

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO ENERGÉTICO DE UN PROTOTIPO DE VIVIENDA UNIFAMILIAR URBANA TIPOLOGÍA DUPLEX EN LA CIUDAD DE CORDOBA

Marta Bracco^{1,1}, Silvina Angiolini^{1,2}, Lisardo Jerez^{1,3}, Ana Pacharoni^{1,3}, Pablo Avalos^{1,3}, Mariana Gatani^{1,3,4}
FAUD, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo de la Universidad Nacional de Córdoba,
Av. Vélez Sarsfield 264, Córdoba, Tel.: 54-351-4332096, fax: int. 133.
e-mail: silvinaangiolini@gmail.com - www.faudi.unc.edu.ar.

Recibido 15/08/13, aceptado 30/09/13

RESUMEN:

El trabajo tiene como objetivo el estudio de la tipología dúplex para establecer variables de diseño arquitectónico que determinen el desempeño térmico eficiente para el clima de Córdoba. Se muestra el análisis higrotérmico y energético de la tipología dúplex actualmente muy desarrollada dentro de la trama urbana. Los indicadores del análisis se basan en la Norma IRAM. Se verifican valores de K, riesgo de condensación, presencia de puentes térmicos y coeficiente G de pérdidas volumétricas para las dos estaciones extremas del clima de la ciudad: verano e invierno.

Las conclusiones establecen que el prototipo en su orientación más desfavorable para el clima de Córdoba, este-oeste, se comporta dentro del límite mínimo según Norma IRAM, siendo éste el exigido para una vivienda social. La situación más problemática es la presencia de los puentes térmicos y las ganancias de calor en verano. Se establecen modificaciones mínimas para optimizar su rendimiento.

Palabras clave: pautas de diseño, comportamiento higrotérmico, ahorro energético

INTRODUCCION

Existe cierto consenso acerca de que el crecimiento de las ciudades es espontáneo, desordenado y sin equilibrio entre los recursos disponibles y su distribución equitativa; en casos influida por los intereses de inversiones privadas y espontáneas políticas de gestión. En este contexto de hacer ciudad es necesario identificar las acciones más sostenibles y con posibilidades de mejorar el hábitat, no para ser reproducidas como modelos sino para mejorar la calidad del desarrollo.

En la ciudad de Córdoba, según el censo de la Encuesta Permanente de Hogares 2008, el 80% de la población habita en casas. Esta tipología predominante en la urbanización de la ciudad y la preferida por los usuarios, genera un incremento en la demanda de unidades de este tipo.

En la trama urbana existe una escasa oferta de espacio disponible para el asentamiento de baja densidad y en consecuencia crece el valor de la tierra, el acceso al financiamiento con líneas de crédito destinadas a los sectores de clase media para la compra de viviendas son escasos, con altas tasas de interés y costos financieros. Estos son algunos de los factores que propician el desarrollo en el mercado inmobiliario de la tipología de viviendas en dúplex.

Esta tipología se caracteriza por su ubicación consolidando bolsones intersticiales de la trama urbana a veces alejados del centro de la ciudad y próximos al anillo de circunvalación (figura 1). Son viviendas unifamiliares construidas con 2 a 3 dormitorios, en terreno en PH, con máximo aprovechamiento del terreno: partido compacto, desarrolladas en doble altura. Las zonas en donde se encuentran localizadas disponen de servicios con redes de agua electricidad, gas natural y en algunos casos cloacas.

En la distribución de consumos de energías en la Provincia de Córdoba, conforme datos que surgen de la Dirección General de Estadísticas y Censos año 2012, del total de energía consumida en los tres últimos años destinados principalmente para el acondicionamiento térmico de los edificios, el sector residencial representa el 27% del consumo de gas natural y el 41% del consumo de energía eléctrica.

Ante esta situación y considerando el problema energético actual, se hace indispensable tomar medidas para reducir el consumo y buscar alternativas que permitan mantener los niveles de confort necesarios. Diversos estudios y trabajos han dejado en claro la importancia que tiene la envolvente exterior, vertical y horizontal, en el comportamiento térmico de los edificios, y por ello no solo en el nivel de confort y habitabilidad sino también, en la contaminación que se genera producto del uso de energías convencionales (Mascaró J.J. y Mascaró L., Raffo de, 1992; Di Bernardo E. y Perone D., 1994; Picción A., Echeverría C., Girardín M.G., 1998; Gonzalo G. et al, 2000).

El edificio es un sistema dinámico creado por el hombre que debe reunir las mejores condiciones de habitabilidad y confort para el desarrollo de la vida cotidiana de sus habitantes que pasan alrededor del 80% de su vida (Liu et al., 2010). Además, adecuarse a las características y requerimientos de la región, respetando las particularidades sociales, culturales y económicas

¹ Equipo de investigación "Tecnología Sustentable para el Diseño de viviendas en Córdoba. Eficiencia en el comportamiento térmico energético". SECYT – UNC – FAUDI / 2012 – 2013.

