

RELEVAMIENTO DE EDIFICIOS EN ALTURA EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN. SU ENVOLVENTE Y CONDICIONES AMBIENTALES

J. L. Guijarro¹, R. F. Ajmat¹, M. E. Soldati¹, L. M. De Innocentiis¹
N. Bazan²

Cátedra de Acondicionamiento Ambiental II, Instituto de Acondicionamiento Ambiental,
Facultad de Arquitectura y Urbanismo - Universidad Nacional de Tucumán.
Av. Kirchner 1800, San Miguel de Tucumán
Tel. 0381 - 4364093 Int. 7946. rfajmat@hotmail.com

Recibido: 14/08/12; aceptado: 04/10/12

RESUMEN: El objetivo del presente trabajo es el relevamiento de la situación de edificios en altura en la ciudad de San Miguel de Tucumán. En el mismo se presentan los datos obtenidos del relevamiento realizado en los sectores más densamente construidos de la capital tucumana. Mediante un relevamiento lote a lote del radio céntrico de la ciudad se registraron las características de los edificios en altura, sus características constructivas y sus envolventes generándose una base de datos hasta ahora inexistente; se realizaron mediciones piloto de condiciones higrotérmicas y acústicas. El análisis térmico permitió describir comportamientos típicos del parque edilicio en altura. Por otro lado ha puesto de manifiesto las situaciones de discomfort térmico y acústico. Se comprobó correlación entre situaciones de discomfort y el uso de materiales o técnicas constructivas inadecuadas desde el punto de vista de las recomendaciones efectuadas por la normativa vigente.

Palabras clave: Edificio en altura, Confort ambiental interior, envolvente edilicia.

INTRODUCCIÓN

La problemática del confort ambiental en edificios en altura en nuestras ciudades adquiere a diario mayor importancia toda vez que el crecimiento en la densidad de los centros urbanos se realiza gracias a este tipo de edificación. Los cambios que se generan por el incremento de la masa construida y los efectos de la especulación del mercado inmobiliario en la calidad de los materiales que constituyen la envolvente, influyen directamente en el confort ambiental urbano e interior de los mismos con dos consecuencias directas: la disminución de la calidad de vida de sus ocupantes y el incremento en el consumo energético de los edificios. Dentro de la calidad ambiental urbana los factores acústicos, se encuentran entre los principales.

Uno de los problemas de contaminación más graves de las ciudades modernas es el ruido, aunque muchas veces, su presencia no se considera relevante frente a otros temas ambientales, tal vez porque es una contaminación que desaparece luego de ser emitida al ambiente. Sin embargo, sabido es que sus efectos quedan grabados en la salud de las personas, llegando a constituirse en una de las principales causas de enfermedades laborales.

La problemática de la calidad ambiental ha adquirido, en el municipio de San Miguel de Tucumán, mayor relevancia teniendo en cuenta que desde el 2003 a la fecha fue el municipio con mayor crecimiento de la construcción en toda la Argentina (según un informe nacional de la consultora Reporte Inmobiliario). En 2004, se otorgaron 272 permisos para obras nuevas, con una superficie de 232.000 m². Se construyen desde entonces, anualmente, un promedio de 75 edificios en altura dentro de las cuatro avenidas principales de San Miguel de Tucumán.

El presente trabajo describe las tareas que se están llevando a cabo en el marco del proyecto CIUNT 26B/409 "El edificio en altura: su control ambiental" cuyo objetivo es el estudio del comportamiento acústico térmico y lumínico de edificios en altura de los sectores terciario y residencial de San Miguel de Tucumán de forma integral, tendiente a elaborar indicadores para definir el estado de situación y bases de actualización y/o generación de normativas para el control ambiental (Ordenanzas).

En una primera etapa, se realizaron tareas tendientes a caracterizar el parque edilicio en altura de la ciudad. Para ello fue necesario indagar sobre las características tanto constructivas como de uso de los mismos y su distribución o concentración. Se realizaron tareas de relevamiento de datos cuantitativos (número de pisos, materiales constructivos, tipo de aberturas y protecciones, etc.) y cualitativos (modos de uso de los mismos, características térmicas y acústicas de los materiales, etc.) a fin de poder conocer las tendencias de las características de la edificación en altura y, en consecuencia, estudiar su comportamiento acústico, térmico y lumínico en condiciones reales.

