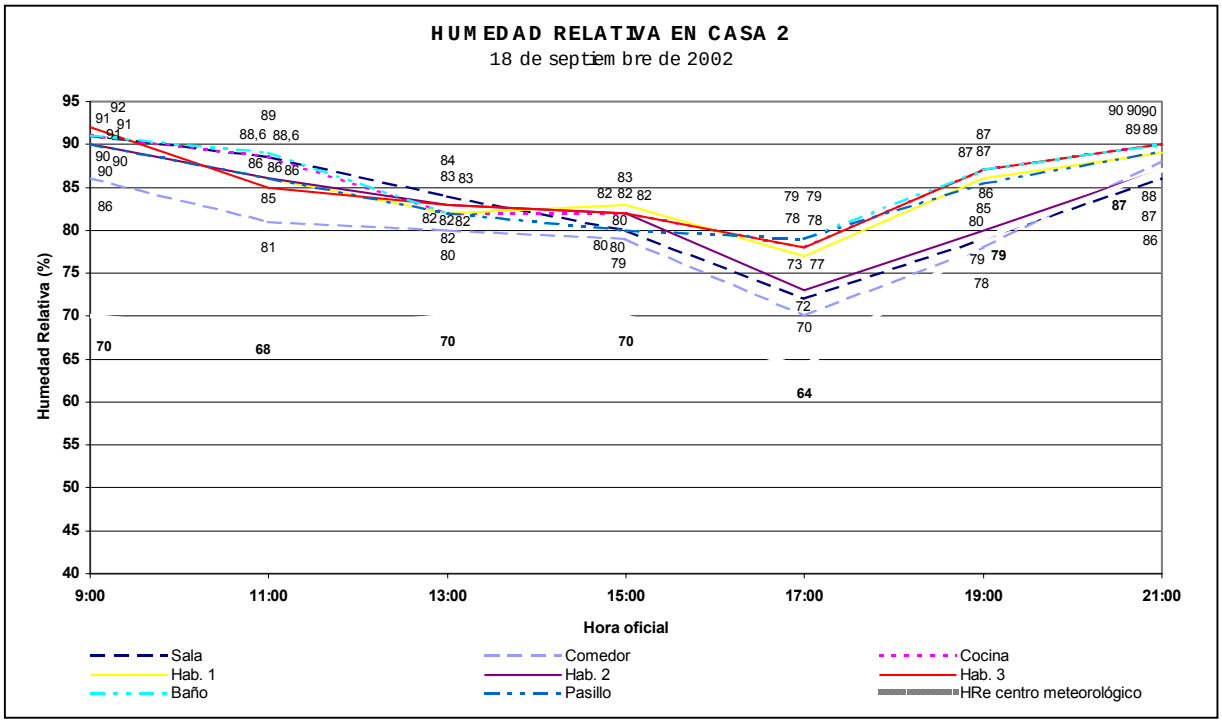


Gráfico 74. Humedad relativa medida en los diferentes espacios de la casa dos comparados con la humedad relativa según datos del centro meteorológico de Vilanova i La Geltrú

Tabla 18. Humedad Relativa Interior de la Casa 2. 18 de septiembre de 2002

Hora	Sala	Comedor	Cocina	Hab. 1	Hab. 2	Hab. 3	Baño	Pasillo
9:00	91	86	91	90	90	92	91	90
11:00	88,6	81	88,6	86	86	85	89	86
13:00	84	80	82	82	83	83	82	82
15:00	80	79	82	83	82	82	80	80
17:00	72	70	78	77	73	78	79	79
19:00	79	78	87	86	80	87	87	85
21:00	86	88	90	89	87	90	90	89

Es de hacer notar que, del mismo modo que ocurre con la Temperatura, las curvas de HRi de los espacios son muy semejantes a la curva de HRe según los datos registrados por el CMVG. Asimismo, se puede afirmar que aún cuando existen ciertas diferencias entre los valores obtenidos en el interior, estos son mayores a los aportados por el centro en casi la totalidad de las mediciones.

La $HR_{máx}$ del día se observa en la **hab.3,** a las 9:00h, y corresponde al 92%. En tanto que el valor mínimo, equivalente al 70%, se produce en el **comedor** a las 17:00h, convirtiéndolo en el área de la donde se alcanzan los niveles más bajos de HR a lo largo del día. Asimismo, la **hab.3**, la **cocina** y el **baño** son los que presentan los %HR más elevados a lo largo de casi todo el día, mientras que los espacios donde se registran las $HR_{mín}$ son la **sala,** el **comedor** y la **hab.2**.

El **pasillo**, por su parte, es el que muestra menos variación en la HR del día, pues varía en un 11%. Al igual que otros espacios, como la hab.2 y la sala, se caracteriza por ser el recinto con una mayor variación en el porcentaje de humedad

relativa del día. Además, junto con el comedor, mantiene el %HR más bajo a partir de las 15:00 horas, llegando a valores muy cercanos a los registrados por el CMVG.

Como se puede ver en el gráfico, a excepción de la **sala**, el **comedor** y la **hab.2**, los demás espacios experimentan un comportamiento más o menos similar; de hecho, los valores de estas áreas se diferencian entre sí, como máximo, en un 4%, como ocurre a las 11:00h cuando la hab.3 registra un 85% HR y el baño un 89%.

Resulta relevante señalar que, del mismo modo que ocurre en el interior de la casa 2, la HR_m de los jardines superan los registrados por el CMVG, debido principalmente a las características particulares de algunos de ellos donde ciertos factores microclimáticos pueden haber aumentado el valor medio. También ocurre debido a la influencia de otros parámetros propios del lugar, como la cercanía al mar. Recordemos que esta vivienda se encuentra en la primera fila del frente marítimo, es decir a 100m, aproximadamente, del mar.

Tenemos también que destacar la escasa diferencia entre los valores de la HR_i de la casa con los del exterior, lo cual estaría demostrando el poco aislamiento presente en la edificación, de modo que la fluctuación del %HR estaría muy directamente relacionada con los cambios ocurridos en el exterior. Tal como ocurre también en esta casa, pero con la temperatura del aire.

Para tener una visión más global del comportamiento térmico de la vivienda dos en un día típico de verano consideremos conjuntamente los resultados de la T_a y la HR. En este caso, la T_{mi} oscila entre 23,3 y 24,6ºC (22º y 26ºC son $T_{máx.}$ Y $T_{mín}$ interior), mientras que los promedios de HR fluctúan entre el 75,8 y 90,1% en el interior de la vivienda (70 y 92% de HR_{min} y $HR_{máx}$ interior), aunque mayor al 80% en la mayor parte de los registros.

Si analizamos estos datos de la gráfica de Givoni vemos que para estos rangos de Ta, con un % de HR cercano al 75%, la vivienda se encuentra todavía dentro del área de bienestar, aunque muy de cerca de la llamada área de bienestar admisible. Sin embargo, cuando los % de HR superan el 75 o el 80%, la vivienda se califica como cálida y húmeda y se genera un problema en las condiciones de bienestar por la elevada humedad. En este caso, la idea es reforzar la ventilación de cada uno de los

espacios en esta época del año para reducir los efectos de la sobre-humidificación y facilitar así la evapotranspiración.

Asimismo, si se toman en cuenta los valores considerados como adecuados en el verano para edificaciones de esta región por Serra y Coch (1995), quienes aconsejan temperaturas de 25 a 27ºC con HR entre 50 al 55%, apreciamos que, aunque las primeras pueden ser un tanto superiores a las Ti registradas en algunos espacios de la casa dos, los %HRi de la vivienda dos son más elevados, generándose un espacio más bien fresco y húmedo para esta época del año.

- **Temperatura radiante:**

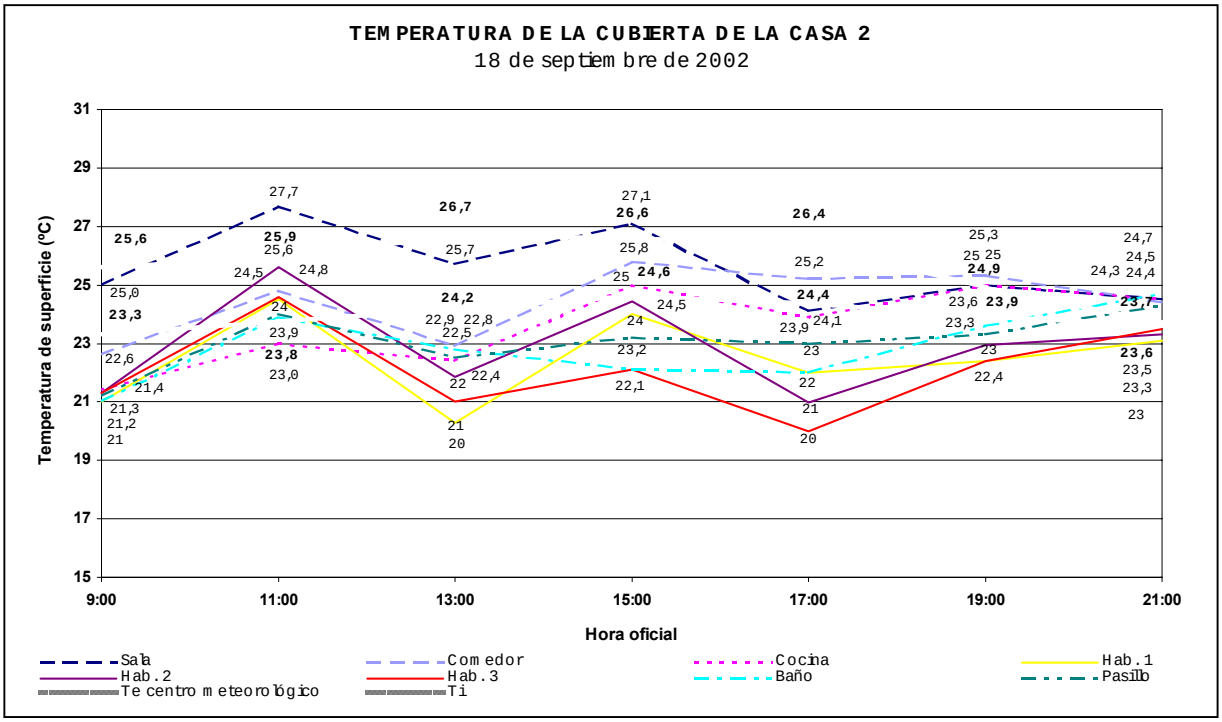


Gráfico 75. Temperaturas de la cubierta registrada en cada espacio comparadas con temperatura ambiente interior y exterior

De acuerdo a la gráfica anterior que representa la temperatura de la cubierta de la casa 2, existen notables diferencias entre los distintos puntos del interior de la edificación. En primer lugar, cabe señalar que la marcada diferencia entre los valores de la temperatura de la cubierta de los diversos espacios puede ser fácilmente observada al ubicar los valores máximos y mínimos del día en 27,7 y 20ºC, con una diferencia de 7,7ºC. La máxima alcanzada tiene lugar a las 11:00h en la **sala**, mientras que la mínima se da a las 13:00h y 17:00h en las **hab. 1 y 3**, respectivamente.

Sin embargo, las diferencias de temperatura no solamente se pueden ver en el hecho de tener unos valores hasta con 7,7ºC de diferencia, sino también, en la forma de cada una de las curvas

y en las disimilitudes existentes a una misma hora entre un espacio y otro. Un ejemplo de esto es lo que sucede a las 9:00h, cuando se alcanza una temperatura de 25ºC en la **sala**, mientras que a esa misma hora se anotan 21ºC en la **hab.1** y en el **baño**.

Asimismo, podemos destacar que las curvas de la sala, la cocina, el comedor y las tres habitaciones, presentan ciertas semejanzas, ya que muestran una constante variación de los niveles de temperatura; mientras que las curvas del baño y del pasillo se asemejan entre sí al registrar una primera variación de 2,9 y 2,8ºC, respectivamente, entre las 9:00h y 11:00h para luego mantener unas variaciones menos significativas hasta las 21:00h.

En la sala se miden los niveles de temperatura de la cubierta más elevados hasta las 15:00h, pero a partir de esa hora sus valores se aproximan a los de la cocina y se ubican por debajo de los datos del comedor. Además, hay que señalar que, en determinados momentos, estos valores se encuentran por encima de los datos de la temperatura ambiente exterior establecidos por el centro meteorológico y, prácticamente, todo el día por encima de la temperatura interior.

Por el contrario, en la hab.3 es donde se registran los valores más bajos durante la mayor parte del día. Igualmente, mantiene una temperatura de superficie inferior tanto a la temperatura ambiente exterior como a la temperatura interior en casi todas las mediciones durante todo el día. De igual modo, las otras habitaciones, el baño y el pasillo presentan unos valores por debajo tanto de la temperatura exterior como de la interior durante la mayor parte de los registros; mientras que la cocina y el comedor marcan valores muy próximos a la temperatura ambiente interior.