^{1,1}Profesora titular. - ^{1,2}Profesora adjunta. - ^{1,3}Profesores asistentes. - ^{1,3,4}Investigadora CONICET.

locales, los usos y costumbres y las características geográficas y físicas. Para ello, debe tenerse en cuenta la zona bioambiental de localización y el clima del lugar específico en el cual desarrolla sus actividades (García V. et al. 2012). En un clima como el de la Ciudad de Córdoba, Templado Cálido, donde las estaciones se presentan con inviernos relativamente benignos y veranos cálidos y húmedos, las recomendaciones de diseño según norma IRAM n°11603/96 son: agrupar viviendas, aprovechar la inercia térmica, evitar la orientación oeste en lo posible, proveer en las aberturas sistemas de protección de la radiación solar. El diseño de la vivienda, permite acercar los segmentos a la zona de confort favoreciendo el acondicionamiento natural de los locales (García V. et al. 2012).

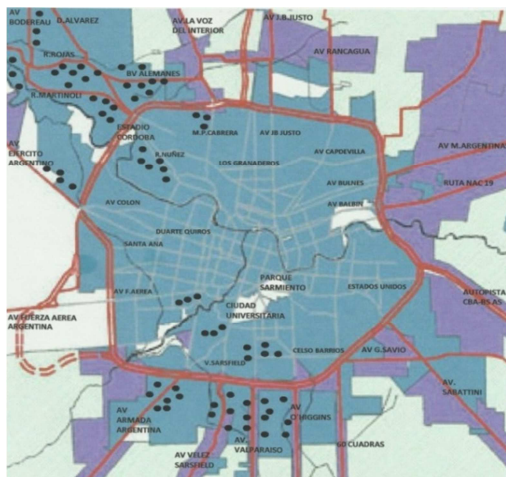


Fig. 1 –Mancha urbana de la Ciudad de Córdoba con zonas identificadas con desarrollo de tipología dúplex.



Fig. 2. Vistas de Tipología Dúplex en la Ciudad de Córdoba

REFERENCIAS CLIMÁTICAS DE CÓRDOBA

Córdoba posee un clima de estaciones bien marcadas, cálida húmeda y fría seca. Zona bioambiental IIIa: templada cálida. Los veranos son calurosos y húmedos con temperaturas máximas medias que superan los 30°C y mínimas medias de 17°C (IRAM 11603:1996), con una temperatura máxima extrema de 39°C en Noviembre.- La diferencia térmica diaria es muy importante, considerándose una característica del clima local. La estación lluviosa coincide con la época cálida siendo de 581,2 mm la precipitación entre los meses de Nov-Dic- Ene y Feb. En diciembre la heliofanía relativa es alta: 66,9 %. Los meses cálidos poseen un bajo porcentaje de días con vientos fuertes, entre el 16% y el 24%. La frecuencia que notoriamente se destaca es la NE con vientos cálidos con una velocidad aproximada de 17 km/h. En el período frío (considerando Junio, Julio y Agosto) las temperaturas medias oscilan entre 5°C la mínima media y 19,1°C la máxima media (IRAM 11603:1996) con una temperatura mínima extrema de -5,2 °C en Julio.- La diferencia térmica diaria es importante, como así también la cantidad de días claros donde el aprovechamiento solar es óptimo, siendo el 27,66% en junio y 40,66% en julio y 43,66% en agosto.- Es una estación netamente seca con 14,13 mm de precipitaciones promedio para los meses mencionados.- En los meses fríos hay alrededor de un 20% de días con vientos fuertes incrementándose abruptamente en agosto. La frecuencia que notoriamente se destaca es la N con vientos cálidos y secos con velocidad aproximada de 16 km/h. Posteriormente las frecuencias siguientes, son la NE, con velocidad aproximada de 20 km/h y la Sur, con vientos fríos, con una velocidad aproximada de 16 km/h (Angiolini et al. 2007).

ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA TIPOLOGIA.

Localización y emplazamiento:

Se encuentra ubicada en zona urbana, Barrio Los Boulevares de la Ciudad de Córdoba, Latitud Sur 31°19´ Longitud oeste 64°13´, altura sobre el nivel del mar 437 metros.

Lineamientos generales de diseño.

Las viviendas unifamiliares tipo dúplex están implantadas en un terreno de 360 m2. Son dos unidades de uso permanente que posee una superficie cubierta de 91,30 m2 y una superficie libre de 125 m2 cada una.

El diseño de la tipología se resuelve con el mayor aprovechamiento de las superficies para su implantación en el terreno, el que se encuentra delimitado por ejes medianeros.

El partido se desarrolla en forma compacta, en el sentido este-oeste, y se estructura a partir del muro divisorio de las dos unidades como eje de simetría dispuesto en forma paralela a los ejes medianeros y el cual se aprovecha como tabique sanitario confluyendo sobre éste las áreas húmedas de baños y cocina.

Cada unidad de vivienda se resuelve en dos plantas. En el nivel superior se ubican dos dormitorios y un baño. En el nivel inferior se ubica estar comedor, toilette, cocina, lavadero y cochera. Todos los locales principales poseen aberturas que permiten la ventilación e iluminación natural e ingreso de la radiación solar dependiendo de su orientación. Cuenta con infraestructura de servicios de electricidad, gas natural, agua potable y cloacas (fig. 3 a 7).

