

## **EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO HIGROTÉRMICO, DE ASOLEAMIENTO Y LUMÍNICO DE EDIFICIOS DE OFICINAS EN SAN MIGUEL DE TUCUMÁN**

V.M. Nota<sup>3</sup>, S.L. Ledesma<sup>2</sup>, G.E. Gonzalo<sup>1</sup>, C.F. Martínez<sup>3</sup>, A.S. Tortonese<sup>3</sup>  
Instituto de Acondicionamiento Ambiental - Facultad de Arquitectura y Urbanismo  
Universidad Nacional de Tucumán - Av. Roca 1900 - 4000 Tucumán - Argentina  
Tel.+ .54.381.4364093 - Fax+ .54.381.4364141 - Email: [ceema@herrera.unt.edu.ar](mailto:ceema@herrera.unt.edu.ar)  
Web: <http://www.herrera.unt.edu.ar/fauunt/ceema/inicio.htm>

**RESUMEN:** El presente trabajo, muestra los resultados alcanzados en los estudios higrotérmicos, de asoleamiento e iluminación natural en locales de oficinas de edificios construidos durante la última década San Miguel de Tucumán.

Con el objeto de determinar el comportamiento higrotérmico, el asoleamiento y la iluminación natural en los edificios de oficinas construidos en la ciudad de S.M. de Tucumán, es que se realizaron simulaciones con programas computacionales en 3 casos prototípicos correspondientes a edificios destinados a dicha función.

Los resultados alcanzados permitieron verificar la hipótesis que, la mayor parte de los elementos de la envolvente de los edificios de oficinas no cumplen con los valores de transmitancia térmica establecidos por Normas IRAM y presentan riesgo de condensación superficial e intersticial. Asimismo se pudo determinar que, debido a la ausencia o inadecuado diseño de las protecciones solares planteadas en los edificios analizados, los mismos no se comportan adecuadamente, y que en los locales de oficina no se cumplen con los valores mínimos de iluminación natural sobre el plano de trabajo requeridos para la tarea visual que en ellos se realiza. Todo esto produce efectos indeseables en el ambiente tales como: un excesivo aporte de calor a los locales de trabajo, generando en consecuencia condiciones de disconfort y un incremento en los costos para el acondicionamiento artificial, dificultades para el desarrollo de la tarea visual, deslumbramiento, entre otros.

**Palabras clave:** Arquitectura, energía, arquitectura bioclimática, oficinas, comportamiento térmico, asoleamiento.

### **INTRODUCCIÓN**

Continuando con estudios realizados en los dos últimos años, sobre edificios de oficinas en la ciudad de San Miguel de Tucumán (Nota V.M. et al., 2002; Gonzalo G.E. et al., 2002), se seleccionaron algunos edificios representativos de las modalidades de diseño y constructivas típicas de la ciudad, realizando sobre los mismos diversos estudios, entre las que se incluyen las expuestas en este trabajo.

La tipología edilicia a la que responden la mayoría de los edificios de oficinas en Tucumán, para la escala de edificación que se construyen, es muy similar a la de otras provincias del país, e inclusive otros países. El objetivo de diseño es utilitario, tratando de obtener la mayor cantidad de oficinas para una determinada parcela, dentro de los límites que determinan los códigos de construcción.

Esto lleva a una configuración de edificios en bloque, con pequeños patios interiores o sin ellos, que se desarrollan en varias plantas tipo, con un núcleo central de circulación y servicios. Al estar ubicados en el centro del casco urbano, el diseño se realiza entre medianeras, utilizando todo el perímetro posible, tanto en planta como en elevación. Quedan entonces dos frentes libres, donde se pueden ubicar aberturas para iluminación y ventilación. Los otros dos frentes presentan características disímiles, ya que pueden compartir una o dos paredes medianeras con otros edificios de vivienda u oficinas de altura similar, o bien quedan expuestas a las condiciones climáticas exteriores.