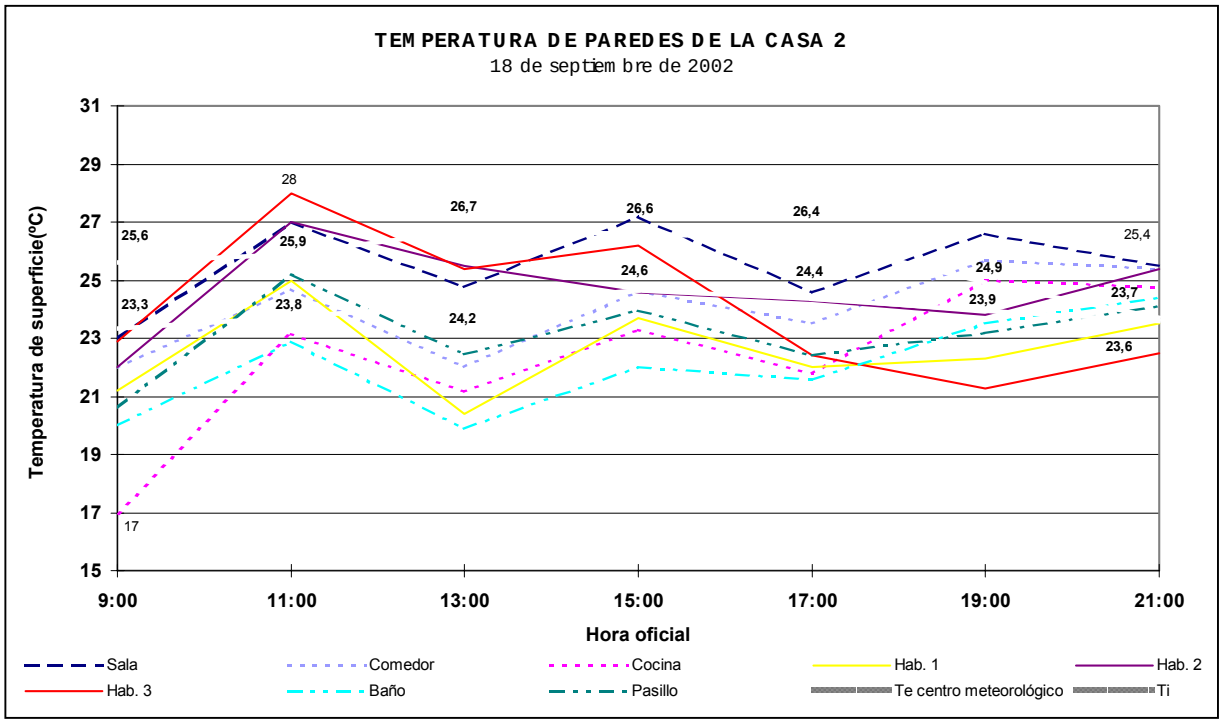


Gráfico 76. Temperaturas de las paredes registradas en cada espacio comparadas con temperatura ambiente interior y exterior

De acuerdo a las mediciones de la temperatura de las paredes de los diferentes espacios, como se puede observar en el gráfico 76, existen ciertas similitudes en la forma de las curvas de las distintas áreas, pero existen pocas coincidencias en los registros obtenidos.

A lo largo del día, los valores de la temperatura de las paredes fluctúan entre 17 y 28ºC. El valor mínimo lo marca la **cocina** a las 9:00h, mientras que el máximo se anota a las 11:00h en la **hab.3**. No obstante, cabe decir que estos espacios no son los que registran los $T_{máx}$ o las $T_{mín}$ durante la mayor parte del día, ya que es el **baño** el que muestra en un mayor número de veces las mínimas temperaturas (4 veces) y la **sala** la que presenta las máximas (4 veces).

Por su parte, es en la **cocina** donde se observa la máxima variación térmica a lo largo del día. En efecto, aumenta 8ºC entre las 9:00h y las 21:00h. Además, es en este espacio donde tiene lugar la mayor variación de temperatura entre una medición y otra, 6ºC entre las 9:00h y las 11:00h. Asimismo, hay que decir que todos los registros presentan una continua variación de los valores de la temperatura de las superficies verticales.

Resulta importante señalar que, en casi todas las mediciones, la mayor parte de los espacios registran en sus paredes temperaturas inferiores a la Te, aunque en determinadas horas en zonas como la **sala**, las **habitaciones 2** y **3** la temperatura supera o se acerca a los datos del CMVG. También vale puntualizar que en algunos momentos la temperatura de las paredes se acerca o supera la Ti; como ya lo hemos dicho, en la **sala** ocurre a lo largo de todo el día, en la **hab.3** entre las 9:00h y las 15:00h, en la **hab.2** entre las 9:00 y las 19:00h, la **cocina** durante las dos últimas mediciones y, en el **comedor**, la **hab.1** y en el **pasillo** en diferentes registros.

Si se observa la gráfica de la temperatura del suelo de la casa 2, apreciamos variaciones menos marcadas de los valores recogidos entre una medición y otra. Aunque también se pueden diferencias significativas entre los valores de las distintas áreas de esta vivienda.

La máxima temperatura del suelo se presenta en la **sala** (27ºC), ubicada al S, mientras que el valor más bajo se anota en la **hab.1** (22,4ºC), localizada al NE. Además, hay que destacar que en zonas como la **sala**, el **comedor** y en la **hab.2** la temperatura media interior se supera durante todo el día; al tiempo que en la **hab.3,** los valores de la temperatura del suelo se ubican por encima de la temperatura ambiente hasta las 17:00h. En la **cocina,** esto mismo ocurre a partir de las 17:00h, pero durante los otros registros los valores son muy similares a la temperatura interior. Así mismo, el **pasillo** muestra unos valores inferiores a la temperatura ambiente de la casa dos en todas las mediciones. En el **baño**, a excepción del último registro, sucede lo mismo.

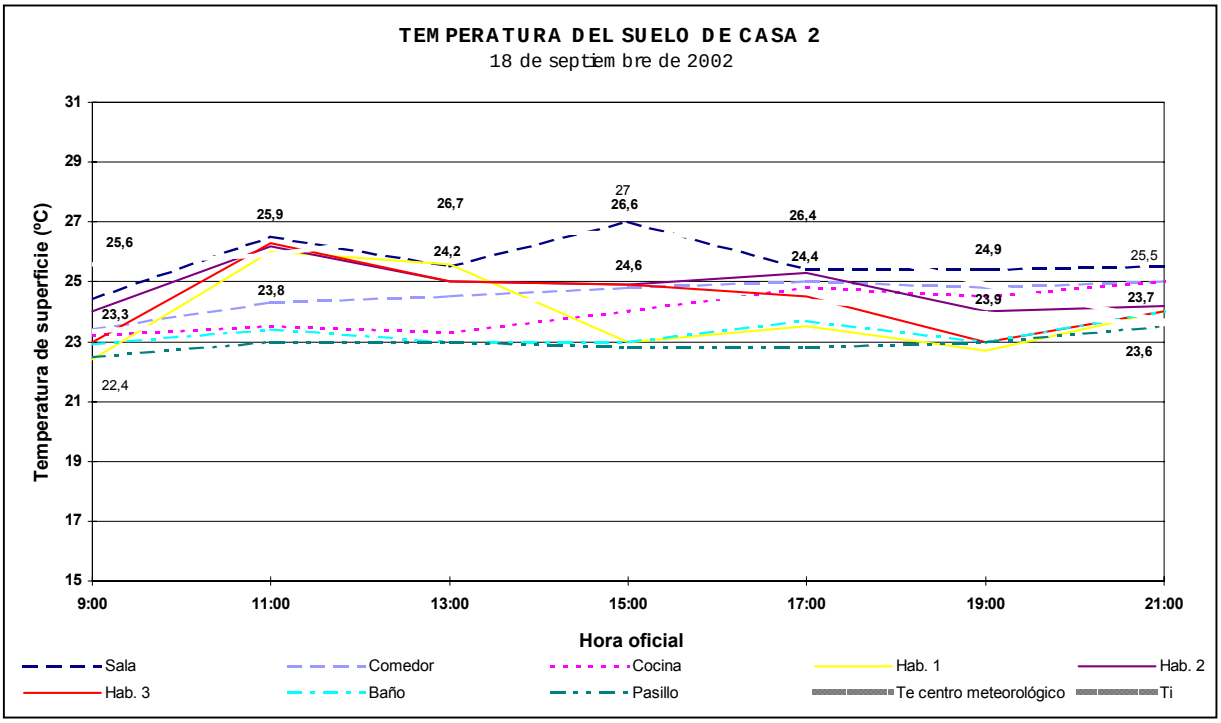


Gráfico 77. Temperaturas del suelo registradas en cada espacio comparadas con temperatura ambiente interior y exterior

Otro aspecto relevante de este gráfico es que, entre las 9:00h y las 11:00h, la temperatura asciende 2,2; 3,3 y 3,6ºC en las habitaciones para luego descender hasta las 19:00h. En el comedor y en la cocina, la tendencia durante todo el día es al aumento; en el baño y en el pasillo, la temperatura prácticamente no varía y, en la sala se produce una variación constante, con tendencia a aumentar hasta las 15:00h y luego a descender hasta las 17:00h para mantenerse prácticamente igual hasta las 21:00h.

En la gráfica siguiente, se representan las curvas Ti y Te según el CMVG, las temperaturas radiantes y las temperaturas de

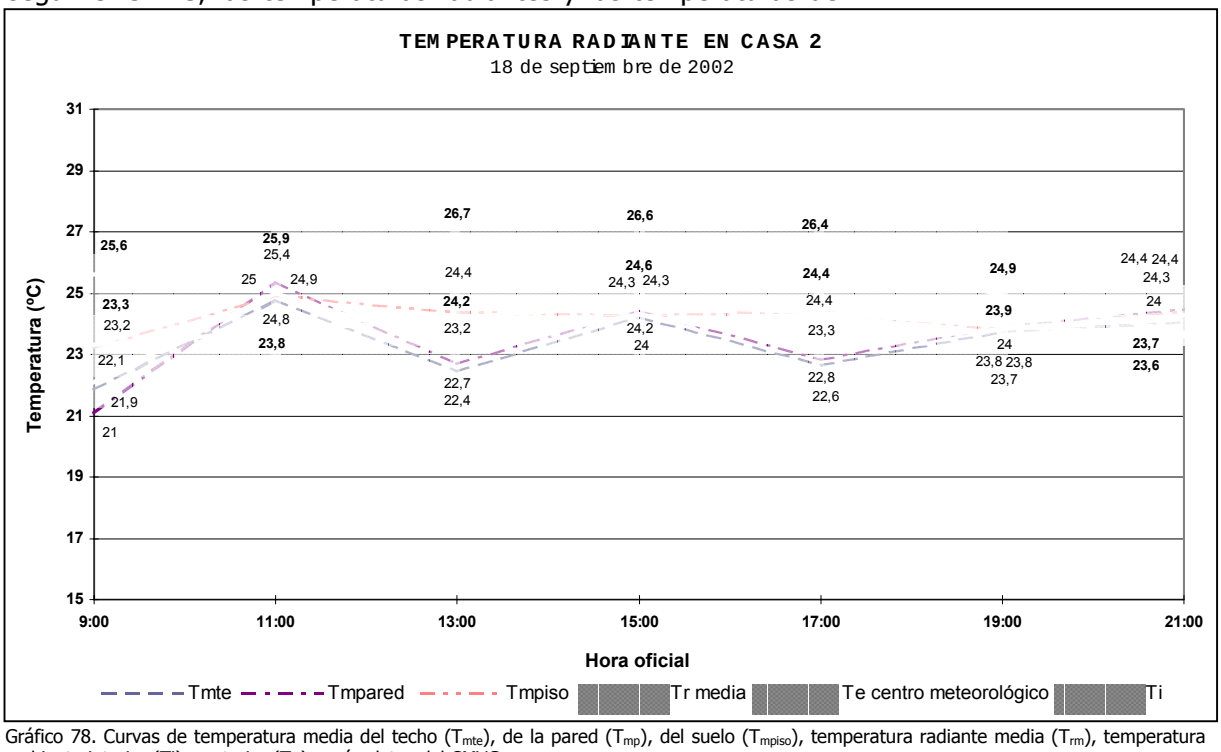


Gráfico 78. Curvas de temperatura media del techo (T_{mte}), de la pared (T_{mp}), del suelo (T_{mpiso}), temperatura radiante media (T_{rm}), temperatura ambiente interior (Ti) y exterior (Te) según datos del CMVG

las superficies envolventes. Entre los aspectos más resaltantes de esta gráfica, tenemos que, a excepción del último registro, todos los valores se encuentran por debajo de la Te_m por el CMVG. Mientras que, a partir de las 17:00h, las Te y la Ti tienden a descender, las temperaturas de las superficies aumentan sus valores.

Igualmente, hay que señalar que la Tr a lo largo de casi todo el día se encuentra por debajo de la Ti, 2,3ºC como máximo de diferencia, pero, a las 11:00h y 21:00h, la supera hasta en 1,6ºC. No obstante, estas diferencias no son lo suficientemente elevadas como para afectar de modo significativo la temperatura de sensación.