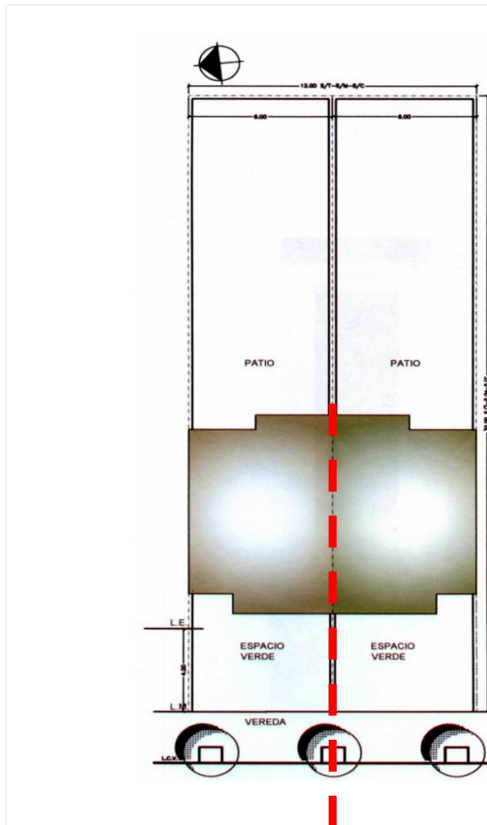


Fig. 3 - Implantación en el terreno

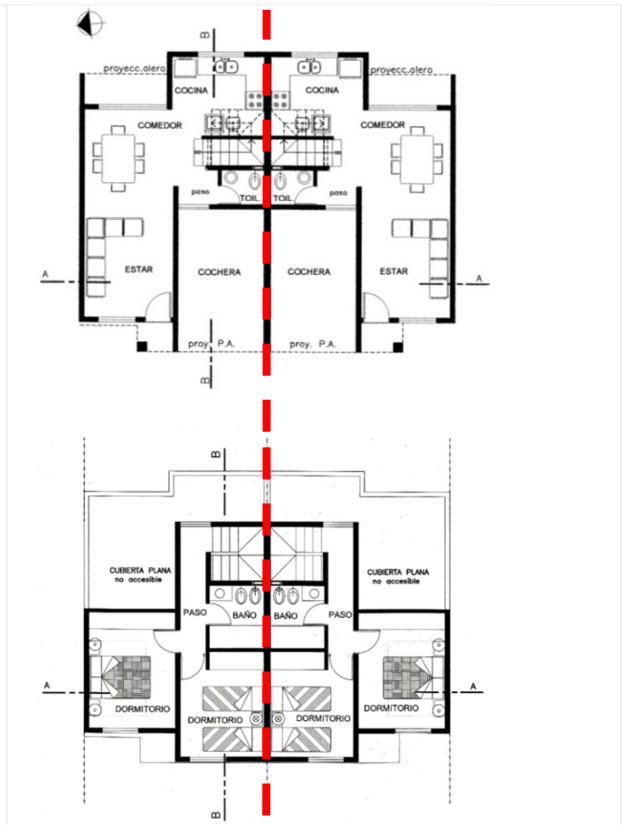


Fig. 4 - Planta Baja y alta dúplex

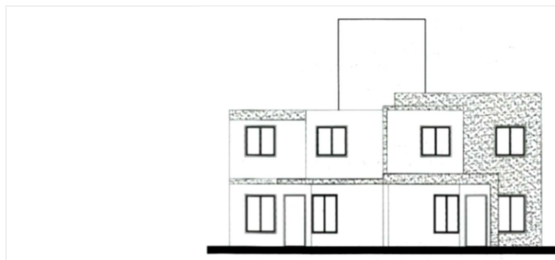


Fig. 5 - Fachada principal dúplex

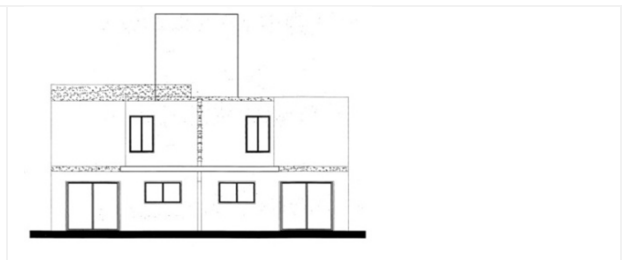


Fig. 6 - Fachada posterior dúplex

Sistema constructivo.

Se ha utilizado para la construcción de esta vivienda un sistema tradicional. La envolvente lateral es de muros exteriores de ladrillo cerámicos portantes de 0.12 m. de espesor que tiene como terminación en su cara externa, revoque grueso fratasado pintada al látex y yeso como terminación, en su cara interna. Los muros interiores son de ladrillo cerámico de 0.08 m. de espesor y el eje de división de las dos unidades, se encuentra ejecutado en ladrillo cerámico portante de 0.18m. de espesor.

Las aberturas son de aluminio doble hoja corrediza color blanco con vidrio simple. En sanitario se usó ventana con hoja de abrir común. Las hojas de las puertas son de madera con marco de chapa.