En cuanto a la elección del sitio de implantación vemos que se presenta un intento de selección de las orientaciones preferenciales para nuestra situación climática, ya que de 16 edificios estudiados, la orientación de los frentes de los mismos tiene una distribución de: 41% al norte, 27% al sur, 18% al este y 14% al oeste. No se refleja un criterio similar en cuanto a las protecciones solares, encontrándose que el 61% no cuentan con elementos de protección (no se consideran elementos de protección las cortinas interiores), esenciales para nuestra zona climática, ya que estos tipos de edificios presentan sus frentes compuestos por una importante superficie vidriada, en general de vidrio simple, común y transparente.

---

<sup>1</sup> Profesor Titular, Director de los Seminarios y del Programa de Investigación CIUNT.

<sup>2</sup> Profesora Adjunta, Directora de Proyecto de Investigación del CIUNT.

<sup>3</sup> Docentes de los Seminarios e Investigadores del Proyecto de Investigación del CIUNT.

El planteo constructivo de estos edificios es muy similar, consistiendo en un esqueleto estructural de hormigón armado, con losas de pisos y techos macizas o no, y relleno de los vanos con ladrillos comunes o huecos, revocados de ambos lados y aproximadamente un 50% de superficie vidriada. Ninguno de los edificios contempla aislaciones especiales en paredes, techos o ventanas. Es así que se encuentran numerosas quejas de los usuarios por el alto grado de discomfort higrotérmico en las oficinas, variable que se manifiesta como de máxima importancia, hecho corroborado por otro estudio similar sobre 12 edificios, donde el porcentaje asignado a los aspectos térmicos era del 42% (Andrade C.M., 2000).

Por otra parte, las previsiones para lograr una efectiva ventilación nocturna en los edificios de oficinas, en zonas cálidas, permiten una disminución sustantiva de las cargas pico, con el ahorro consiguiente de los gastos de instalación, por la reducción del tamaño del equipo de aire acondicionado. (Becker R., Paciuk M., 2002), condición que no se considera y que es de muy difícil corrección en los diseños estudiados, ya que los proyectistas dejan librado a cada uno de los usuarios el control de las condiciones higrotérmicas de los espacios que habitan. Tenemos entonces, en general, edificios con un alto grado de discomfort térmico y con elevados costos de mantenimiento energético.

## METODOLOGÍA DE TRABAJO

Los estudios se realizaron sobre la planta de 3 tipos edificios (el nivel más desfavorable para cada caso), los cuales fueron seleccionados por ser los más representativos de las tipologías de edificios de oficinas construidos en la ciudad de S. M. de Tucumán. De los 38 edificios relevados el 8% corresponde al primer caso, el 8% al segundo caso y el 31% al tercer caso.

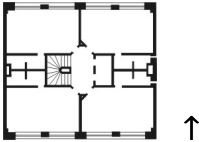
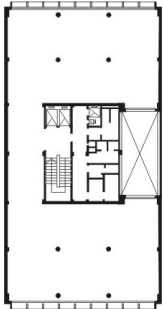
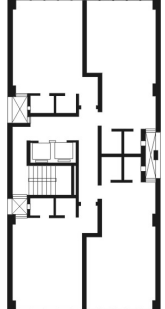
Caso 1 Edificio: 24 de Setiembre 918	Caso 2 Edificio: San Martín 890	Caso 3 Edificio: Lamadrid 412
		

Tabla N° 1: Tipología de los edificios de oficinas analizados

Para la evaluación de las condiciones higrotérmicas se utilizaron los programas CEEMAKMP, CEEMACON y CEEMAQT (Gonzalo G.E., 2003), desarrollados para verificar las condiciones de normas de habitabilidad y para obtener en forma rápida un balance energético aproximado, para edificios acondicionados en forma artificial. Para evaluar las condiciones de asoleamiento y lumínicas se utilizaron los programas Solar 2 (UCLA, 1998) y Daylight (Anglia Polytechnic. 1991) respectivamente.

Se realizaron los estudios del comportamiento higrotérmico de la envolvente para lo cual se determinaron los valores de transmitancia térmica y la presencia de riesgo de condensación superficial y/o intersticial de cada tipo de cerramiento. Los valores de transmitancia térmica se compararon con los valores mínimos establecidos por Normas IRAM (IRAM, 1996) para verificar su cumplimiento. La presencia de riesgo de condensación superficial y/o intersticial se definió mediante el cálculo y comparación de las temperaturas real y de rocío (IRAM, 1991).