¹ Docentes Investigadores UNT

² Becaria CIUNT

SECTOR ANALIZADO

El área de estudio y análisis, comprende 252 manzanas, ubicadas entre las 4 avenidas principales que delimitan el radio céntrico de la ciudad de San Miguel de Tucumán, (Sarmiento al Norte, Avellaneda-Sáenz Peña al Este, Roca al Sur y Alem-Mitre al Oeste), en ella se contabilizaron 949 edificios en altura, de los cuales 809 son de función exclusiva de vivienda, 92 son de función exclusiva de oficinas y los otros 48 presentan una función mixta de viviendas y oficinas. Otras funciones como hotelería y salud también tienen edificios en altura 15 y 8 respectivamente pero no han sido considerados en los análisis detallados por su escasa influencia en los valores totales.



Figura 1: Porcentaje de edificios según función.

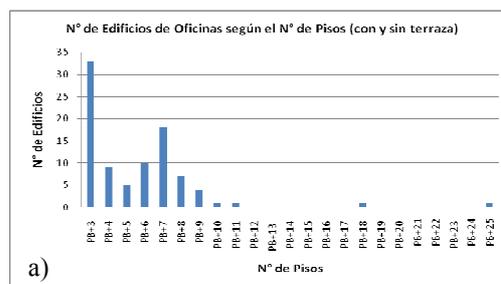
De esta manera el análisis se concentro en tres situaciones para el análisis de las características de la envolvente utilizando la clasificación según las funciones:

- Vivienda exclusivo
- Viviendas y oficinas
- Exclusivamente oficinas

ANÁLISIS DE LOS DATOS OBTENIDOS

Número de pisos:

En general, se observa, que los edificios de oficinas no superan los 10 pisos excepto por alguna excepción. Predominan los edificios de poca altura, entre ellos los de PB y 3 pisos que constituyen el 36%. (Figura 2a)



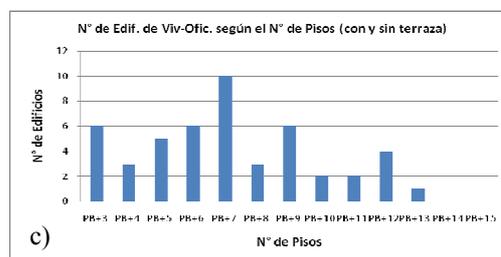
a)

Los edificios destinados a viviendas, por otro lado, presentan una distribución ligeramente más uniforme según el número de pisos; a pesar de que los edificios de PB y 3 pisos representan un 17%, en general los más frecuentes son los de PB y 7 pisos, que constituyen un 25%. Se observa además un crecimiento en altura con respecto a los edificios de oficinas, se encuentran edificios de hasta PB y 15 pisos a pesar de no constituir un número representativo. (Figura 2b)



b)

Al analizar los edificios de viviendas-oficinas se observa por un lado una mayor uniformidad en la distribución según el número de pisos respecto a los dos anteriores, y por otro que el número más representativo deja de constituirse por los edificios de PB y 3 pisos para ser ocupado por los de PB y 7 pisos con un 21% del total. (Figura 2c)



c)

Figura 2: Porcentaje de edificios según función: a) Oficina b) Vivienda c) Viv-Oficina

Materiales de construcción

Respecto de los materiales de construcción utilizados en la resolución de la envolvente hay una predominancia del ladrillo macizo común que compite con el ladrillo hueco

Realizada una consulta a diferentes empresas constructoras del medio, ambos materiales son los utilizados en la actualidad, pero en diversas resoluciones constructivas en lo que a envolvente se refiere.

Porcentaje de aberturas:

La proporción de superficie de aberturas respecto de la superficie de muro ha demostrado la tendencia hacia la utilización de fachadas vidriadas en su mayoría en la función oficinas donde se observa que el 67% de los edificios de oficinas cuentan con más del 50% de su superficie de fachada vidriada. (Figura 3a)

Si se comparan estos números con los obtenidos para edificios destinados a viviendas, se observa que ocurre lo opuesto, el 69% de los mismos cuentan con menos del 50% de su fachada vidriada. (Figura 3b)

Algo similar sucede con los edificios de función mixta vivienda-oficina, sólo que más atenuado, el mayor número de edificios se ubica en el rango de menos de 50% de superficie vidriada. (Figura 3c)