La envolvente superior es de techo plano ejecutado con viguetas pretensadas y bloques de poliestireno de 0.18 m. de espesor, capa de compresión, barrera de vapor y pintura asfáltica, con una cubierta ejecutada con perlitas de poliestireno expandido, carpeta hidrófuga y bovedilla como terminación, recubierta con pintura acrílica impermeable.

La losa de entepiso que divide planta baja y planta alta, es de viguetas pretensadas y bloques de poliestireno de 0.14 m. de espesor, efectuando rebaje de losa en la zona de baños con un espesor de 10 cms.

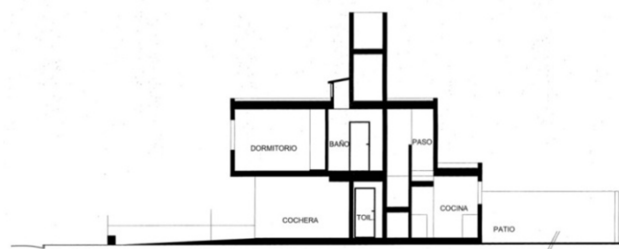


Fig. 7 - Corte B-B dúplex

ANÁLISIS DE INDICADORES DE COMPORTAMIENTO ENERGETICO.

Se analizan indicadores establecidos por Norma IRAM, Coeficiente K: referido a la capacidad de las envolventes de transmitir el calor; Riesgo de Condensación superficial e intersticial; Puentes Térmicos; Coeficiente G: referido a las pérdidas y ganancias volumétricas de calor de la edificación.

Análisis de comportamiento térmico (Coeficiente K) y verificación riesgo de condensación.

La norma IRAM 11605:1996 establece tres niveles de confort higrotérmico descendientes de invierno y verano: Nivel A recomendado, Nivel B medio, Nivel C mínimo. Para la condición de invierno los valores máximos admisibles de transmitancia térmica que deben cumplir los muros y techos para los tres niveles prescritos, son los indicados por la norma IRAM mencionada en función de la temperatura exterior de diseño de la localidad en la que se realiza el estudio. Esta temperatura se haya establecida en la Norma IRAM 11603 (para Ciudad de Córdoba se adopta temperatura de diseño de invierno interior 18°C y exterior 1,3). Los resultados obtenidos de los cálculos del coeficiente K se verifican con los valores que establece la norma para Córdoba, verano e invierno, para muros y techos (Tabla 1).

| | VERANO | | | INVIERNO | | |
|--------|---------|---------|---------|----------|---------|---------|
| | Nivel A | Nivel B | Nivel C | Nivel A | Nivel B | Nivel C |
| MUROS | 0,5 | 1,25 | 2 | 0,38 | 1 | 1,85 |
| TECHOS | 0,19 | 0,48 | 0,76 | 0,32 | 0,83 | 1 |

Tabla 1: valores Máximos Admisibles de Transmitancia Térmica K (W/m2K) según Norma Iram, para Córdoba capital Zona Bioclimática IIIa

Los resultados demuestran que para la envolvente exterior lateral, el coeficiente de transmitancia térmica K arroja un valor de 1,58 W/m2k, verifica Nivel C invierno y verano. En el caso de la envolvente superior el valor de K es igual a 0,17 W/m2k verifica los tres niveles de la norma IRAM citada, A, B y C invierno y verano (Fig. n°8). Ambos casos presentan condensación intersticial.

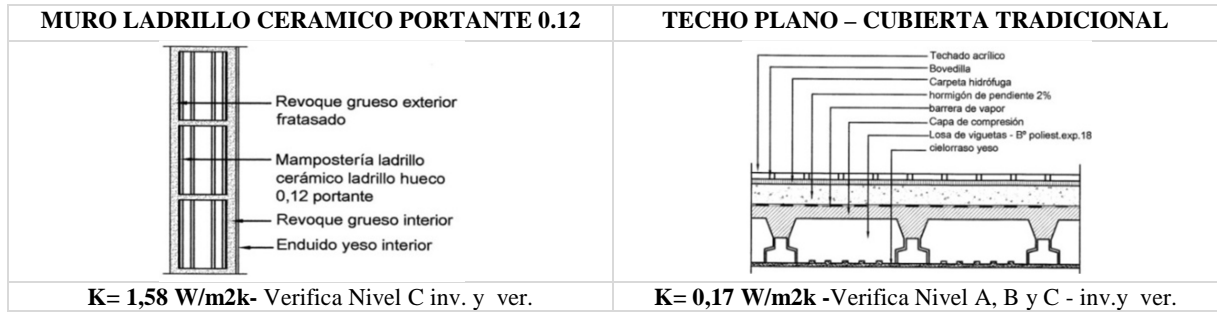


Fig. 8- Verificación riesgo de condensación en muro y cubierta

Puentes térmicos.