En cuanto al comportamiento de la cubierta, notamos que éste es muy similar al de las paredes interiores, ya que los valores de la temperatura del techo y de las paredes en el interior de la vivienda son los más bajos en la mayor parte de los registros y, junto con los valores de la Tr de toda la vivienda son los más variables. De hecho, entre una medición y otra, ascienden o descienden entre 0,3 y 4,4ºC. Además, se mantienen con T semejantes a lo largo de todo el día.

En síntesis, como se ha podido apreciar en las diferentes gráficas de temperatura de la casa dos, la forma y la cantidad de radiación de la temperatura desde la envolvente al interior de la vivienda es diferente en cada una de las zonas, lo cual responde a la ubicación de cada espacio dentro de la casa 2, la orientación de las paredes y los materiales constructivos utilizados. Además, hay que tomar en cuenta la presencia de algunos elementos naturales o constructivos que impiden que la envolvente de esta edificación reciba radiación solar como, por ejemplo, el edificio de varias plantas ubicado al oeste, en la parcela siguiente; los árboles y arbustos alrededor de la vivienda y la presencia de otras viviendas de dos plantas al este, noreste y norte.

Por otra parte, se puede afirmar que a pesar de que la Tr no modifica en gran medida la temperatura de sensación en esta época del año por ser muy parecida a la temperatura interior, en determinados momentos las temperaturas de algunas de las superficies pueden generar un leve aumento o descenso de la misma.

- **Movimiento del aire:**

Si comparamos las observaciones realizadas en el interior de la vivienda, con las de la parcela y con los valores de Vv y Vd obtenidos por el CMVG, apreciamos algunos aspectos relevantes los cuales se pueden ver en la siguiente gráfica de velocidades medias del aire.

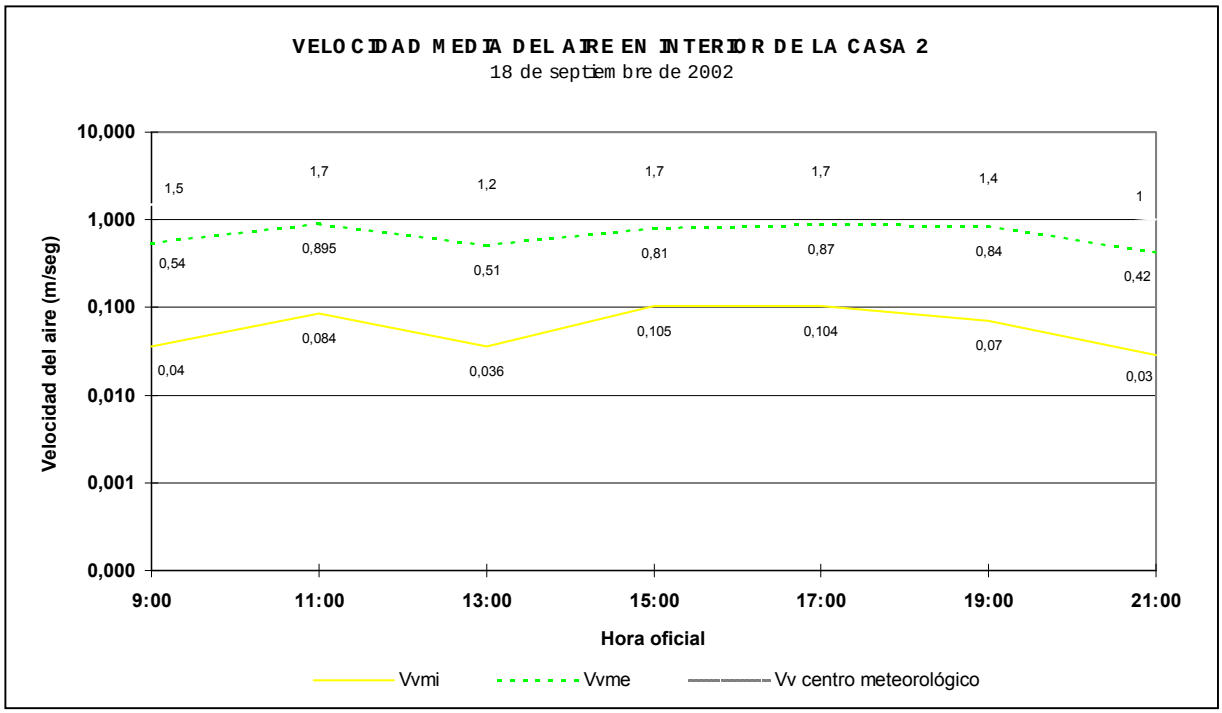


Gráfico 79. Velocidades del viento media interior, exterior tomada en la parcela y exterior registrada por el CMVG

Por una parte, resaltan notables diferencias entre las Vv registradas en el interior de la casa dos, en la parcela y los datos aportados por el centro. En efecto, en el exterior, según el CMVG, la $Vv_{máx}$ del aire es de 1,7m/s, mientras que en los jardines es de 0,895m/s y, en el interior, es de apenas de 0,105m/s. Por otra parte, la $Vve_{máx}$ se registra en tres ocasiones, a las 11:00h, 15:00h y 17:00h, según el CMVG, mientras que en la parcela y en el interior de la vivienda dos, ésta se alcanza solamente en un momento del día, a las 11:00 y 15:00h, respectivamente. No obstante, debemos señalar que las curvas guardan ciertas similitudes en la tendencia general.

Sobre la dirección y la velocidad del flujo del aire en Vilanova i la Geltrú, si se toman en cuenta solamente los datos correspondientes a las horas en que se realizaron las mediciones en la parcela, (Graf.80) podemos notar que el viento llega en más ocasiones desde el **S**; puesto que de los siete registros en tres llega desde allí, uno del **SSE**, **SE, SEE** y del **NE**. Asimismo, de los veintiséis registros realizados por el CMVG, en

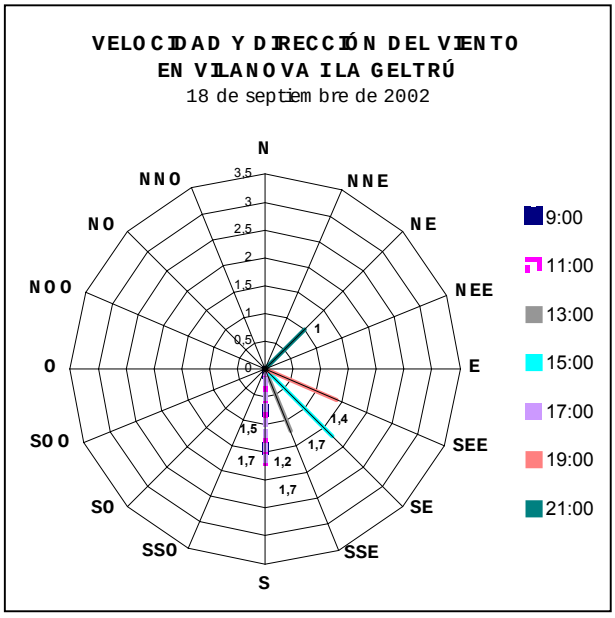


Gráfico 80. Velocidades y dirección del viento registrada por el CMVG a las mismas horas que se hicieron las tomas de datos en la casa 2

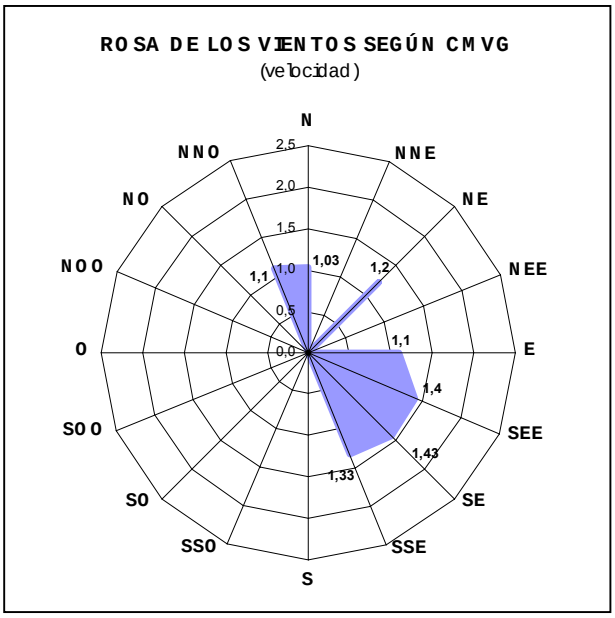


Gráfico 81. Velocidades medias del viento según la dirección de donde provienen según el CMVG

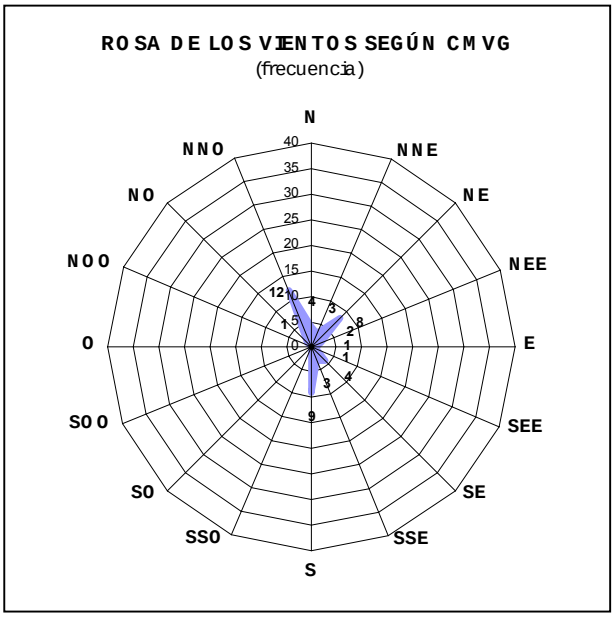


Gráfico 82. Frecuencia del viento según datos del centro meteorológico a lo largo de todo el día que se hicieron las mediciones en la casa dos

nueve ocasiones aparecen indicados vientos del **S**, pero durante la mayor parte del día los vientos proceden del **NNO**, seguido de corrientes de aire provenientes del **S** y del **NE**.

Ahora bien, si se toman en cuenta los valores medios de la velocidad del aire en función de la dirección de donde provienen, podemos ver en la siguiente rosa de los vientos que las mayores velocidades son alcanzadas por las corrientes del **SE** (1,43m/s), aunque también resultan significativas las velocidades del viento del **SSE** (1,33m/s), **SEE** (1,4m/s), **NE** (1,2m/s) y del **E** y **NNE** (1,1 m/s). Sin embargo, vale señalar que dichos valores hacen que estas corrientes de aire puedan ser calificadas como un aire ligero, que es imperceptible, según la escala de Beaufort.

En cuanto a las frecuencias en la dirección del viento, de acuerdo al CMVG, durante el día de las mediciones los vientos del **NNO** son los más frecuentes, seguidos de los vientos del **S** y del **NE**. No obstante, hay que señalar que durante el período en que se hicieron las mediciones en la casa dos, como se aprecia en la rosa de los vientos del CMVG, el viento llega en un mayor número de veces del S, coincidiendo con los resultados de las mediciones realizadas en la parcela y en el interior de la vivienda.

Con respecto al comportamiento del aire en la parcela, que influye notablemente en la forma como se mueve el aire en el interior de la vivienda, en el siguiente gráfico, se detallan las velocidades del viento en los distintos jardines que bordean la vivienda en un día típico de verano.

Uno de los primeros aspectos que se advierten en la gráfica siguiente es que los jardines muestran una gran variabilidad en la velocidad del viento a lo largo del día, pues presentan diferencias significativas en cada una de las mediciones. La máxima variación del flujo del aire entre una medición y otra es de 0,97m/s y las velocidades registradas en el exterior de la casa dos oscilan entre 0,13m/s, en el jardín oeste, y 1,47m/s, en el jardín este.