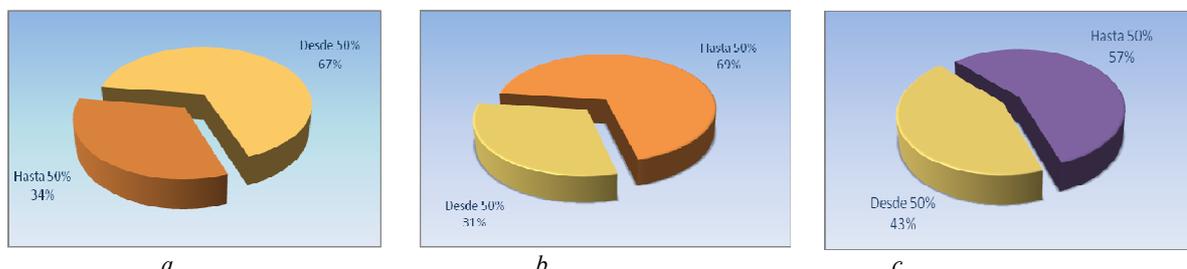


Figura 3: Porcentaje de edificios según % de Aberturas: a) oficinas b) viviendas c) vivienda-oficina

Uso de protecciones:

Como elementos de control climático se relevaron las protecciones y se encontró un predominio del uso de algún tipo de protección en el 71% de los edificios (esto podría deberse a que se ha tomado al elemento balcón, muy utilizado en la mayoría de edificios en altura, como una protección).

A fin de evaluar la influencia de las protecciones se procedió luego al desglose del número total de edificios según el tipo de protección. Se observa que, en general, las más utilizadas son el balcón seguido por los parasoles, tanto si se los considera solos como en combinación con algún otro tipo.

El mismo análisis se realizó para los edificios destinados a viviendas, observándose un resultado mucho más contundente, el 95% de los mismos cuenta con algún tipo de protección. Dentro de este número el 52% posee más de un tipo de protección. Al igual que para los edificios de oficinas el balcón es de los elementos más utilizados, con un 35%, como en combinación con otros tipos de protección, seguido en utilización, en este caso, por las celosías. (Figura 4b)

Por último, en los edificios de función mixta de viviendas-oficinas se observan resultados similares a los obtenidos para los de viviendas, más del 90% de los mismos utilizan algún tipo de protección, siendo también lo más utilizado la combinación de más de un tipo de protección, con un 55% de utilización. (Figura 4c)

El balcón sigue siendo de los elementos más utilizados, tanto solo como en combinación con otros tipos de protección, en este último caso seguido en utilización, por los toldos y las celosías.

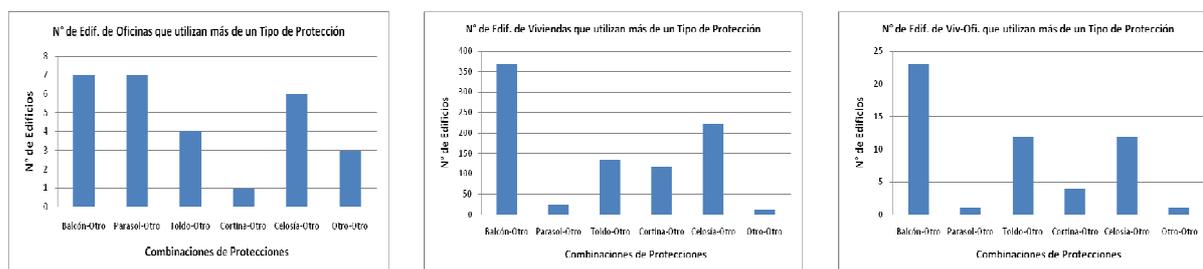


Figura 4: Porcentaje de edificios según % de Uso de protecciones: a) Oficina b) Vivienda c) Viv-Ofi

Habiéndose realizado el relevamiento de estas 252 manzanas y analizado los resultados obtenidos, se decidió, en una segunda etapa seleccionar un sector con características representativas respecto de la situación acústica y térmica a fin de realizar un análisis más detallado. Se optó por un área muy próxima al microcentro, que incluye una de las vías rápidas de tránsito vehicular que pasa por el radio céntrico y que a la vez resulte igualmente típica en cuanto al tipo de edificación. En esta área se identificaron 12 manzanas comprendidas entre las calles (24 de Septiembre al norte, Gral. Paz al sur, Chacabuco al este y Rioja al oeste)

En este sector, donde el 88,6% se encuentra terminado y sólo el 11,4% de los edificios existentes están en construcción, se estudiaron diversas variables correspondientes no solo a los edificios sino que se incluyó también el correspondiente entorno inmediato.