Se identifican puentes térmicos en la envolvente lateral y envolvente superior. La presencia de la estructura de encadenados en muros y la secuencia de las viguetas para el armado de la losa, generan los puentes térmicos en la envolvente lateral y superior, respectivamente (figura 9 y 10). El coeficiente K no verifica, arroja un valor de 3,07 W/m2k para el encadenado de muros y un valor de 1,36 W/m2k en la sección de la vigueta. Se verificó el riesgo de condensación en puentes térmicos: el encadenado de muros presenta condensación, la vigueta de la losa no presenta riesgo de condensación (figura 11).

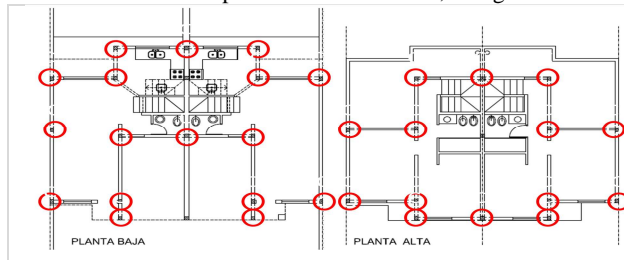


Fig. 9 Identificación de puentes térmicos en PB y PA en envolvente lateral

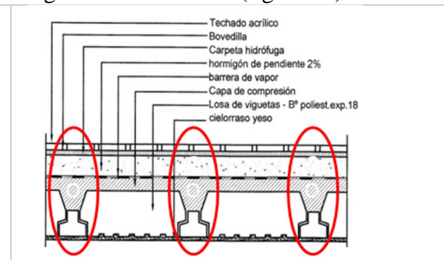


Fig. 10 Identificación de puentes térmicos en detalle de envolvente superior.

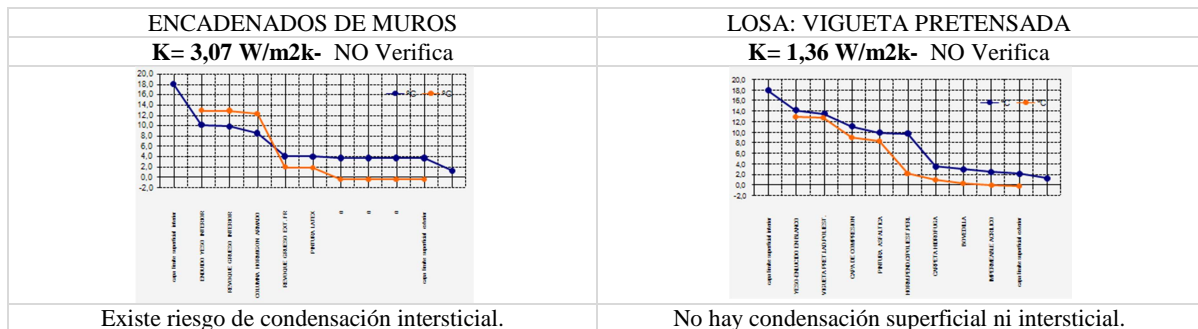


Fig. 11- Verificación riesgo de condensación en puentes térmicos

El valor de transmitancia térmica K de los puentes térmicos no verifica y la relación establecida por norma entre el K de la envolvente (Kmuro o Ktecho) con el K del puente térmico (Kpt) da como resultado un valor superior al 50% en el caso del techo, muy superior al 35% que establece la norma, debido a la distancia menor a 1,70 a la que se encuentran las viguetas y el ladrillo de poliestireno (Tabla 2). En ambos casos se favorece la condensación superficial sumada a la intersticial, ya existente en la columna de encadenado.

| MURO | TECHO |
|--|--|
| $K_{pt} = 3,07 \text{ W/m}^2\text{K} = 1,94$ mayor a 1,50 | $K_{pt} = 1,36 \text{ W/m}^2\text{K} = 8,00$ mayor a 1,35 |
| $K_m = 1,58 \text{ W/m}^2\text{K}$ | $K_t = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$ |
| El valor de los puentes térmicos de los muros no verifica. | El valor de los puentes térmicos lineales de la envolvente superior no verifica. |

Tabla 2: valores de Transmitancia Térmica K de puentes térmicos y envolventes.

Coefficiente Volumétrico “G” de verano e invierno.

Se realiza el cálculo del Coeficiente Volumétrico G según Normas Iram 11604 invierno y 11659-1/2 verano para establecer el comportamiento global en relación a las pérdidas y ganancias de calor con el sistema constructivo actual. El G total de invierno es de 1,06W/m3°C verifica al G admisible para 20°C que es de 1,67 W/m3°C. El G total de verano es de 36,43 W/m3°C no verifica al G admisible 20,75 W/m3°C, registrándose las mayores ganancias por radiación solar, 42% del total (Figura n° 12).



Figura n° 12: Pérdidas y ganancias según Coeficientes globales “G” de invierno y verano

ANALISIS DE RESULTADOS

La tipología se comporta bajo los límites admisibles del Nivel C de la Norma IRAM, nivel correspondiente a vivienda social. Dada las características de la tipología y el usuario de la misma el nivel requerido mínimo del coeficiente K sería el B, sin presencia de condensaciones y puentes térmicos.

En relación a los coeficientes G de invierno y verano la tipología se comporta en invierno de manera eficiente y en verano a inversa de forma ineficiente.