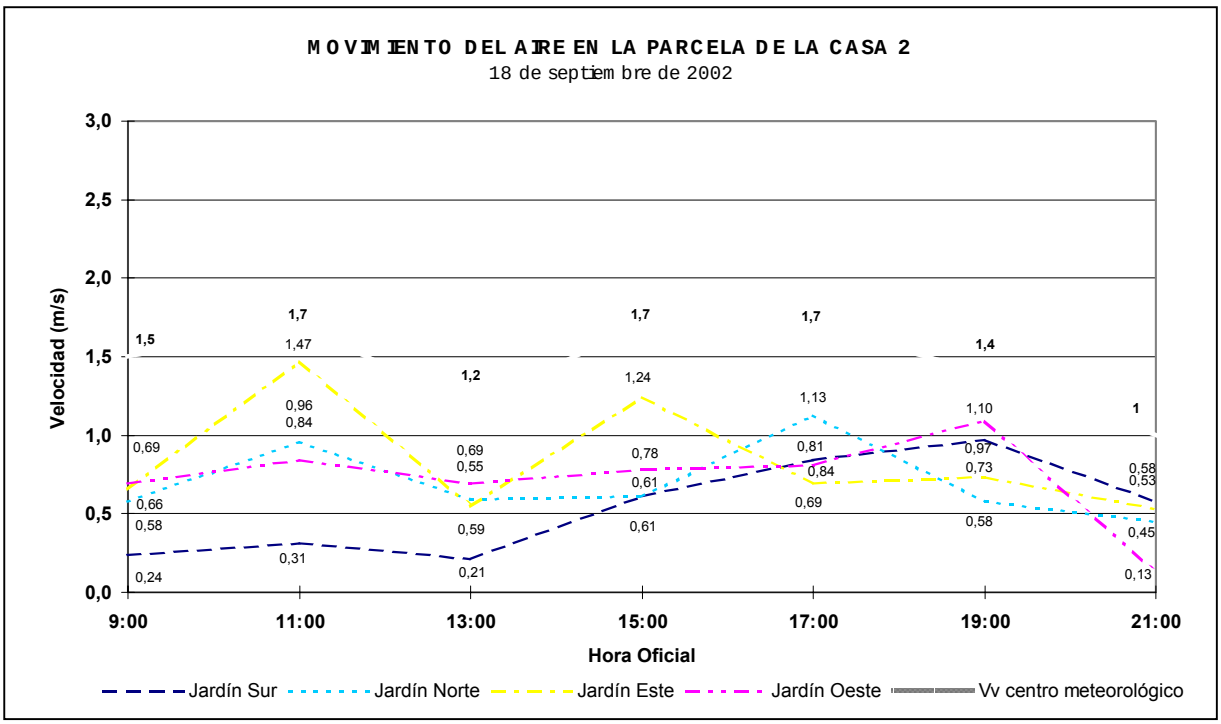


Gráfico 83. Velocidades del viento en la parcela y en el exterior según los datos registrados por el CMVG

También se deben resaltar las marcadas diferencias entre las curvas de cada jardín y, del mismo modo que ocurre en el interior, que las velocidades máximas y mínimas del aire no tienen lugar a una misma hora en toda la parcela. En el **jardín este**, por ejemplo, la máxima velocidad del aire se detecta a las 11:00h (1,47m/s) y la mínima a las 21:00h (0,53m/s), en el **oeste** se precisa una velocidad máxima de 1,10m/s a las 19:00h y 0,13m/s de mínima, a las 21:00h; mientras que en el **jardín norte** se obtuvieron datos de 1,13m/s a las 17:00h y 0,45m/s a las 21:00h y en el **sur**, velocidades máximas y mínimas de 0,97 y 0,21m/s a las 19:00h y 13:00h, respectivamente.

De acuerdo a lo anterior, tenemos que a las 21:00h es cuando se registran los valores de velocidad del aire más bajos en la mayor parte de la parcela, velocidades consideradas, según la escala de Beaufort, como períodos de calma, movimientos del aire que no se perciben.

No obstante, cabe subrayar que algunas de las mínimas velocidades del aire del día se obtienen en el jardín sur entre las 9:00 y las 15:00h, siendo este jardín el que en más ocasiones muestra las velocidades más bajas. Se trata de flujos de aire prácticamente nulos, que pueden ser considerados como de calma.

Como ya se ha mencionado, la velocidad máxima del aire es de 1,47m/s y se produce en el jardín este, con un valor que puede afectar la sensación térmica, pues reduciría en 4ºC aproximadamente la sensación de calor. De hecho, velocidades como 1,24 y 1,13m/s, también pueden llegar a reducir la sensación de calor en 4ºC, mientras que otras velocidades como 1,10; 0,97; 0,96; 0,84 y 0,81 lo pueden hacer en 3ºC y las

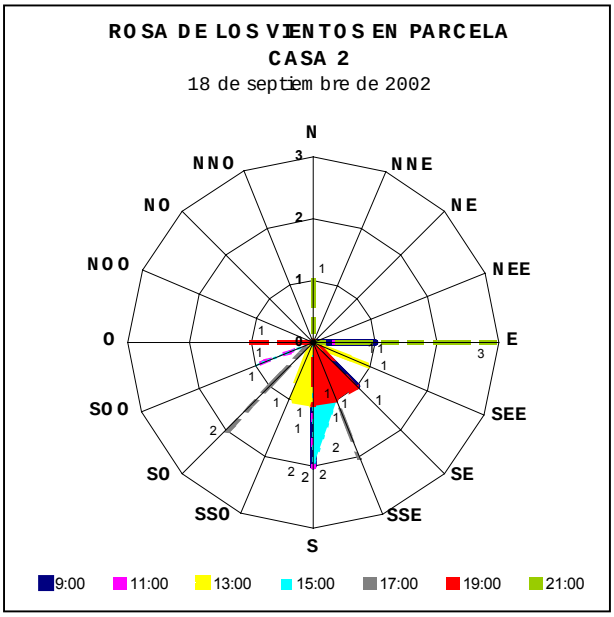


Gráfico 84. Frecuencia del viento en la parcela de la casa dos

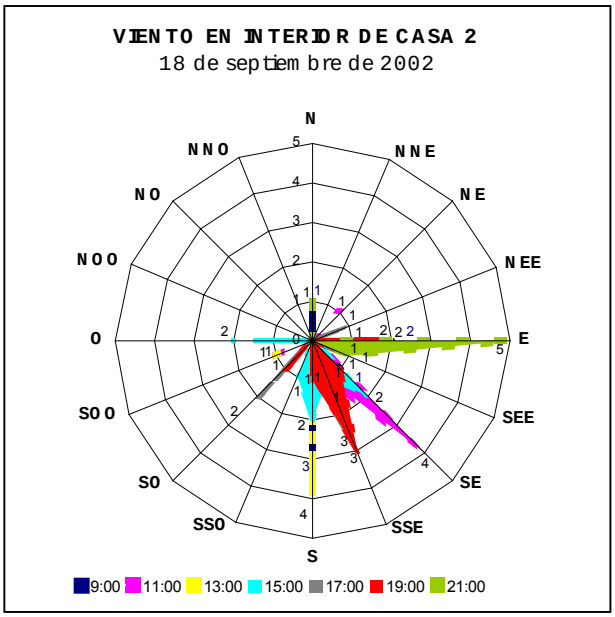


Gráfico 85. Frecuencia de la dirección del aire en el interior

velocidades próximas a los 0,3m/s pueden reducir la sensación térmica en 1 o 2ºC.

Sobre la dirección del viento en la parcela de la casa dos, al observar la rosa de los vientos que se presenta en el gráfico 84, podemos afirmar que, de un modo similar a lo que ocurre en el interior de la casa, la procedencia del flujo del aire es muy variable. Sin embargo, en un mayor número de mediciones, el viento procede del **S**. De hecho, de un total de veintiocho mediciones realizadas ese día, en ocho registros el aire llega desde esa dirección. Las otras procedencias del aire más frecuentes son el E y el SSE, con cinco registros.

Por otra parte, al comparar esta rosa de los vientos con la del gráfico 85, en la cual se representa la dirección del aire en el interior de la casa 2, llama la atención la marcada similitud en la dirección del aire dominante, puesto que en el interior predominan flujos del aire del E y del S, mientras que en el exterior el viento proviene más frecuentemente del **S**, seguido del **E**.

Sin negar la variabilidad en la dirección del viento, se puede afirmar que el viento en la vivienda procede más frecuentemente del **E** y del **S**, ya que es percibido así en más ocasiones en las distintas áreas de esta casa. En efecto, el movimiento procedente del **E** aparece hasta en 5 espacios de la vivienda a las 21:00h, en 2 a las 9:00h, 13:00h y 19:00h y en 1 a las 11:00h. Mientras que el aire desde el **S** es registrado a las 13:00h en 4 áreas, a las 9:00h en 3, a las 15:00h en dos y a las 17h:00 y 19:00h en uno solo. También se nota una cierta frecuencia de corrientes de aire que provienen del **SSE** y del **SE**, pues en la primera dirección se registra a las 17:00h y 19:00h en 3 espacios y a las 11:00h y 15:00h en uno, mientras que de la segunda dirección se miden en 4 espacios a las 11:00h, en 2 a las 15:00h y en 1 a las 9:00h y 19:00h.

De modo general, podemos entonces afirmar que, desde las 9:00h hasta las 15:00h, las corrientes de aire en la casa dos provienen en su mayoría del **S** y del **SE**, es decir desde el mar. Mientras que, entre las 19:00 y 21:00h, a la mayor parte de los recintos el viento les llega desde el E y el SSE.

En cuanto a las velocidades del aire en el interior, de acuerdo a lo representado por el siguiente gráfico, las corrientes de aire se muestran variables a lo largo de todo el día en cada espacio, aunque cabe destacar que en ningún recinto se alcanza el 1m/s.

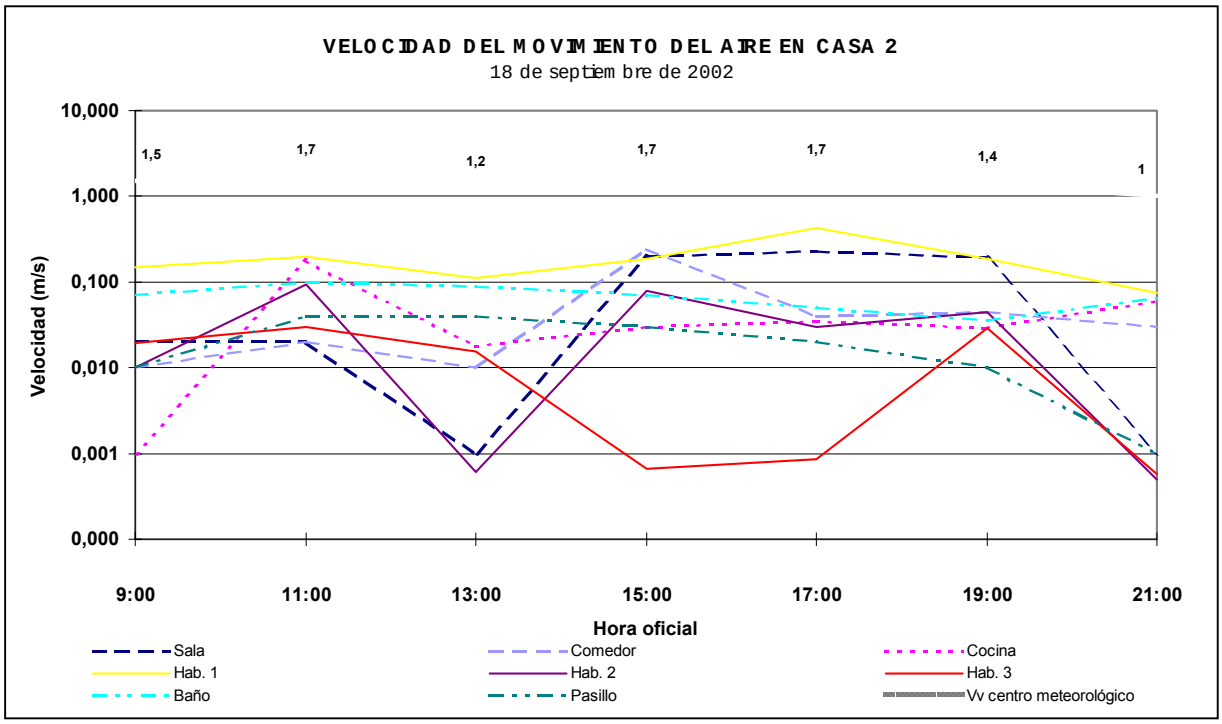


Gráfico 86. Velocidades del viento en el interior de la casa dos y, en el exterior según los datos registrados por el CMVG

Como se puede observar en el gráfico, la máxima velocidad registrada se produce a las 17:00h en la **hab.1** y es de 0,43m/s. Se debe señalar que en esta área es donde se dan las velocidades del aire más elevadas durante todo el día. Sin embargo, las velocidades máximas no son fácilmente percibidas por los ocupantes de los diferentes espacios y, de hecho, la sensación es como si no hubiese ninguna corriente de aire.

En cuanto a las velocidades del aire más bajas, debemos tener en cuenta que hay momentos en los cuales ni siquiera el anemómetro aprecia el flujo del aire. Esto ocurre con más frecuencia en la **hab.3**, que es uno de los espacios que marca los velocidades más bajas del día no llegando a superar ni siquiera los 0,03m/s. El **pasillo,** a pesar de ser uno de los espacios en lo que siempre se registra un determinado flujo del aire, presenta valores muy parecidos a los de la habitación tres, valores que disminuyen de 0,04 a 0,001m/s entre las 11:00h y las 21:00h.

La **cocina, la sala y el comedor** muestran valores muy cercanos a las máximas velocidades a determinadas horas del día. Por ejemplo, la cocina a las 11:00h es el segundo espacio en presentar la máxima velocidad del aire (0,18m/s), después oscila entre 0,018 y 0,06, mientras que a las 9:00h no se aprecia ninguna corriente de aire. La **sala** y el **comedor**, durante las tres primeras mediciones registran algunos de los valores más bajos, e incluso a las 13:00h son prácticamente nulos; sin embargo, a las 15:00h, se detecta un incremento de la corriente de aire, alcanzando 0,2 y 0,24m/s, respectivamente. A partir de esta hora, la sala se mantiene hasta las 19:00h con valores muy parecidos, 0,23 y 0,19m/s; mientras que en el comedor se reduce la velocidad del aire y luego se mantiene entre 0,05 y 0,03m/s.