Para la obtención de datos específicos sobre tipos de muros, techo y aberturas se realizaron encuestas dirigidas a los estudios de arquitectura y empresas constructoras más importantes del medio.

Se presentan a continuación las características salientes del mismo:

- La función predominante en la zona seleccionada es de viviendas 87,1%
- La altura de edificación es muy variable, con un predominio de edificios de siete pisos, con el 34,3%
- En los muros el material más utilizado, es el ladrillo cerámico hueco 60,0%
- El ladrillo a la vista es la terminación superficial más utilizada 54,3%
- El tipo de abertura más utilizado es la puerta/ventana, 75,7%. Su predominancia se debe a que la gran mayoría de los edificios posee balcones y este tipo de carpintería es la que mejor se adapta para estos casos.
- En cuanto a la forma de accionamiento, las carpinterías corredizas son las más utilizadas 65,7%
- Las carpinterías metálicas son las más usadas 70,0%
- Las protecciones solares de los edificios analizados, 85,7% cuenta con balcones que en algunos casos funcionan como protección solar. Otra protección utilizada con cierta frecuencia son las cortinas de enrollar con el 21,4% de los casos relevados
- Para el caso en particular de los edificios en altura, son los primeros pisos de la construcción los que pueden verse favorecidos por la sombra arrojada por la vegetación. El uso de este recurso puede verse solo en el 28,6% de los edificios relevados. El 71,4% restante no lo tienen.

UN CASO DE ESTUDIO: CONFORT ACUSTICO

Para analizar el comportamiento de la envolvente de los edificios en relación al Confort acústico interno de locales se procede a realizar una medición piloto. Para ello se selecciona un edificio de la zona de estudio del proyecto de investigación. Estas mediciones se realizan en paralelo al relevamiento general de la zona de análisis.

Se muestran a continuación la planimetría del edificio seleccionado y se ubican los puntos de registro de mediciones. (Figura5)



Figura 5: Planimetría general del edificio estudiado.

Aspectos considerados para la selección del caso de estudio

1- Posibilidad de acceso: Este aspecto fue determinante para seleccionar el caso de estudio ya que se debía poder acceder al edificio y a la vivienda, para realizar la toma de datos, en muchas oportunidades y diversos horarios.

2- Tipología edilicia: Uno de los aspectos considerados es la tipología edilicia, la cual permita encontrarse en una situación más crítica en relación a fuentes de ruidos (calles de mucha circulación de colectivos, calles principales, calles de mucho caudal automotor, presencia de semáforos y fuentes de ruidos cercanas).

3- Función: Se seleccionó la función Vivienda para el análisis por presentar diversos locales cuyas actividades precisan de niveles sonoros diferentes. Así también, la vivienda es la función preponderante en la zona de estudio y la que abarca a la mayor cantidad de personas involucradas.

Metodología:

Se estableció un patrón de mediciones que permitiera obtener valores de Niveles sonoros exteriores e interiores del caso de estudio.

Para ello se observó durante una semana completa el movimiento de tráfico y se establecieron los días representativos de la actividad en que se realizarían las mediciones:

- Día de mucho tráfico MIERCOLES
- Día de poco tráfico DOMINGO

Para estos días se observó durante las 24 horas el caudal de tráfico resultando ser la hora de mayor caudal la comprendida entre las 11.30hs y las 12.30hs. En base a esta observación se definieron esos 60 minutos como el tiempo representativo para obtener los Niveles sonoros, tomándose registro cada 1 minuto. La medición de los Niveles sonoros se realizó con sonómetros (a- Sound Level Meter TES-1350 A. b- Sound Level Meter Digital SL-5858) bajo las condiciones más ajustadas posibles a lo establecido por las NORMAS IRAM 4062/01 y 4063. Así, se consideró como EXTERIOR, al balcón que desborda el local seleccionado para analizar el comportamiento del cerramiento exterior de la vivienda (ESTAR).

En él se obtuvieron los datos ubicando el sonómetro al borde del balcón en dirección a la calle Jujuy.