Se realizó además un balance térmico global de cada edificio con el fin de definir las conformaciones de envolventes más desfavorables. Para ello se determinaron las cargas térmicas promedio diarias para todos los meses del año, total y parcial de cada elemento de la envolvente, tanto de las superficies opacas como de las transparentes.

Para evaluar el asoleamiento en los edificios se determinaron las manchas solares en el interior de los locales, los porcentajes de ventana asoleada y radiación solar para las distintas horas del día y meses del año.

Con la finalidad de evaluar el comportamiento lumínico en los locales de oficinas, se calcularon los niveles de CLD en el plano de trabajo sobre una grilla con una separación de 1 m. Los valores obtenidos se compararon con los establecidos por Normas IRAM (IRAM, 1976) a fin de determinar las condiciones de iluminación natural en los edificios analizados.

## DESARROLLO DEL TRABAJO

### 1 Estudios térmicos:

#### 1.1. Transmitancia térmica:

Para verificar el coeficiente de transmitancia térmica se usó el programa CEEMAKMP.xls, que calcula el valor de K correspondiente al cerramiento, y los valores máximos admisibles por Norma IRAM (IRAM, 1996) para los tres niveles (A, B, C), verificando su cumplimiento, a partir del ingreso de los datos de diseño (zona bioclimática, resistencias superficiales

y/o de cámara de aire) y de los materiales componentes del cerramiento (espesor, conductividad, peso específico). En la Tabla 2 se indican los valores de transmitancia térmica y la verificación del valor máximo admisible para el Nivel C correspondientes a distintos elementos de la envolvente de los edificios analizados, considerando la zona bioambiental en verano (S. M. de Tucumán = Ib) y la temperatura de diseño en invierno (Temp. diseño S. M. de Tucumán 2,2°)

Descripción	1- Oficina 24 de Setiembre 918		2- Oficina San Martín 890		3- Oficina Lamadrid 412		Verificación de superficies opacas																			
							Muros - K máx Norma - Nivel C (Ver.: Zona Ib, Inv.:Temp diseño >0°)						Cubierta - K máx Norma - Nivel C (Ver.: Zona Ib, Inv.:Temp diseño >0°)													
	Identificación del elemento de análisis	K	KMP	K	KMP	K	KMP	K Invierno 1,80			K Verano 1,85			K con color 2,16			K Invierno 1,00			K Verano 0,72			K con color 0,94			
								1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3				
Cubierta	0,78	-	2,12	-	0,61	-												S	N	S	N	N	S	S	N	S
Muro Norte	S. opaca	2,36	4,14	1,69	3,95	1,65	3,19	N	S	S	N	S	S	N	S	S	<b>Observación:</b> El valor de K corresponde al medio ponderado de todas las superficies opacas. El valor de KMP corresponde al medio ponderado considerando superficies opacas y transparentes									
	S. vidriada	5,82		5,40		5,82																				
Muro Sur	S. opaca	2,36	4,14	1,69	3,95	1,65	3,19	N	S	S	N	S	S	N	S	S										
	S. vidriada	5,82		5,40		5,82																				
Muro Este	S. opaca	2,07	2,07	1,85	1,85	2,07	2,07	N	N	N	N	S	N	S	S	S										
	S. vidriada	-		-		-																				
Muro Oeste	S. opaca	2,07	2,07	1,88	1,85	2,07	2,07	N	N	N	N	N	N	S	S	S										
	S. vidriada	-		-		-																				

Tabla N° 2: Planilla resumen de datos obtenidos para coeficientes de transmitancia térmica K para las oficinas analizadas y verificación de los valores máximos admisibles para invierno, verano y con corrección por color, Nivel C, establecidos por norma IRAM (IRAM, 1996).

A partir de análisis de los resultados obtenidos, para invierno observamos que el 67% de los muros y el 34% de las cubiertas no verifican la Norma. Para verano el 34% de las cubiertas no verifica, mientras que 58% de los muros presenta valores superiores a los de Norma. Si consideramos la corrección por color en el verano, este porcentaje disminuye al 17%.