Foto 94. Vista del Comedor desde la ventana

El **baño,** por su parte, marca unos valores entre 0,1 y 0,035m/s a lo largo de todo el día, con tendencia a disminuir desde las 11:00 hasta las 19:00h. Mientras que la **hab.2**, cuyos valores fluctúan entre 0,093 y 0,001m/s, experimenta continuas variaciones entre una medición y otra, por lo que en su curva se pueden ver 3 picos de Vv, uno a las 11:00h (0,93m/s), otro a las 15:00h (0,08m/s) y a las 19:00h (0,045m/s).

Por todo lo anterior, no podemos señalar las máximas y mínimas velocidades del aire de la vivienda a una determinada hora, ya que los valores y los momentos donde se detectan las $Vv_{máx.}$ cambian de una habitación a otra. Sin embargo, podemos afirmar que el flujo del aire no es significativo, puesto que por las velocidades máximas alcanzadas este flujo no incide de forma significativa ni en la temperatura ambiente ni en la de sensación, así como tampoco en la humedad relativa de la casa dos.

También hay que señalar que, de acuerdo a los valores de temperatura observados en la vivienda, las velocidades entre 0,18 y 0,24m/s son consideradas apropiadas por el RITE, pero como las humedades relativas son mucho mayores al 60% establecido como límite resulta necesario buscar los medios para deshumidificar los diferentes recintos de la casa dos en verano.

Las diferencias entre los valores de la Vv y de la Vd registrados en la parcela y en el CMVG se deben fundamentalmente a una posible reconducción de las corrientes de aire debido a la presencia de determinados elementos arquitectónicos y de vegetación alrededor de la vivienda. Pero también hay que tener en cuenta que la ubicación exacta del CM está bajo la influencia de ciertas características propias del entorno que, evidentemente ,repercuten en los datos recopilados. Igualmente, debemos considerar que los datos recogidos en el interior de la casa responden a los efectos generados por la ubicación de ventanas y puertas, así como a la distribución de cada uno de los espacios y a la presencia de determinados elementos en la fachada que permiten o no el paso del viento.

3.2.3.2. Comportamiento Lumínico:

En la siguiente gráfica, se pueden observar las diferencias entre los valores lumínicos registrados por el CMVG, la E_{me} de la parcela de la casa dos y la E_{mi} del interior durante un día típico de verano. Apreciamos que las formas de las tres curvas son muy similares, aunque los valores son muy distintos. En efecto, los niveles lumínicos del interior están muy por debajo de los valores de iluminancia obtenidos en la parcela y de los reseñados por el CMVG.

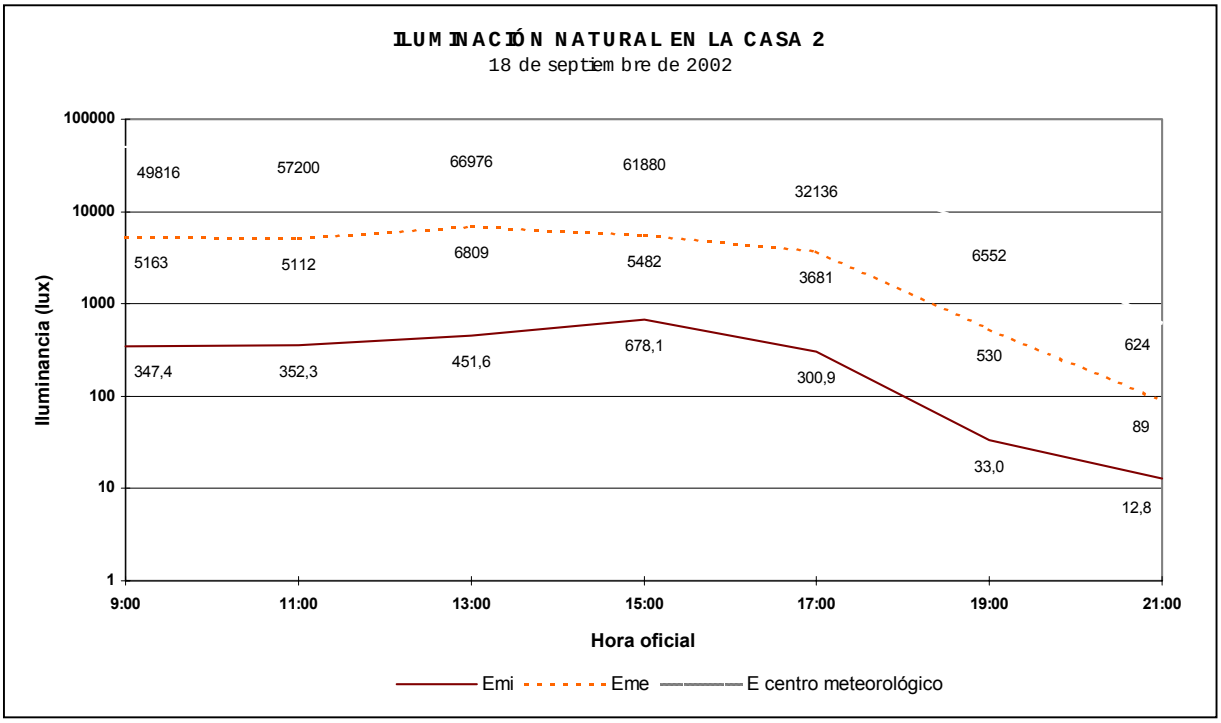


Gráfico 87. Curvas de iluminancias medias en el interior de la casa dos y, en el exterior según los datos registrados en la parcela y por el CMVG

Otras diferencias relevantes entre las curvas son las siguientes. La hora de mayor radiación según el CMVG y los datos recogidos en la parcela es a las 13:00h (66976 y 6809lx), mientras que en la vivienda la $E_{mi\ máxima}$ se produce a las 15:00h y corresponde a 678,2lx. Sin embargo, la $E_{m\ mínima}$ tiene lugar a las 21:00h, aunque con valores muy distintos. En la casa se marca una $Ei_{mín}$ de 12,8lx, insuficiente para la realización de tareas propias del hogar en condiciones lumínicas adecuadas; en la parcela la $Ee_{mín}$ es de 89lx y, según el CMVG, es de 624lx, que es suficiente para realizar actividades que requieren un esfuerzo visual medio o alto de poca duración.

El gráfico de iluminancia exterior de la casa 2, que se presenta a continuación, se pueden apreciar los niveles lumínicos obtenidos en los cuatro jardines. Como se puede observar, son menores que los del CMVG. Por otra parte, las cuatro curvas presentan ciertas diferencias tanto en los valores como en la forma, lo cual evidentemente responde a la ubicación y orientación del jardín en la parcela, así como a la presencia de elementos naturales y artificiales que dan sombra o reflejo. Los niveles de $E_{máx}$ de cada jardín se presentan en diferentes momentos del día.

En el **jardín sur** se da a las 9:00h, equivale a 9833lx y constituye la $E_{máx}$ registrada en la parcela. Los **jardines norte** y **este** muestran las $E_{máx}$ a las 13:00h, con 9038 y 4830lx, respectivamente, y **jardín oeste** presenta una $E_{máx}$ de 5592lx a las 15:00h.

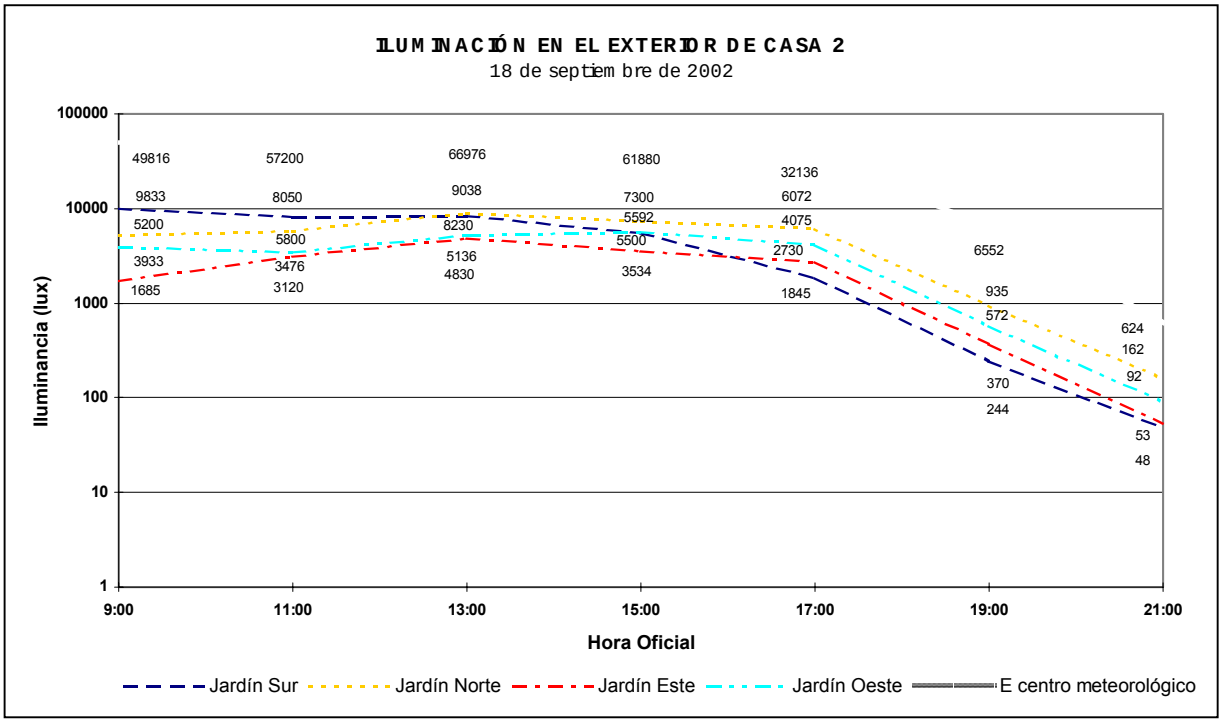


Gráfico 88. Comparación entre los niveles lumínicos de los jardines y los datos del mismo día del centro meteorológico

El **jardín sur** registra los niveles lumínicos más elevados durante la primera y la segunda medición (9833 y 8050lx) y, a partir de la quinta medición, expone los más bajos de toda la parcela (2730, 244 y 48lx). Asimismo, el **jardín norte**, después del jardín sur, es el que tiene los niveles de iluminancia más altos (5200 y 5800lx) durante las dos primeras mediciones y, a partir de las 13:00h, es el que marca los valores de iluminancia más elevados (9038, 7300, 6072, 935 y 162lx).

El **jardín este** es uno de los que presenta las E más bajas del día. De hecho, entre las 9:00h y las 15:00h sus niveles lumínicos son los más bajos, 1685, 3120, 4830 y 3534lx. Después de esta hora, como ya se ha mencionado, es el jardín sur el que presenta los más bajos, aunque son muy similares a los del jardín este, 2730, 340 y 53lx. En cuanto al **jardín oeste**, debemos señalar que durante la mañana es el segundo jardín con los niveles lumínicos más bajos, 3933, 3476 y 5136lx, pero a partir de las 15:00h pasa a tener los segundos niveles más altos de la tarde, 5592, 4075, 572 y 92lx.