En el INTERIOR se ubicó el sonómetro centrado frente al cerramiento compuesto por mampostería de ladrillos macizos, puerta ventana de vidrio común transparente y viga de hormigón armado con equipamiento correspondiente a la función ESTAR.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Niveles de Intensidad Sonora

Con las consideraciones que se explicitaron en Metodología se procedió a la medición de niveles sonoros exteriores expresados en dBA, obteniendo los siguientes resultados (Figura 6):

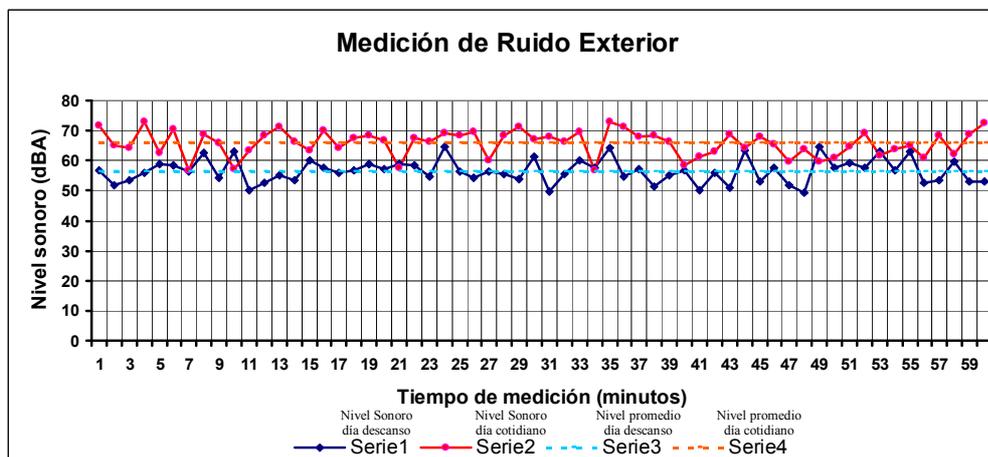


Figura 6: Valores medidos de ruido exterior

Según lo graficado puede notarse claramente la diferencia entre el Nivel sonoro correspondiente a un día de trabajo cotidiano y un día de descanso.

Tomando los promedios, se obtiene una diferencia de 9,29 dBA, sin embargo puede observarse que al tratarse de un ruido exterior que comprende tráfico vehicular y tránsito peatonal es un ruido variable a lo largo de la medición; llegando en algunos casos a ser mas alto el nivel de un día de descanso que el día laboral.

Mediciones en el edificio

Con el objetivo de evaluar como actúa la envolvente del edificio seleccionado en lo que se refiere a la Reducción sonora del Ruido exterior, se procede a tomar mediciones durante 15 minutos con intervalos de 1 minuto de por medio.

Esta medición se la realiza de manera conjunta en el exterior y en el interior bajo dos situaciones:

- Con abertura cerrada totalmente. (Figura 7)
- Con máxima apertura posible de la abertura. (Figura 8)

Se muestran a continuación los resultados de las mediciones:

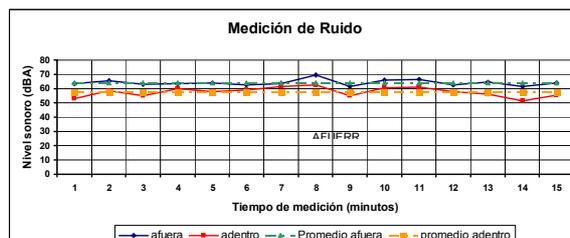
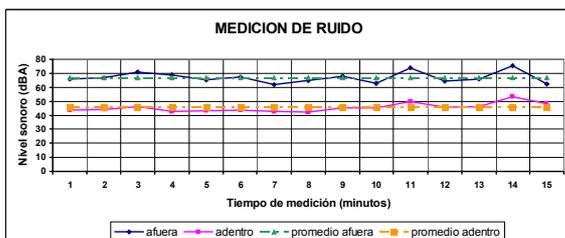
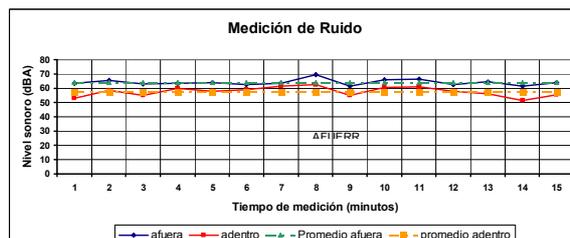
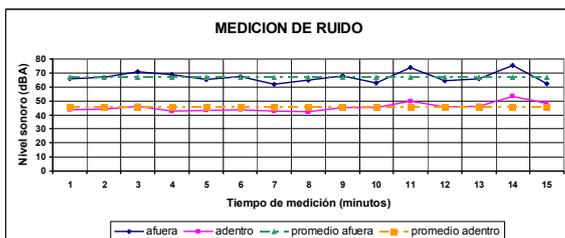