Si se tiene en cuenta el coeficiente K medio ponderado (superficies opacas y las transparentes), en invierno el 100% de los muros no cumple con los valores de Norma, y para verano, sin considerar la corrección por color, basada en una condición fácilmente modificable, el 83% de los cerramientos presentan valores superiores a los máximos admisibles. Podemos así establecer que el comportamiento global que presentan las envolventes utilizadas en estos edificios, muy difundidas en nuestro medio, resulta muy poco adecuado para la situación climática local, generando por ello condiciones higrotérmicas interiores inadecuadas y como consecuencia un elevado costo energético.

### 1.2. Condensación:

Para verificar el riesgo de condensación en los componentes de las envolventes analizadas, se usó el programa CEEMACON.xls, en el que se introducen los datos de la zona de diseño (altura s.n.m, zona bioclimática, temperatura y humedad de diseño, etc.) y los de los materiales componentes del cerramiento (espesor, conductividad, permeabilidad, etc.), así como las resistencias superficiales y de cámara de aire. En base a la normativa vigente (IRAM, 1991) el programa calcula y verifica el coeficiente de transmisión térmica, determina y grafica la temperatura de rocío y la temperatura real de cada capa, definiendo así la presencia de riesgo de condensación superficial y/o intersticial.

Edificio	Condición de condensación	MUROS										ESTRUCTURAS				CUBIERTAS			
		M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	E1	E2	E3	E4	C1	C2	C3	
		Revoq int-ext/ladrillo macizo/H°A°	Revoq int-ext/ladrillo macizo	Revoq int-ext/ladrillo macizo/H°A°	Revoq int-ext/ladrillo macizo	Revoq int-ext/ladrillo macizo	Revoq int-ext/ladrillo macizo	Cerámico/H°A°/ladrillo macizo/revoq int	Revoq int-ext/ladrillo hueco	Revoq int-ext/ladrillo macizo	Cerámico/ladrillo macizo/revoq inter	Cerámico/H°A°/ladrillo macizo/revoq int	Revoq int-ext/H°A°	Revoq int-ext/H°A°	Revoq int-ext/H°A°	Vidrio/cám. aire/H°A°/revoq inte	Chapa/cám. aire/losa/cie/lorraso	Chapa/cám. aire/aislación/cie/lor	Baldosa/contrapiso/losa/cie/lor
24 de Setiembre 918	Superf.						Si	No	No						Si		No		
	Interst.						Si	Si	No						Si		Si		
San Martín 840	Superf.									No	No						No	No	
	Interst.									Si	Si					S		Si	
Lamadrid 412	Superf.	No	No	No	No	No								No	Si				No
	Interst.	No	No	No	No	No								No	Si				Si

Tabla N° 3: Planilla resumen de datos obtenidos para verificación de riesgo de condensación en las oficinas analizadas

Se puede observar que el 10% de los muros presenta condensación superficial y el 40% condensación intersticial. En las estructuras el 50% presenta condensación superficial y el 75% condensación intersticial. En las cubiertas el 100% de las mismas presenta condensación intersticial. Se puede observar que el 59% de la totalidad de los cerramientos analizados presenta riesgo de condensación intersticial. Este es un problema de serias consecuencias para la calidad higrotérmica de la envolvente, dado que su presencia puede provocar el deterioro significativo de la misma. Otro aspecto a considerar es el problema de la condensación sobre las superficies transparentes, principalmente por el gran porcentaje que ocupan dichas superficies en este tipo de edificios.

### 1.3. Balance térmico:

El análisis del balance térmico de la envolvente se realizó a partir del cálculo de las cargas térmicas en un piso tipo de los edificios de oficinas analizados con el programa CEEMAQ. El programa permite, obtener los valores de cargas térmicas promedio diarias para todos los meses del año total y parcial de cada elemento de la envolvente, tanto de las superficies opacas como de las transparentes, mediante la introducción de los datos de la envolvente, tales como: superficie, transmitancia térmica, coeficiente de absorción, retardo, amortiguamiento y factor de obstrucción de la radiación solar. No se consideraron las cargas térmicas internas producidas por los ocupantes o equipamiento.