PROPUESTAS DE MEJORAS

Las mejoras propuestas tienen como objetivo hacer más eficiente el comportamiento higratérmico global de la tipología. Las propuestas tratarán de conservar el sistema constructivo empleado e impactar mínimamente sobre el monto total de obra.

1) Comportamiento térmico (Coeficiente K) y riesgo de condensación. Mejoras de Envolvente lateral y superior.

- A) Se propone mejorar las envolventes laterales exteriores cambiando muro de ladrillo cerámico portante de 0.12m. de espesor por ladrillo portante de 0.18m.de espesor, con revoque exterior y yeso interior. Para la envolvente superior se propone una cubierta invertida. Los resultados demuestran que en ambos casos, si bien mejora el coeficiente térmico K, ambas envolventes continúan verificando en los niveles anteriormente descritos. El muro arroja un valor de 1,35W/m2k y la cubierta un valor de 0,14W/m2k. La mejora elimina los riesgos de condensación en ambas envolventes (Fig. 12).

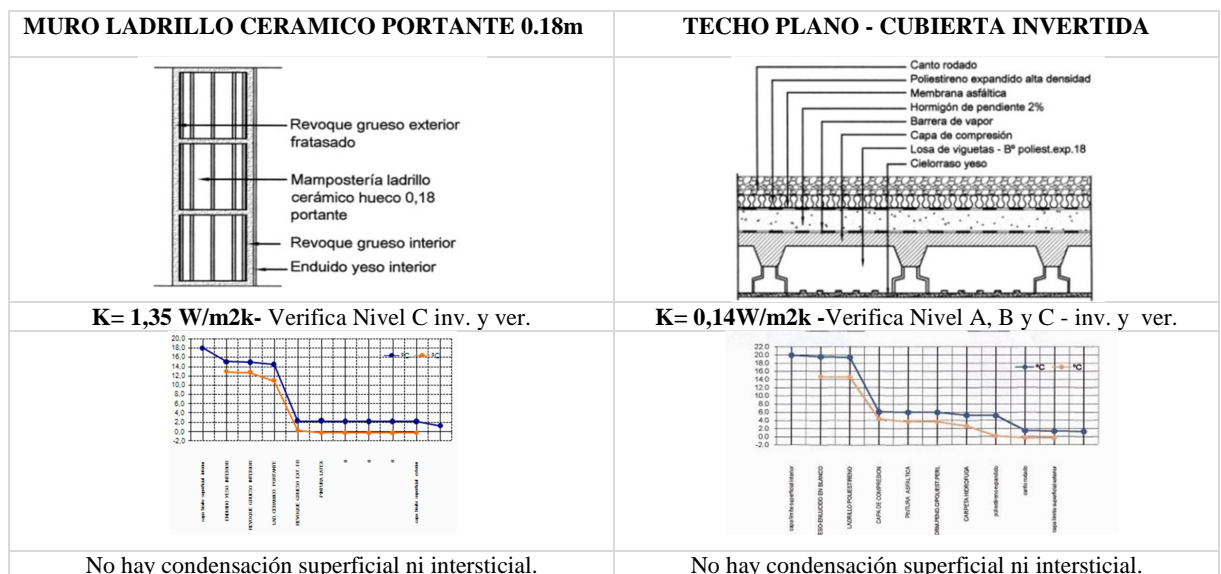


Fig. 12 - Verificación riesgo de condensación. Mejoras de las envolventes.

B) En razón de que la mejora propuesta en primera instancia para la envolvente lateral exterior continúa sin verificar nivel B, se propone una segunda mejora, sólo en esta envolvente, que consiste en un doble muro de ladrillo cerámico de 0.12m con aislante de poliestireno expandido de 0.025m, revoque exterior y yeso interior, con un espesor total de 0.27 m. Esta segunda mejora establece un K de 0,54 verificando el nivel B verano e invierno y sin riesgo de condensación.

2) Puentes térmicos.

Se propone eliminar los puentes térmicos. En el caso de los muros de ladrillo hueco con espesor 0.18m, se propone la incorporación de aislante de poliestireno expandido (e=0.03m.) entre columna de encadenado de H°A° y revoque exterior, que mejora el valor del coeficiente K a 0.88W/m2k verificando Nivel B y C invierno y verano y eliminando el riesgo de condensación. En el caso de la cubierta superior con la mejora de la cubierta invertida el valor del coeficiente K pasa a 0.46W/m2k en la sección de la vigueta verificando Nivel B y C invierno y verano, continuando sin riesgo de condensación.

3) Coeficientes Volumétricos “G” total de verano e invierno

En el coeficiente G de verano la mayor incidencia de ganancias térmicas está dada por el ingreso de la radiación solar por ventanas, por lo que se propone para impedir el ingreso de la misma instalar cortinas tipo toldos exteriores operables de color claro con circulación de aire entre el vidrio y la cortina.