Figura 7. Con abertura cerrada totalmente

Figura 8. Con máxima apertura posible de la abertura

Como primera observación de las mediciones se puede extraer un valor de Reducción sonora promedio del cerramiento igual a 21,47 dBA. Este valor de aislamiento es producto de considerar las diferentes superficies de materiales que componen el cerramiento.

Si consideramos que la función vivienda en un Estar presenta según NORMAS IRAM un valor máximo admisible igual a 50 dBA, y de acuerdo a la medición el promedio obtenido resulta de 57,7 dBA para una situación de abertura abierta, el ruido exterior dificulta el confort acústico necesario dentro del local.

Esta situación de puerta-ventana abierta corresponde a una situación habitual con el fin de conseguir un confort térmico dentro del local (ventilación natural).

En el caso de puerta-ventana cerrada se llega a cumplir con lo sugerido y recomendado por las normas IRAM, debiendo recurrirse a una climatización artificial (aire acondicionado), contraponiéndose a las posibilidades de un uso racional de la energía por acondicionamiento natural.

CONFORT HIGROTÉRMICO

Con el objetivo de estudiar el comportamiento térmico se realizan mediciones de las condiciones higrotérmicas haciendo coincidir con el mismo edificio indicado en el análisis acústico. Esto permite describir las condiciones ambientales en un mismo contexto.

El estudio del aspecto térmico permite poner de manifiesto situaciones de desconfort térmico y su correlación con el uso de materiales o técnicas constructivas inadecuadas desde el punto de vista de las recomendaciones efectuadas por la normativa vigente.

Metodología

Con el fin de diagnosticar el comportamiento higrotérmico y energético se siguieron las especificaciones y protocolos de medición que las normas vigentes establecen al respecto. Se tomaron registros in situ de la situación termo-higrométrica ambiental interior y exterior en una de las unidades del edificio de referencia (Figura 5).

Se realizan campañas de medición del comportamiento higrotérmico en la estación más crítica, verano, durante un período de más de 30 días en condiciones de uso normal durante el monitoreo. Se registran datos de Temperatura y Humedad Relativa porcentual en dos locales interiores – estar y dormitorio - de una unidad de vivienda en simultáneo con el exterior.

Las mediciones se realizaron con equipos inalámbricos (data logger) marca Hobo Mod U12-012 para Mediciones de Temperatura y Humedad con software de aplicación de marca ONSET-USA, Mod BHW-Lite.

Los resultados del monitoreo, se evalúan según las Normas IRAM referidas al Acondicionamiento Térmico de Edificios: IRAM 11603 “Clasificación Bioambiental de la República Argentina”; IRAM 11601 “Propiedades Térmicas de los Materiales para la Construcción. Método de Cálculo de la Resistencia Térmica Total”; IRAM 11605 “Condiciones

Higrotérmicas de Habitabilidad en Viviendas. Valores Máximos Admisibles K de Transmitancia Térmica”; IRAM 11625 “Verificación del Riesgo de Condensación de Vapor de Agua”.

En nuestro país la regulación energética en edificios se rige por la normas IRAM 11604 Y 11659-2. Siendo su aplicación de cumplimiento voluntario en todo el país salvo en la Provincia de Buenos Aires, donde por Ley 13059 /03 (sancionada y en vigencia desde 2010) son de cumplimiento obligatorio.

RESULTADOS DE LAS MEDICIONES

Temperatura

Atendiendo a las consideraciones que se explicitaron en Metodología se procedió a la medición de temperatura y humedad relativa, obteniendo los siguientes resultados:

Como puede observarse en los gráficos de temperaturas (Figura 9), los valores exteriores muestran una marcada diferencia respecto del interior. Sólo los valores picos de temperatura exterior consiguen sobrepasar los valores de temperatura de los ambientes interiores. Los valores representativos de los locales interiores analizados presentan una marcada similitud entre sí. Sin embargo no acompañan las fluctuaciones de la Temperatura Exterior cuando las mismas descienden.