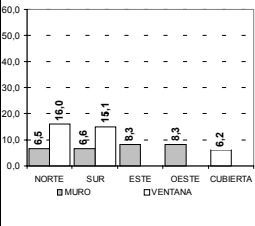
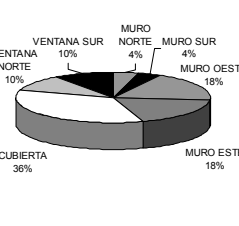
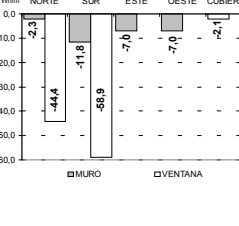
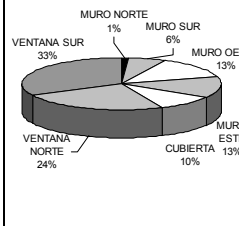
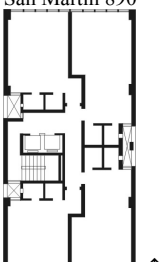
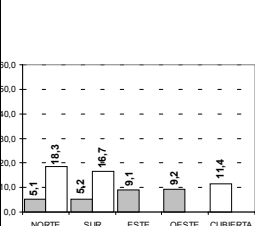
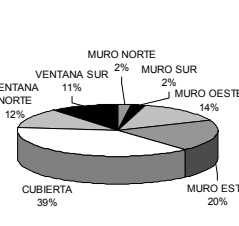
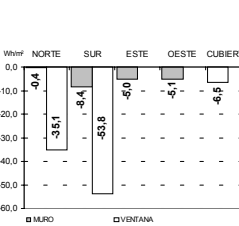
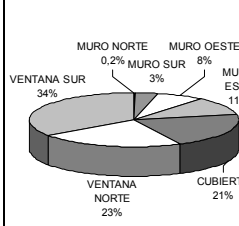
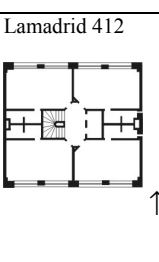
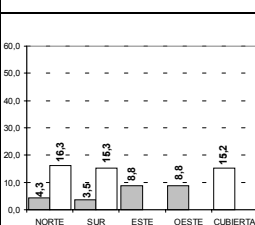
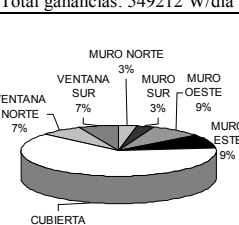
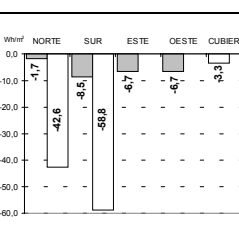
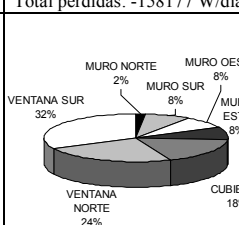
Sector de análisis	Verano		Invierno	
	Carga térmica promedio horaria por m <sup>2</sup> (W/ m <sup>2</sup> )	% de carga térmica sobre el total de la envolvente	Carga térmica promedio horaria por m <sup>2</sup> (W/ m <sup>2</sup> )	% de carga térmica sobre el total de la envolvente
<b>24 de Setiembre 918</b> 				
		Total ganancias: 120187 W/día		Total pérdidas: -143770 W/día
<b>San Martín 890</b> 				
		Total ganancias: 549212 W/día		Total pérdidas: -158177 W/día
<b>Lamadrid 412</b> 				
		Total ganancias: 82743 W/día		Total pérdidas: -65018 W/día

Tabla N° 4: Resultados de los estudios de carga térmica Q en oficinas.

Del análisis realizado se puede observar que en 2 casos los mayores valores de ganancia térmica unitaria para la condición verano, corresponde a las cubiertas. En invierno, en todos los casos las pérdidas de calor a través de este elemento, no son tan significativas, lo cual se debe básicamente, al aporte de calor producido por la incidencia radiación solar.