A) En el primer caso con envolvente de 0,18 m, cubierta invertida y protección en aberturas el coeficiente G de verano disminuye de 36,43 W/m3°C a 25,71 W/m3°C, las ganancias solares descienden de 42% a 13% y el G de invierno disminuye de 1,06 W/m3°C a 0,94 W/m3°C. Para el caso de verano el coeficiente G disminuye significativamente acercándose al admisible, pero no verifica. (Fig 14).

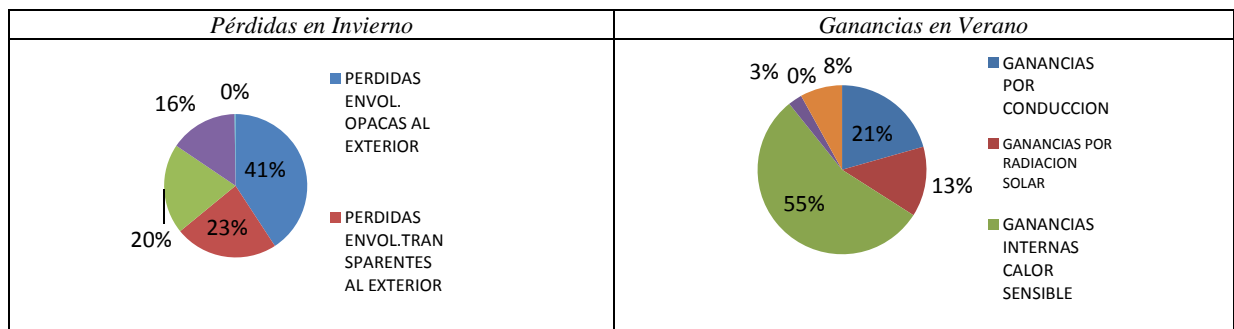


Fig. 14: Pérdidas y ganancias según Coeficiente Volumétrico “G” de invierno y verano con mejoras propuestas: muro 0,18m., aberturas con protección solar y cubierta invertida.

B) La segunda mejora que incorpora doble muro de ladrillo cerámico hueco con aislante de poliestireno expandido de 0,025m, con un espesor total de 0,27 m., y conserva cubierta invertida y protecciones en ventanas, modifica el G de verano a 20,43 W/ m3°C que verifica en relación al admisible 20,75W/ m3°C.

ANALISIS ECONOMICO

| ITEM | EXISTENTE | Incidencia | | MEJORAS MINIMAS | Incidencia | | MEJORAS OPTIMAS | Incidencia | |
|----------------------------|--|------------|-------------|--|-------------|-------|---|--------------|-------|
| | | Dif. | TOTAL | | Dif. | TOTAL | | Dif. | TOTAL |
| MURO EXTERIOR ESTE / OESTE | Mampostería Cerámica Portante 12x19x33 revoque ambas caras | 3.5% | 0.0% | Mampostería Cerámica Portante 18x19x33 revoque ambas caras | 28.0% | 0.98% | Muro Doble cerámico 12x19x33TAB+Pol.e xp.+12x18x33POR | 101.0% | 3.54% |
| CUBIERTA PLANA | Cubierta Tradicional | 9.6% | 0.0% | Cubierta Invertida | 20.0% | 1.92% | Cubierta Invertida | 20.0% | 1.92% |
| CARPINTERIAS | Vidrio simple 4mm | 9.9% | 0.0% | Cortinas protección | 14.2% | 1.36% | Cortinas de protección | 14.2% | 2.71% |
| TOTAL Incidencia | | | 0.0% | | 4.3% | | | 6.82% | |

Tabla 3: Análisis económico de la situación existente y mejoras propuestas.

La evaluación económica se realiza calculando el costo total de la tipología en la resolución constructiva existente. Determinando el porcentaje de incidencia en el total de la obra de cada uno de los ítems y rubros. Se establece el incremento en porcentaje de cada una de las mejoras propuestas y su incidencia en total del ítem. Sumando las mejoras, nos da como resultado que las primeras mejoras mínimas significan un 4,3% de diferencia con la situación inicial existente, y la segunda mejora en envolvente lateral, más la cubierta invertida y la protección en ventanas un 6,82% de incremento. (Tabla 3)

CONCLUSIONES.

Del análisis precedente, se establece lo siguiente:

La tipología dúplex cumple con el nivel C de confort, exigido por norma IRAM 11605:1996 para vivienda sociales, el confort esperado para una tipología de vivienda de estas características, dirigida a usuarios de clase media debería aspirar a cumplir con los requerimientos del nivel B de la Norma citada.

La composición de la tipología se ve favorecida al ser compacta y por tener consolidado sus ejes medianeros laterales, las superficies de envolventes exteriores expuestas al intercambio térmico, son reducidas.

La vivienda con un emplazamiento en el sentido Este-Oeste se comporta con mayor eficacia en invierno que en verano, como consecuencia de la ganancia de radiación solar a través de las aberturas que carecen de protección.

La cubierta invertida, planteada como opción de mejora para el reemplazo de la cubierta no accesible, es económicamente más conveniente y más efectiva a nivel higrotérmico, manteniendo el mismo sistema constructivo. Verifica nivel A, B y C de la norma IRAM 11605:1996, no presenta riesgo de condensación y elimina los puentes térmicos.