Esto indica una baja resistencia térmica de los cerramientos verticales exteriores ante las condiciones climáticas del lugar y que la masa térmica del edificio – en consecuencia su inercia - es lo suficientemente importante como para impedir que las temperaturas interiores descieran en la medida que lo hacen las exteriores.

Humedad

Respecto de los valores de humedad (Figura 10) se observa un fenómeno similar al que sucede con las temperaturas solo que en sentido inverso respecto de los valores. En decir que los valores de humedad exterior son siempre mayores a los registrados en los ambientes interiores y las variaciones interiores no acompañan los cambios del clima exterior.

El comportamiento del caso de estudio muestra claramente que la envolvente lejos de mitigar las condiciones del clima exterior genera condiciones ambientales interiores de disconfort por calor.

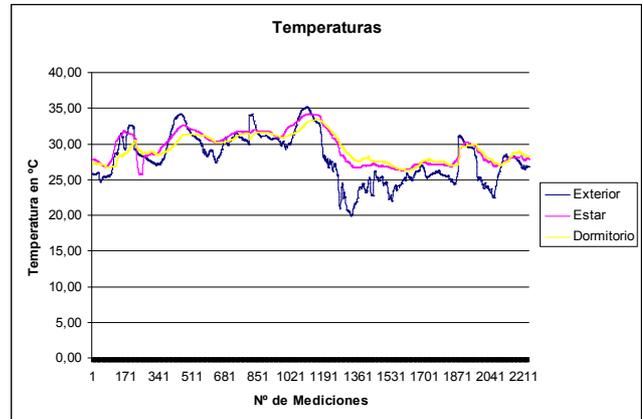


Figura 9: Temperatura de todo el periodo.

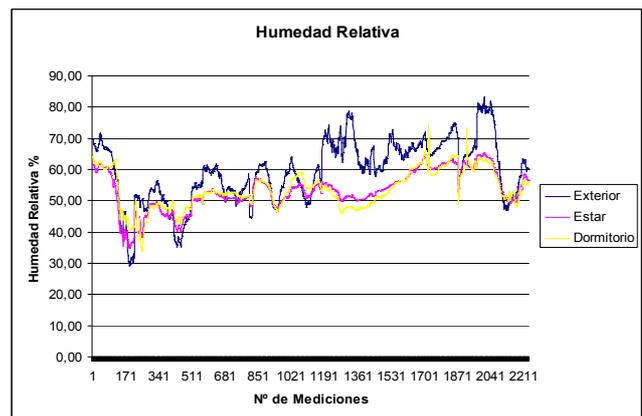


Figura 10: Humedad de todo el periodo.

A continuación, en las figuras 11 y 12 se grafican las condiciones del aire interior y exterior respectivamente. Se indican en amarillo los límites aproximados de los valores de confort tanto de temperatura como de humedad relativa porcentual, con ello se observa que son pocas las situaciones en que la envolvente genera, naturalmente, condiciones de confort. Algunos puntos representativos de las condiciones exteriores se muestran en la zona de valores de humedad entre 60% y 80% a temperaturas por debajo de 26 °C con lo cual pueden generar sensaciones cercanas al confort

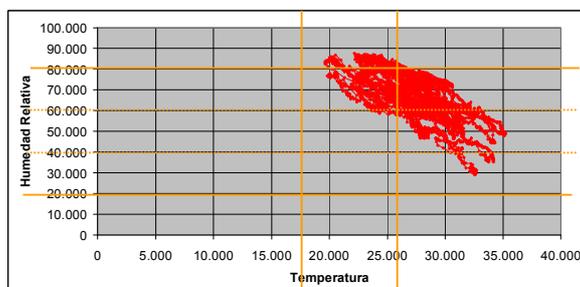


Figura 11: Condiciones de Humedad y Tem. interior

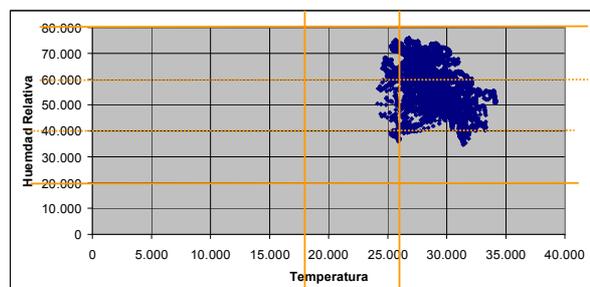


Figura 12: Condiciones de Humedad y Temp exterior

Debido a que la situación más común a evaluar en edificios en altura, desde el punto de vista térmico, es el comportamiento de los muros, con los datos proporcionados por estudios y empresas del medio se calculan los valores correspondientes a los coeficientes de transmitancia térmica para cada uno de los casos declarados.