De acuerdo al siguiente gráfico, afirmar que los valores de la iluminancia en el interior de las diferentes áreas de la casa 2 resultan inferiores a los registrados en el exterior por el Centro Meteorológico de Vilanova i La Geltrú .Al igual de lo que ocurre en primavera, los diferentes espacios de esta vivienda presentan una tendencia diaria similar, aún cuando los valores de las iluminancias

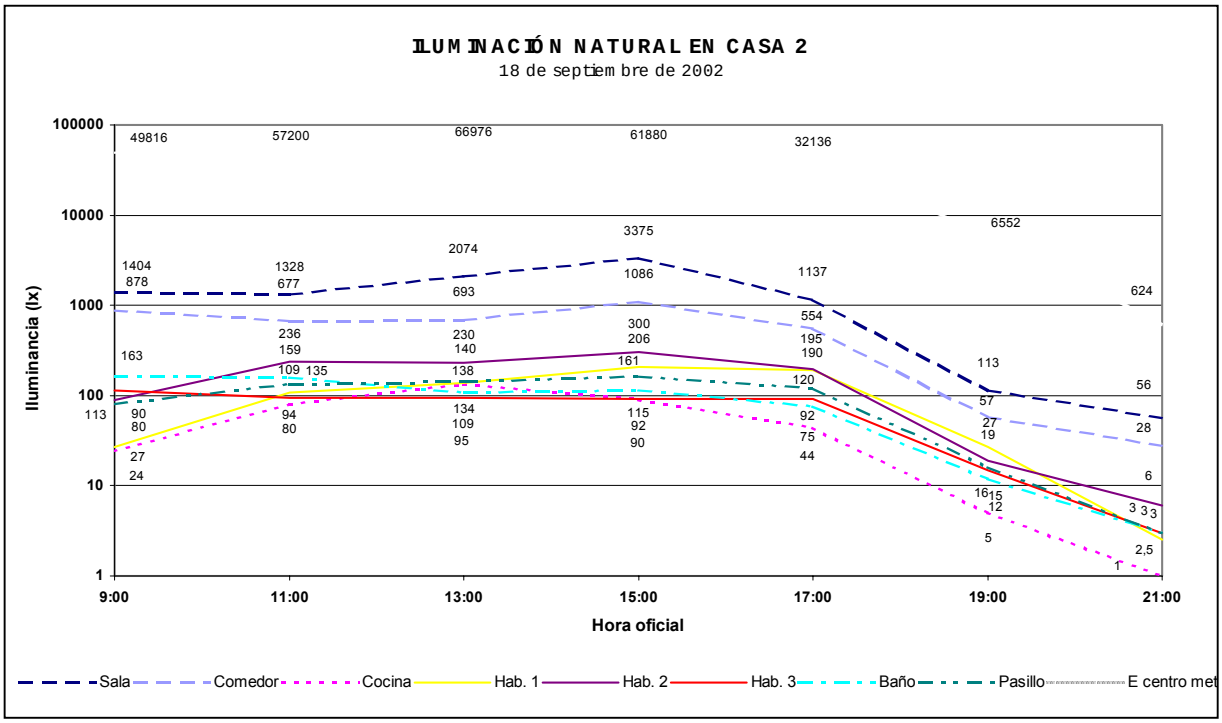


Gráfico 89. Comparación entre los niveles lumínicos de los diferentes espacios y los datos del mismo día del centro meteorológico

varían de un punto a otro, lo que evidentemente responde a las diferentes orientaciones de los recintos y la ubicación de sus ventanas.

En lo que respecta al $E_{máx}$ del día, éste tiene lugar a las 15:00h en la **sala**, equivale a 3375lx, y es una cifra muy superior a la recomendada para la iluminación general y específica de este tipo de recinto. Por su parte, los valores de $E_{mín}$ se dieron en los distintos espacios a las 21:00h, cuando en áreas como la cocina (1lx), la hab.1 (2,5lx), el baño, el pasillo y la hab. 3 (3lx) y en la hab.2 (6lx) era necesario el uso de iluminación artificial para realizar cualquier actividad.

Según el comportamiento lumínico, se pueden reconocer dos grandes grupos. El primero, conformado por la **sala** y el **comedor**, y el segundo, integrado por todos las otras áreas. La **sala** y el **comedor** se caracterizan por presentar las E más elevadas a lo largo de todo el día. De hecho, son muy superiores a los indicados por los especialistas, ya que entre las 9:00h y 17:00h la E supera los 200lx recomendados para la iluminación general. Por el contrario, a las 19:00h, los datos son inferiores a los apropiados para actividades como la lectura y, de acuerdo a las sugerencias de Steegmann (1986), están por debajo de los 150lx para salas y 100lx mínimos para el comedor.

A pesar de haber ubicado la **cocina** dentro del segundo grupo, ésta presenta una características muy particular. Es el espacio que mantiene los valores de E más bajos durante casi todas las mediciones, de 1-134lx. Se puede calificar como un espacio oscuro, ya que solamente entre las 13:00 y las 15:00h (134 y 98lx) se dan unas E cercanos a los 100lx, mínimo estimados para la iluminación general.

Foto 95. Habitación 1. Ventana a este

El **baño**, el **pasillo** y la **hab.3** registran valores similares a los de la cocina, aunque presentan unas E un poco más elevadas. En efecto, los niveles lumínicos se mantienen por encima de los 100lx entre las 11:00h y 17:00h; en el pasillo, entre las 9:00 y 15:00h; en el baño, a las 9:00h; en la hab. 3 y próximo a este valor hasta las 17:00h. De acuerdo a los valores recomendados, la **hab.3** anota niveles muy cercanos a los indicados para la iluminación general. Mientras que los datos recogidos en el **baño** hasta las 15:00h están cerca de los 100 o 150lx considerados como E mínimos para iluminación general y, a partir de las 17:00h, desciende a niveles donde el espacio es percibido como oscuro.

Las hab.1 y **2**, presentan ciertas similitudes en su iluminación natural; por ejemplo, las dos coinciden en un incremento de la E entre las 9:00h y las 15:00h. Sin embargo, el descenso lumínico durante la última medición es más marcado en la hab.1 que en la hab.2, probablemente porque las ventanas de la primera están orientadas a N mientras que los de la segunda están orientadas hacia el O. Además, en ambos casos, los valores alcanzados durante la mayor parte del día son superiores a los indicados como mínimos y óptimos para la iluminación general de este tipo de espacios. No obstante, hay que señalar que la hab.2 entre las 11:00h y 17:00h registra unos valores próximos a los indicados como mínimos para la iluminación específica de las cabeceras de las camas, mientras que en la hab.1 esto ocurre solamente a las 15:00h y 17:00h. El **pasillo**, como ya se ha mencionado, es otro de los espacios que anota las iluminancias más bajas de toda la vivienda en casi todas las mediciones. De hecho, la $E_{máx}$ es de 161lx (15:00h). Entre las 9:00h y 17:00h, muestra niveles que van de 80 a 161lx, valores que están cerca de los 100lx, que para algunos autores son considerados como óptimos para la iluminación de pasillos, pero que para otros especialistas como Serra y Coch (1995) se encuentran por debajo de los niveles mínimos establecidos por ellos (250lx).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el interior de la casa dos, podemos afirmar que en algunos registros los diferentes recintos presentan niveles ubicados por encima de los valores considerados como óptimos para la realización de ciertas actividades, mientras que en otras mediciones los niveles resultan inferiores. Niveles superiores a los recomendados tienen el inconveniente de provocar molestias en la visión debido al exceso de luz y a los fuertes contrastes generados entre los valores lumínicos generales y específicos. Por otra parte, la falta de luz o escasez se originan otro tipo de inconvenientes en los usuarios como, por ejemplo, dolores de cabeza, cansancio de la vista, problemas de visualización, etc.

No obstante, podemos afirmar que uno de los espacios donde resulta más urgente una

intervención es la cocina, ya que se trata de un espacio oscuro durante la mayor parte del día, que no alcanza ni siquiera los niveles recomendados para la iluminación general. Igualmente, de acuerdo a los resultados de la sala y el comedor, puede resultar conveniente aplicar ciertas medidas en estos espacios para controlar el paso de la luz durante algunas horas del día, ya que esto puede ayudar a mantener unos niveles adecuados para el desarrollo de las distintas actividades propias de estas habitaciones.

Cabe destacar, que las mediciones fueron realizadas durante un día de verano algo variable, con presencia de bruma y algunas nubes en el S, hasta aproximadamente las 11:00h; luego se mantuvo despejado hasta cerca de las 18:00h, pero se fue nublando durante las últimas mediciones desde el SE hasta el NO y con bruma en el resto del cielo. Esto sin duda influyó en la variabilidad de los valores de luminancia del cielo y de E en la parcela, así como en el cambio significativo de la Ei desde las 17:00h hasta las 21:00h.

2.2.3.3. Comportamiento Acústico:

Al comparar los valores medios de los NS percibidos en el interior y en el exterior de la casa 2 durante un día típico de verano, a partir del gráfico siguiente, vemos que ocurre algo muy similar a lo sucedido en primavera. Aún cuando las curvas no son exactamente iguales, existen ciertas similitudes en sus formas y se mantiene una diferencia muy parecida a lo largo de todo el día entre el NSi y el NSe, 5,25 a 8,68dB, lo que induce a pensar que

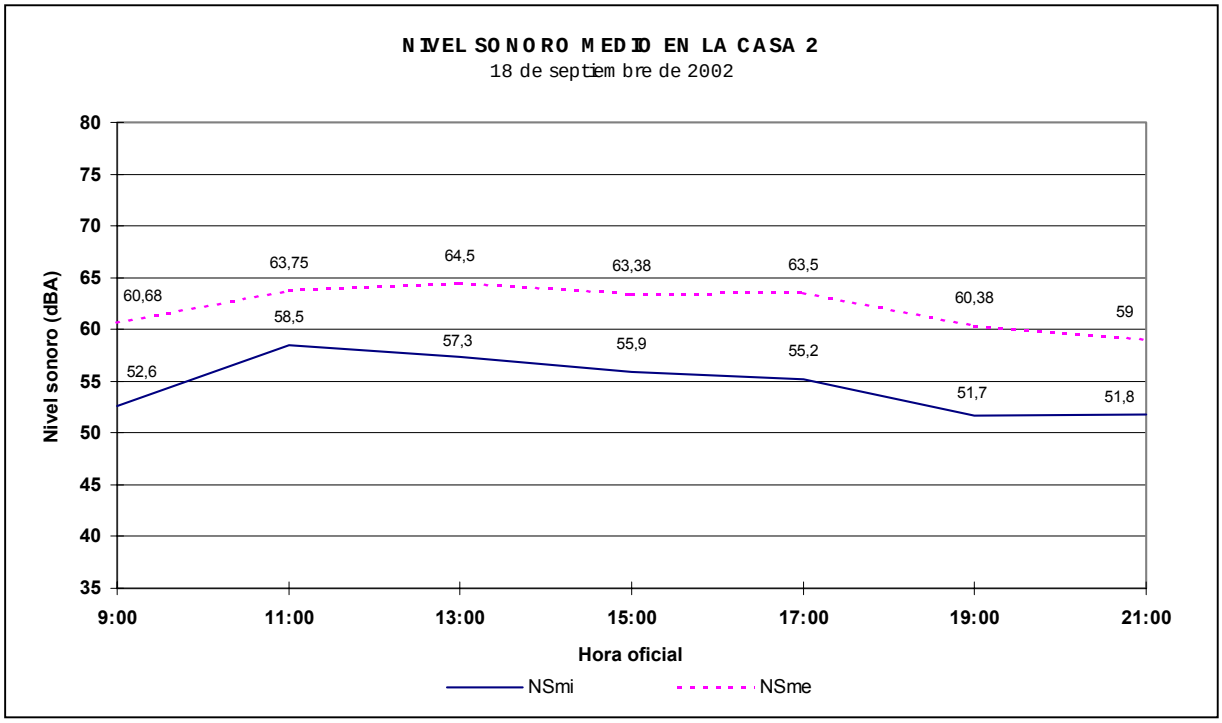


Gráfico 90. Comparación entre los niveles sonoros medios del interior y los jardines de la casa dos

un sonido emitido desde el exterior puede ser percibido en el interior como si fuera la mitad del ruido.

Vale decir que la tendencia general en el comportamiento acústico del interior y exterior de la vivienda es a la reducción del NS desde las 11:00h hasta la noche, siendo este descenso un poco más marcado en los valores medios del ruido en el interior de la casa. Por otra parte, una de las diferencias más importantes es el hecho de apuntar los momentos de máximo ruido a horas distintas; en el exterior es a las 13:00h, 64,5dB, mientras que en el interior es a las 11:00h, 58,5dB. No obstante, las dos coinciden en señalar que el momento de menos ruido es a las 21:00h, 59 y 51,8dB.

En el gráfico siguiente se pueden observar las curvas que representan los NS obtenidos en cuatro puntos de la parcela. De modo general, notamos unas marcadas diferencias en las formas de las curvas de los jardines, con valores que van de 51 a 79dBA.