Al analizar los muros se puede observar que, debido la incidencia de la radiación solar y a la no verificación de los valores mínimos de K establecidos por IRAM, las mayores cargas térmicas por unidad de superficie para verano corresponden a los muros con orientación Este y Oeste. Siendo éstos en todos los casos muros medianeros expuestos, sería conveniente una correcta elección de materiales en su resolución constructiva.

Del análisis del comportamiento térmico de las superficies vidriadas se observa que la falta de protecciones solares determina las mayores ganancias en verano.

Del análisis de la carga térmica total se puede observar que en verano los mayores porcentajes de ganancia de calor corresponden a la cubierta, por lo se evidencia la necesidad, para la situación climática analizada, de un adecuado diseño de este elemento, el cual básicamente deberá ofrecer alta resistencia al paso de calor.

## 2. Estudios de iluminación natural:

Se llevaron a cabo los cálculos de la iluminación natural en los locales de oficinas de los edificios seleccionados para el análisis. Para ello se utilizó el programa computacional Daylight 4.1 en el cual permite obtener los valores de CLD y la distribución de los niveles de iluminación en planta y corte, mediante el ingreso de los datos del local tales como: dimensiones, características de las superficies interiores y ventanas, obstrucciones exteriores, entre otros. Los valores obtenidos se compararon con los mínimos establecidos por las Normas IRAM (IRAM, 1976).