Mediante la aplicación de un software de cálculo de la Transmitancia Térmica K desarrollado por el Arq. Jorge Negrete en la cátedra de Acondicionamiento Ambiental II de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Nacional de Tucumán (Negrete J. 2006), se calculó la transmitancia térmica para los distintos tipos de muros. (Ver Tabla 1).

Tipo de muro	K [W/m ² °C]	Verifica	
		Verano	Invierno
Muro simple (ladrillo cerámico macizo visto 13.5 cm / una cara revocada).	2,79	No	No

Tabla 1

Las características del elemento constructivo “muro” del caso de estudio corresponde al mostrado en la tabla. Según el relevamiento cerca del 20% de los edificios construidos recientemente poseen envolventes de estas características. A su vez según el cálculo realizado utilizando el software elaborado en el marco del proyecto, este tipo de muro tiene la menor resistencia térmica y, por lo tanto, su valor de transmitancia térmica k no verifica para las condiciones de verano ni de invierno de nuestro clima.

CONCLUSIONES

El relevamiento y la base de datos a la fecha tienen valor en sí mismo dada la ausencia de datos actuales sobre la situación de edificios en altura en la ciudad. El mismo ha permitido describir la situación del parque edilicio en altura con sus características formales, constructivas, tipológicas y de diseño. Por su lado el análisis termohigrométrico llevado a cabo hasta el presente ha puesto de manifiesto las situaciones de desconfort térmico en casos de estudio representativos del área relevada.

La correlación entre las mencionadas situaciones de desconfort y el uso de materiales o técnicas constructivas inadecuadas ha sido contrastada con las recomendaciones efectuadas por la normativa vigente y se encontró correlación directa con ellas.

Desde el punto de vista acústico si bien algunos valores se muestran por sobre lo admitido, todavía la envolvente puede llegar a asegurar condiciones de confort acústico. Esto plantea las contradicciones entre soluciones constructivas y de uso entre los distintos aspectos que involucran al confort ambiental (térmicas con acústicas).

La generación de condiciones que satisfagan todos los aspectos involucrados en el confort ambiental resulta de la combinación de múltiples factores intervinientes. Los resultados aquí presentados reflejan una parte importante del relevamiento realizado. Campañas de medición termohigrométrica y de acústica se continúan realizando en el área a fin de elaborar indicadores del estado de situación e inferir en que medida la generación de normativas para el control ambiental puede corregir los problemas planteados.

REFERENCIAS

- CIUNT 26B/409, El edificio en altura: su control ambiental. Proyecto de Investigación. Cátedra de Acondicionamiento Ambiental II. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de Tucumán.
- NEGRETE J. (2006). Software: Visual_K_2.006. Proyecto CIUNT 26/B 309. Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional de Tucumán. Tucumán, Argentina
- NORMA IRAM 11603:1981. Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación bioambiental de la República Argentina. 57 p. 1° Edición.
- NORMA IRAM 11601:1996. Aislamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo. Propiedades térmicas de los componentes y elementos de construcción en régimen estacionario. 48p. 3° Edición.
- NORMA IRAM 11605:1980. Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios. Valores máximos de Transmitancia térmica en cerramientos opacos. 27 p. 1° Edición.
- NORMA IRAM 11604: 1990. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en calefacción. Coeficiente volumétrico G de pérdidas de calor. Cálculo y valores límites. 31 p. 2° Edición.
- NORMA IRAM 11659-2. Aislamiento térmico de edificios. Verificación de sus condiciones higrotérmicas. Ahorro de energía en refrigeración. Parte 2: Viviendas.

ABSTRACT

The aim of this paper is to present a survey of environmental conditions in multistory buildings in the city of San Miguel de Tucumán, northwest Argentina. A characterization of the high density urban area is presented with data of acoustic and thermal urban conditions and within buildings. The analysis showed different situations where the environmental parameters are above the standards. These situations have been compared against the suggested building regulations and direct correlations were found.

Keywords: Multistory buildings, building envelope, Environmental control.