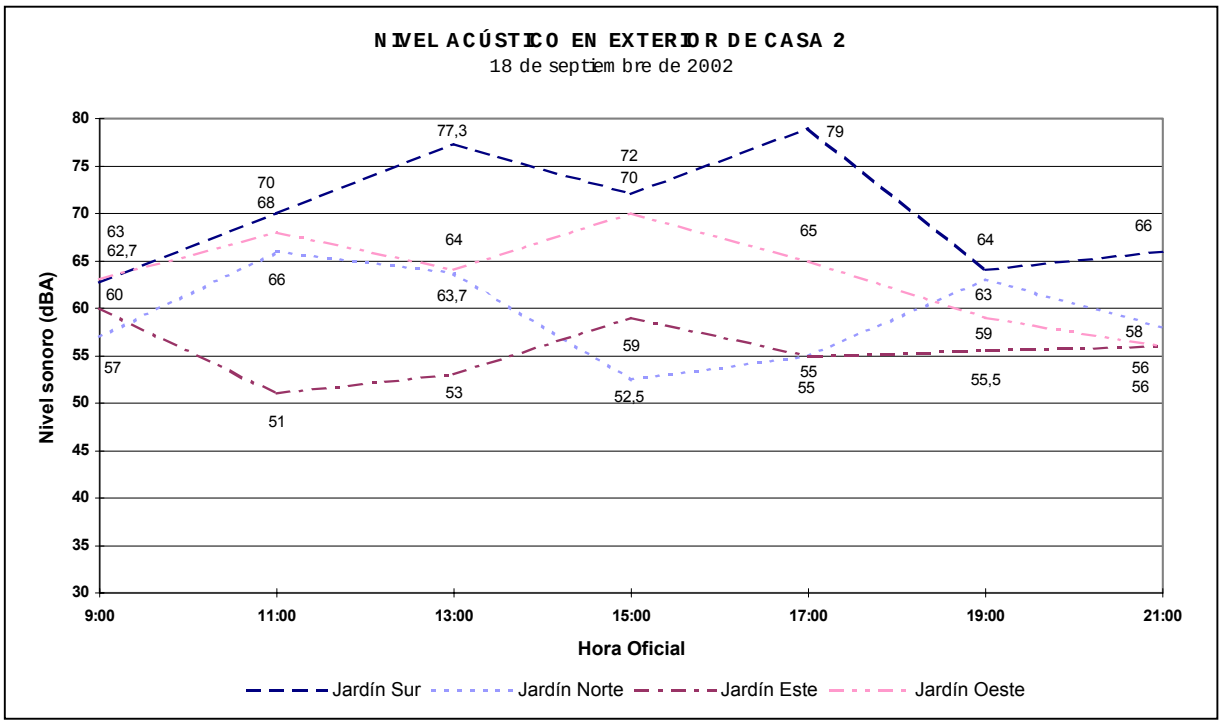


Gráfico 91. Comparación entre los niveles acústicos de los jardines

Uno de los aspectos a destacar de esta gráfica es que los NS más elevados pueden observarse durante prácticamente la totalidad de las mediciones en el **jardín sur**, mientras que los índices más bajos se dan en el **jardín este y norte**. En efecto, los mayores niveles de ruido alcanzados en el día en el jardín sur son 77,3; 72 y 79dB y se registran a las 13:00h, 15:00h y 17:00h, respectivamente. Mientras que los valores más bajos, que corresponden a 51 y 52,5dB, se obtienen a las 11:00 y 15:00h en los **jardines este y norte**, respectivamente.

En cuanto a las variaciones de los NS, la mayor variación del nivel sonoro del día equivale a 15dB y se anota en el **jardín**

sur, entre las 17:00h y 19:00h y corresponde a una disminución significativa del ruido de la calle. Asimismo, debemos señalar que es en el **jardín norte** donde se observan mayores variaciones a lo largo del día, las cuales además oscilan entre 2,3 y 11dB. Los cambios de nivel acústico en el jardín este son menos marcados.

De acuerdo a lo anterior, podemos decir que, el jardín este durante un día típico de verano registra unos NS que pueden ser considerados como poco ruidos o ruidosos, mientras que los otros jardines pueden ser considerados como zonas ruidosas y muy ruidosas, puesto que durante la mayor parte del día superan los 60dB. También podemos afirmar que las variaciones de los NS advertidos en los diferentes jardines pasan en determinados momentos de ser cambios apenas perceptibles a claramente distinguibles y, en ciertas ocasiones, puede percibirse un incremento o descensos del doble.

En el siguiente gráfico se presentan los NSi obtenidos en el interior de la casa dos durante un día de verano. Se notan valores muy diferentes en las distintas áreas a lo largo de todo el día, entre 44,5 y 72dBA.

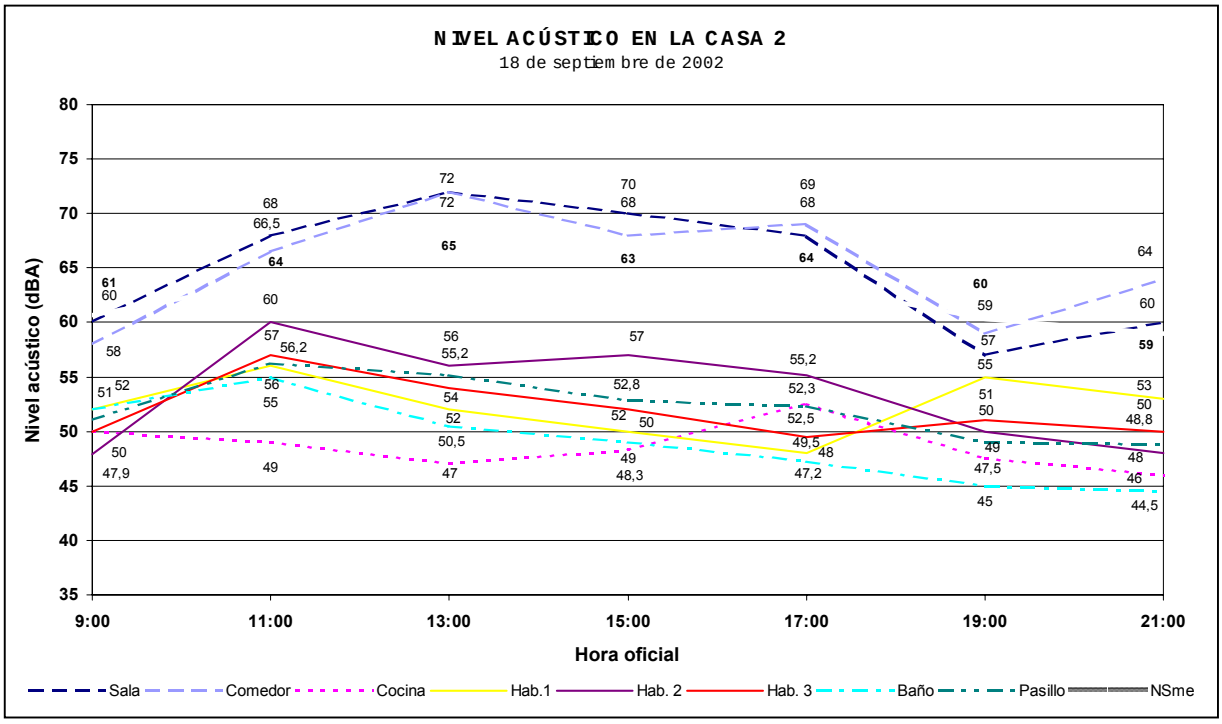


Gráfico 92. Comparación entre los niveles acústicos de los diferentes espacios de la casa dos y del nivel sonoro medio del exterior (NS_{me})

Los $NS_{mín}$ se miden en la **cocina** y el **baño**, con valores inferiores a los de los otros espacios durante casi la totalidad de las mediciones. El mínimo nivel sonoro, 44,5dBA, se da a las 21:00h en el baño. Mientras que la **sala** y el **comedor** muestran los $NS_{máx}$ del día. El $NS_{máx}$ del día, 72dBA, se registra en la sala a las 13:00h. Este último valor se sitúa por encima de los recomendados por algunos autores y por las normativas para las edificaciones de uso residencial. No todas las áreas exhiben este valor extremo, pero en la mayor parte de los recintos y durante la

mayor parte del día los registros superan los rangos recomendados para viviendas.

En el caso de la **sala**, vemos que el NS fluctúa entre los 57 y 72dB, máximo ruido a las 13:00h. Se puede afirmar que es uno de los espacios que mayor variabilidad sonora presenta, puesto que llega a aumentar y a disminuir hasta 11dB entre una medición y otra, lo que es percibido por el oyente como si se duplicara el nivel de ruido. Además, hay que señalar que de acuerdo a la norma NBE-CA-88 los NS alcanzados en este espacio a lo largo de todo el día resultan inapropiados, pudiendo ser considerado como un espacio ruidoso para los usuarios.

El comportamiento acústico del **comedor** es muy similar al anterior. En el gráfico, se pueden observar ciertas similitudes en sus curvas y en los valores obtenidos. En este espacio el máximo nivel sonoro del día es el mismo de la sala, 72dB, y también es alcanzado a las 13:00h. Las variación más significativa es igualmente importante, 10dB entre las 17:00 y 19:00h, aunque notamos, por otra parte, que a las 15:00 y 17:00h se obtiene el mismo nivel sonoro, 68dB. También debemos agregar que en esta área de la vivienda se superan los valores recomendados, resultando un espacio excitante e irritante durante algunos momentos del día.

En el caso de la **cocina**, debemos señalar que el NS oscila entre 46 y 52,5dB, manteniéndose muy cerca, o por encima, de los valores recomendados por las normativas entre las 9:00 y las 21:00h. Además, hay que agregar que en esta área las variaciones fluctúan entre 1 y 5dB entre una medición y otra, aunque con una cierta tendencia general a mantener los niveles de ruido desde la mañana hasta la noche.

En cuanto a los **dormitorios**, estos presentan comportamientos muy distintos. En primer lugar, podemos destacar que la **hab.1** muestra el $NS_{máx}$ a las 11:00h, con un valor de 60dB, el que se reduce progresivamente hasta llegar a 48dB a las 21:00h. Además, experimenta un incremento de 12,1dB entre las 9:00h y 11:00h. La **hab.2**, por su parte, muestra el $NS_{máx}$, a las 11:00h, con 57dB, mientras que a las 17:00h registra el $NS_{mín}$, 49,5dB. La **hab.3**, se diferencia de las otras por tener dos momentos de $NS_{máx}$; el primero, a las 11:00h, 56dB, y el segundo, a las 19:00h, con 55dB.

En segundo lugar, la máxima variación alcanzada por estos espacios entre una medición y otra es de 12,1dB y se manifiesta en la **hab.1** durante las dos primeras mediciones, mientras que la mínima variación entre una medición y otra es 1dB y se da en la **hab.2**, entre las 19:00h y 21:00h. Resulta relevante puntualizar que, en ningún momento del día y en ninguna de estas habitaciones, se obtienen valores adecuados para este tipo de espacio según lo planteado por las normativas y por algunos especialistas.

Foto 96 y 97. Imágenes del Paseo Ribes Roges, justo frente a la casa 2

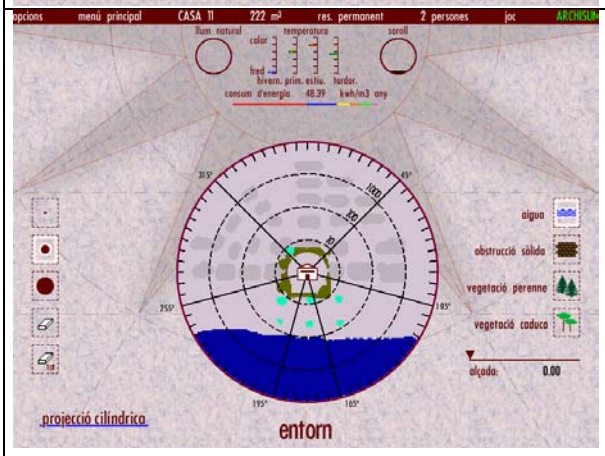
El **baño** y el **pasillo** tienen un comportamiento muy similar, ya que registran valores muy parecidos a lo largo de todo el día. Los $NS_{máx,}$ 55 y 56,2dB, se tienen lugar a las 11:00h y, a partir de esta hora, la tendencia es a disminuir hasta alcanzar los 44,5 y 48,8dBA, respectivamente. Durante la mayor parte del día, se observan NS superiores al máximo de 50dB, sugerido para las zonas de servicio de viviendas por la NBE-CA-88 en el pasillo, pero no así para el baño, aunque sus valores están muy cerca del límite máximo.

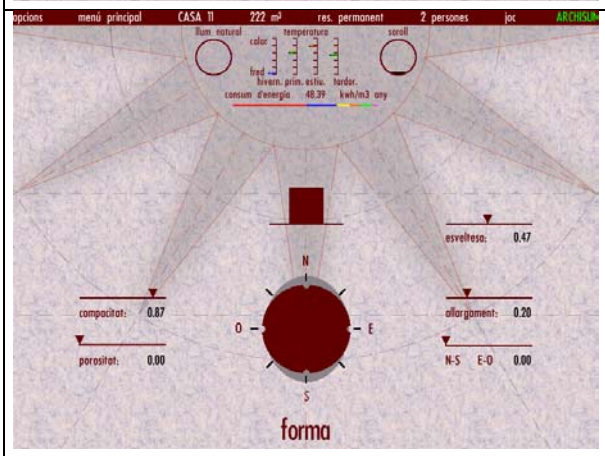
En síntesis, debemos señalar que, a medida que pasa el día, los NS en el exterior oscilan dentro de un rango de valores considerados como sonidos muy ruidosos, mientras que en el interior de la vivienda, aunque los niveles de acústicos alcanzados no llegan a ser considerados como muy ruidosos, se mantienen dentro de rangos considerados como ruidosos e irritantes y, además, resultan inadecuados pues superan los valores recomendados para viviendas por la NBE-CA-88, 45dB máximos indicados para estancias, 40dB máximos indicados para dormitorios y 50dB máximos para las áreas de servicios y zonas comunes de viviendas.