La primera mejora propuesta para las envolventes laterales exteriores, mediante la cual el ancho de muro total pasa de 0.15m a 0.21m. de espesor con el mismo material y terminaciones, implica una mejora higrotérmica regular ya que si bien elimina el riesgo de condensación, no mejora sustancialmente el comportamiento térmico.

Siendo la superficie de mampostería exterior muy reducida implica un 0.98% de incremento sobre el monto total de obra, es conveniente la opción de la segunda propuesta de envolvente con aislante térmico, cubierta invertida y protecciones en ventanas, siendo el incremento de 6,8% del monto total de obra, teniendo en cuenta la vida útil de una vivienda y el costo de funcionamiento de la misma.

Las primeras modificaciones propuestas incrementan el monto total de la obra en un 4,3%, y si bien mejora el comportamiento no llega a alcanzar el nivel B requerido.

El doble muro de ladrillo cerámico de 0.12m con aislante de poliestireno expandido de 0.025m propuesto elimina los puentes térmicos en la envolvente lateral, mejora el coeficiente K, verifica el nivel B invierno y verano de la norma IRAM 11605:1996 y elimina el riesgo de condensación, siendo más conveniente para el clima de Córdoba.

La mejora relacionada con la protección de las aberturas propuesta (cortinas tipo toldos exteriores operables con circulación de aire entre el vidrio y la cortina, color claro) que tiene como función impedir el ingreso de la radiación solar en verano, disminuye las ganancias de un 42% a un 16 %, contribuyendo a su vez a impedir las pérdidas de calor en invierno. Es una solución accesible en términos económicos.

REFERENCIAS:

- IRAM (1996a). Norma 11603: Acondicionamiento Térmico en edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. www.iram.com.ar
- IRAM (1996b). Norma 11605. Acondicionamiento Térmico en edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. www.iram.com.ar
- IRAM (2001) Norma 11604 Aislamiento térmico en edificios. www.iram.com.ar
- Di Bernardo E. y Perone D., 1994. Propuesta para la optimización energética en viviendas de interés social. Taller "Energía, Hábitat y Ambiente", XVII Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energía Solar. Rosario, Argentina
- Gonzalo G, Ledesma S, Nota V, Martínez C, Cisterna S, Quiñones G, Márquez G, Tortonese A, Garay A, 2000. Determinación y análisis de los requerimientos energéticos para el acondicionamiento térmico de un prototipo de vivienda ubicada en San Miguel de Tucumán. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Volumen 4 ISSN 0329-5184. Salta, Argentina.
- CPP, 2008. Censo Provincial de Población 2008. Dirección General de Estadísticas y Censos. Gobierno. Provincia de Córdoba.
- Gatani, Mariana et al (2008) Definición de indicadores de análisis de diseño sustentable, el caso de una vivienda serrana en Córdoba Avances en energías renovables y medio ambiente. Volumen 12. Salta. Argentina
- García V.O. Alonzo M. L.; Lorefice M.; Cativa Larsen L., Bedini M. F. (2012) Comportamiento Higrotérmico de una vivienda de interés social en la Ciudad de la Rioja. Avances en energías renovables y medio ambiente. Volumen 16. ISSN 0329-5184. Salta Argentina
- Liu Junjie, Zhang Tengfei, Zhai Zhiqiang (2010). Considering building energy from environmental perspective Energy and Buildings 42
- Maristany Arturo. (CIAL-FAUD-UNC.) - Planilla de cálculo de Propiedades térmicas de elementos constructivos.
- Peralta, Joaquin, Gargantini Daniela, (2008) Hábitat y sostenibilidad social urbana. Criterios para la formulación y evaluación de proyectos socio – habitacionales. Revista del Centro Marina Waisman de Formación de Investigadores en historia crítica de la arquitectura.
- Martinez C. F. et al. Propuesta de cambios para la mejora termo-energética de la Envolvente Exterior de viviendas en el Gran San Miguel de Tucumán Avances en energías renovables y medio ambiente. Volumen 16. ISSN 0329-5184. Salta Argentina
- Mascaró J.J y Mascaró L., Raffo de, (1992). Incidência das variáveis projectivas e de construção no consumo energético dos Edifícios. Editores. Porto Alegre, Brasil.
- Picción A., Echeverría C., Girardín M.G., 1998. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente Revista de la Asociación de Energías Renovables y Medio Ambiente. Volumen 2 ISSN 0329-5184. Salta. Argentina.

ABSTRACT

The work aims to study the duplex typology, to set variables that determine efficient thermal performance for the climate of Cordoba. Shown hygrothermal and energy analysis of the duplex typology currently well developed within the urban fabric. Analysis indicators are based on the Iram Standards. K values , risk of condensation, presence of thermal bridges and volumetric loss coefficient G for the two extreme weather stations in the city: summer and winter are verified.

The findings establish that the worst prototype orientation for the Cordoba climate, east-west, behaves within minimum limits as Iram Standards, which is the requirement for social housing, the most problematic situation is the presence of thermal bridges and summer heat gains. Minor modifications are established to optimize its performance.

Keywords: design guidelines, hygrothermal behavior, energy saving