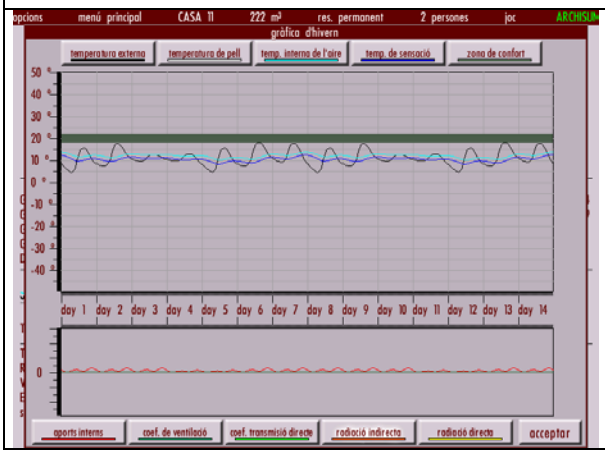
2.2.4. Resultados de ARCHISUN:

Para el análisis de la vivienda dos con el programa ARCHISUN debieron introducirse datos específicos de diferentes variables del contexto y de la vivienda propiamente dicha. En este caso, al igual de lo que ocurrió con la vivienda 1, al situarla en el mapa de ubicación según los datos de latitud y longitud, así como de distancia al mar y altitud el mismo programa además de ubicarlo en la zona climática b ofrece una serie de datos climáticos relacionados específicamente con la zona donde se ubica el caso en estudio. Posteriormente debieron introducirse datos y especificaciones sobre las características de la envolvente y los paramentos interiores y en conjunto a la información anterior el programa llega a determinar los posibles consumos energéticos, a continuación se muestra un resumen tanto de los datos introducidos como de los resultados obtenidos.

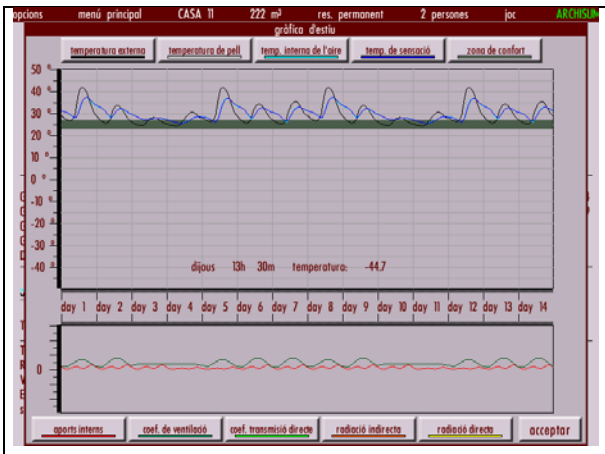
Tabla 29. Resumen de la Vivienda 2 en ARCHISUN







VIVIENDA Nº 2 EN ARCHISUN				
USO:	VIVIENDA PERMANENTE			
TAMAÑO:	222 m^3			
Nº USUARIOS	2			
DATOS DE UBICACIÓN				
LATITUD	40,62º			
LONGITUD	1,44º			
PROVINCIA	El Garraf			
LOCALIDAD	Vilanova i La Geltrú			
DISTANCIA AL MAR	1km			
ALTITUD	5msnm			
DENSIDAD URBANA	5 m^3/m^2			
DATOS CLIMÁTICOS (medias anuales)				
RADIACIÓN	20W/m^2			
TEMPERATURA	20,4ºC			
OSCILACIÓN MEDIA DIARIA	8,8ºC			
DIRECCIÓN DEL VIENTO	225º (SO)			
VELOCIDAD DEL VIENTO	2,5m/s			
OSCILACIÓN MEDIA DIARIA	1,7m/s			
ILUMINANCIA	27000lx			
NIVEL SONORO	62dBA			
DÍAS ESTIMADOS POR ESTACIÓN				
INVIERNO	80 días			
PRIMAVERA	95 días			
VERANO	100 días			
OTOÑO	90 días			
CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO				
Se representa gráficamente los elementos del contexto próximo pudiendo especificar la altura, dónde y a qué distancia de la vivienda se ubican:				
VEGETACIÓN: Caduca Perenne	Arbustos Gramíneas, pinos, palmeras.			
MASAS DE AGUA	Mar al sur a 100m			
EDIFICACIONES	Viviendas similares a menos de10m de radio y edif. más altos			
	Entorno urbano			
FORMAL-ESPACIAL				
Compacidad	0,87			
Porosidad	0			
Esbeltez	0.47			
Alargamiento	0,2			
Orientación de fachada más larga	N – S			
CARACTERÍSTICAS DE LA PIEL				
Superficie total	264 m^2			
Superficie: Asentada Adosada Exterior Opaco Transparente	82 m^2 8 m^2 174 m^2 164 m^2 10 m^2			
K día	1,07			
K noche	1,06			
Peso	302,95kg/m^2			
Reflectancia	0,2			
CONDICIONES CLIMÁTICAS EN LA PARCELA				
Parámetros	**Invierno**	**Primavera**	**Verano**	**Otoño**
Radiación	22	28	19	21
Tm	11,2	20,2	29,7	21,6
ΔT	5,7	6,7	6,7	5,6
%HR	76	70	72	80
Vv	1,0	1,1	0,8	0,6
Vd	225	225	135	225
E	3225	10569	10183	4214
NS	59	59	61	60
COMPORTAMIENTO DE LA VIVIENDA				
Consumo energético necesario para llegar a condiciones de confort = 48,39Kwh/m^3 año				
Calefacción	24,51Kwh/m^3 año			
Refrigeración	10,09Kwh/m^3 año			
Iluminación	4,38Kwh/m^3 año			
Agua caliente	3,55wh/m^3 año			
Cocina	4,25Kwh/m^3 año			
Otros	1,61Kwh/m^3 año			
Valores medios de algunos parámetros en el interior:				
Temperatura: Invierno Primavera Verano Otoño	12ºC 21,3ºC 30ºC 22,5ºC			



Iluminancia natural media	8
Nivel acústico medio	25

Consideraciones finales sobre la vivienda:

- Un 50,6% de la energía consumida es utilizada en calefacción. Que sumado al consumo para la refrigeración en verano constituyen el 71,5% de la energía total necesaria en esta vivienda.
- En el verano presenta valores confortables durante algunos horas de algunos días, pero la mayor parte del tiempo la curva de temperatura interior está por encima de la zona de confort, resultando una vivienda calurosa.
- En el invierno y durante algunos momentos de la primavera y del otoño las condiciones térmicas de la vivienda son inapropiadas, las curvas de temperatura de sensación y del aire se hallan por debajo de la Z.C
- El nivel medio de iluminación natural puede decirse que es muy bajo, aun cuando los consumos finales requeridos para mejorar este aspecto puedan no parecer muy altos.
- En lo referente al nivel acústico, de acuerdo a la información introducida al programa no deberían existir mayores inconvenientes en este sentido. Pero los resultados obtenidos en el sitio son muy distintos

De acuerdo a los resultados arrojados por el programa ARCHISUN, debemos señalar que esta vivienda de utilizarse como vivienda permanente en las condiciones actuales, puede llegar a consumir 48,39kwh/m^3 al año. De donde, 24,51kwh/m^3 al año son necesarios para la calefacción; 10,09kwh/m^3 al año para la refrigeración; 4,38kwh/m^3 al año para la iluminación; 3,55kwh/m^3 al año para el agua caliente, 4,25kwh/m^3 al año para la cocina y 1,61kwh/m^3 al año para otros servicios.

Podemos destacar que, de acuerdo a los resultados de las gráficas de confort de invierno, verano, primavera y otoño de esta vivienda interpretadas por este programa, hay épocas del año donde se alcanza la zona de confort, aunque también hay otras donde se requiere un aporte energético que permita aumentar la temperaturas interiores.

2.2.5. Resultados del Cuestionario:

Del cuestionario aplicado a los habitantes de la casa 3 debemos destacar que esta vivienda es usada básicamente por dos mujeres mayores de 60 años de edad, quienes a pesar de calificar su casa como confortable opinan que es fría en invierno y señalan a la habitación noroeste como la más fría. Sin embargo, sostienen que no han incorporado sistemas de calefacción porque casi no utilizan esta vivienda en la época de invierno. En verano, que es cuando habitan esta casa, permanecen la mayor parte del tiempo en la sala, donde han colocado un aparato de aire acondicionado portátil, mientras que mantienen las ventanas abiertas todo el día en las otros recintos.

Uno de los problemas que asumen tener frecuentemente es el ruido, aunque contradictoriamente sostienen que esto ocurre en el invierno y no en el verano. Indican, además, que la fuente principal es el ruido de la gente que pasa caminando y de los coches.

A pesar de las observaciones anteriores, las propietarias de esta vivienda sostienen, ante las preguntas relacionadas con su

propia evaluación de la calidad de la vivienda, que la construcción es muy buena, que las habitaciones y en general toda la casa es mediana, con una muy buena ventilación, iluminación y con temperatura y humedad normal.

2.2.6. Comentarios de Casa 2

La vivienda 2, tanto en primavera como en verano, presenta temperaturas y humedades relativas en el interior muy similares a las de la parcela, pero valores de temperatura diferentes a las del centro meteorológico. Asimismo, podemos afirmar que los niveles de temperatura del aire alcanzados en el interior durante gran parte del día en el verano pueden considerarse dentro o próximos a la zona de confort, aunque la Humedad Relativa supera los niveles indicados como apropiados, requiriendo de una determinada ganancia térmica o de ventilación para llevarla a unos niveles adecuados, sobretodo en las habitaciones, los baños y la cocina, que es donde se registran algunos de los porcentajes más elevados. Por su parte, la temperatura radiante en primavera puede afectar a los ocupantes de la vivienda reduciendo levemente la temperatura de sensación, mientras que en verano, en algunas horas del día, puede bajarla, pero en otros momentos aumentarla levemente.

Fotos 98,99 y 100 Vistas del contexto inmediato. Edificaciones al este, oeste y norte de la casa 2

Esto coincide con los resultados obtenidos en el programa ARCHISUN, ya que de acuerdo con los gráficos de confort, esta vivienda en invierno, primavera y otoño se ubica por debajo de la zona de confort, siendo necesario aumentar las ganancias térmicas. Igualmente, en verano, en algunos momentos, los niveles de temperatura pueden ser considerados como bajos para esta época del año.

También tenemos que destacar que la mayor parte de las velocidades del viento registradas tanto en la parcela como en el interior de la casa dos, durante el verano, pueden ser difíciles de percibir. De hecho, las velocidades alcanzadas por el viento en el interior de esta casa no ayudan a reducir los elevados porcentajes de humedad registrados. Por el contrario, en primavera, las máximas velocidades registradas en el interior resultan preocupantes, puesto que a pesar de encontrarse dentro de un rango que podría considerarse como el indicado o que no debería resultar molesto para los usuarios, puede reducir la temperatura de sensación y resultar insuficiente para disminuir la elevada HR.

A nivel lumínico, esta vivienda presenta algunos inconvenientes. En efecto, tanto en

primavera como en verano, durante casi todos los registros, las diferentes áreas se mantienen por debajo de los niveles lumínicos indicados como óptimos para el desarrollo de cualquier actividad propia del tipo de espacio. Incluso, a muchos de estos recintos, especialmente a la cocina, se les puede calificar como oscuros durante todo el día, a excepción de la sala y el comedor que, en algunos momentos, mantienen valores superiores que permiten una mejor visualización de las cosas. Por consiguiente, estos espacios requieren ser acondicionados para aumentar su iluminación natural.

Sin embargo, uno de los aspectos más preocupantes es el comportamiento acústico de esta vivienda, ya que los niveles sonoros registrados en la mayor parte de los espacios son superiores a los establecidos en las normativas como máximos de inmisión. En este sentido, debemos señalar que los espacios considerados como más ruidosos son la sala y el comedor, que por estar más próximos a la calle se ven más directamente afectados por las fuentes sonoras que, como ya se ha mencionado, se ubican en el paseo Ribes Roges. La situación de las habitaciones es igualmente destacable, ya que a pesar de tener unos niveles acústicos más bajos, son muy superiores a los recomendados.

Hay que señalar que resultan preocupantes tanto los niveles acústicos registrados en el interior como los del exterior. Estos últimos van de ruidosos a muy ruidosos, siendo los principales generadores de ruido los coches que pasan o se estacionan al frente de la parcela y las personas que transitan frecuentemente por este lugar, muy especialmente en el verano, que es cuando se registran los niveles más elevados.

Para concluir, queremos reafirmar la estrecha relación entre lo que ocurre en el entorno inmediato y la vivienda, así como la influencia de las características propias del lugar en el comportamiento energético de la misma. Así también, en esta vivienda, la envolvente actúa como un elemento muy permeable de manera que tanto los elementos del clima como los del contexto, inciden directamente en las variables ambientales del interior. Es por ello que observamos valores muy similares en la parcela y en cada uno de los recintos. Por otra parte, debemos hacer hincapié en la necesidad de aumentar la carga térmica durante algunos días de invierno, primavera y otoño, así como de buscar los medios para deshumidificar los

Foto 101. Cocina a 13:00h en verano

diversos espacios de manera natural a lo largo de todo el año con el objeto de alcanzar unos niveles que garanticen un cierto bienestar a los habitantes de esta vivienda. Asimismo, resulta esencial mejorar las condiciones lumínicas y acústicas, pues de acuerdo a los resultados los elementos de control de estos aspectos son prácticamente nulos.