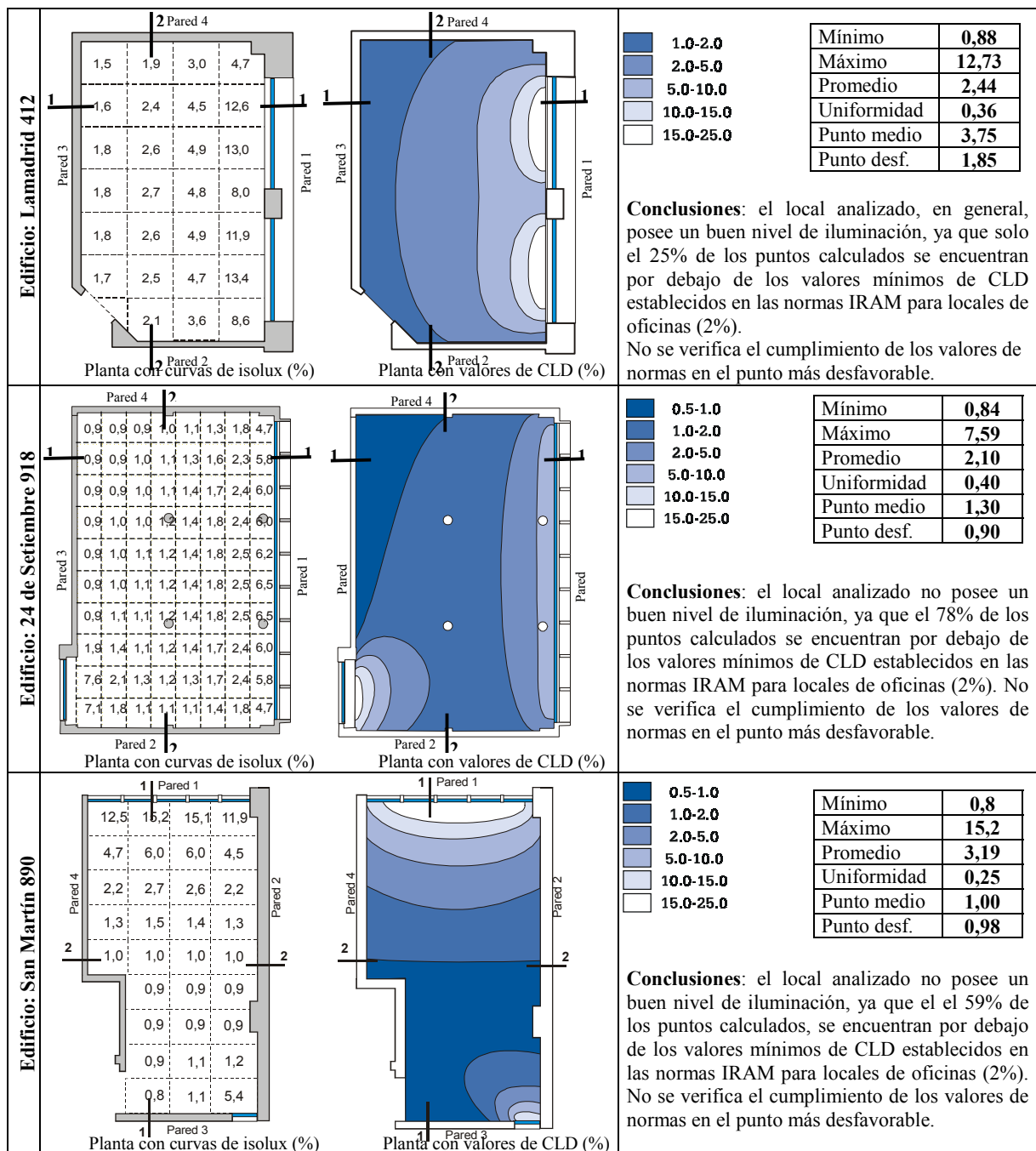


Tabla N° 5: Análisis de la iluminación natural en locales de oficinas

Al analizar los niveles de iluminación natural se puede observar que, en la totalidad de las oficinas analizadas no se cumplen con los valores mínimos establecidos por normas IRAM en el punto más desfavorable del local (2%). Asimismo los valores de uniformidad son muy bajos, por lo que no presentan una adecuada distribución de la iluminación. Esta situación se debe a la excesiva profundidad de los locales y al tipo de aventanamiento (unilateral), ya que si bien algunos poseen ventanas en la pared opuesta, estas aportan poca iluminación al ser de reducidas dimensiones y estar ubicadas hacia patios interiores de elevada altura.

### 3. Estudios de asoleamiento:

Para realizar los estudios de asoleamiento se utilizó el programa Solar 2. Los datos que se ingresaron en el mismo son: latitud, altitud, ubicación geográfica, las características del local analizado (ancho, largo altura), los datos de las ventanas, protecciones solares y obstrucciones exteriores. El programa realiza simulaciones gráficas del ingreso del sol en el local y determina los porcentajes de la superficie asoleada de ventana como así también los valores de radiación solar sobre la misma.

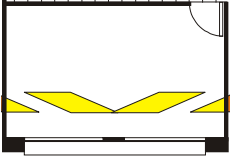
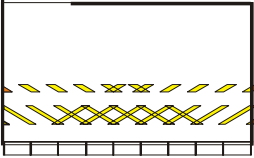
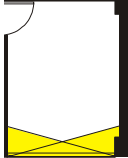
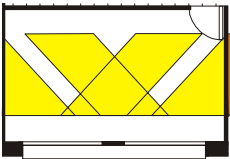
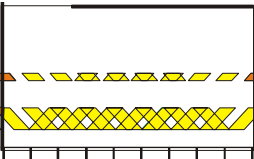
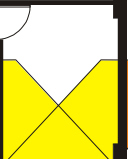
Edificio: Lamadrid 412	Edificio: 24 de Setiembre 918	Edificio: San Martín 890
		
Ventana Norte - Junio 7am 17 pm	Ventana Norte - Junio 7am 17 pm	Ventana Norte - Junio 7am 17 pm
		
Ventana Norte - Junio 10am 14 pm	Ventana Norte - Junio 10am 14 pm	Ventana Norte - Junio 10am 14 pm

Tabla 6: Ejemplo de los estudios de soleamiento en locales de oficinas

A partir de análisis de los casos se puede concluir que los edificios presentan ingreso de radiación solar en invierno, lo que desde el punto de vista de aporte de calor para la calefacción sería positivo, determinando deslumbramiento sobre el plano de trabajo. En el periodo estival, dadas las orientaciones y obstrucciones planteadas, no se registra ingreso de sol al interior de la oficina, siendo entonces conveniente plantear obstrucciones que impiden la radiación solar sobre los planos de trabajo.

### CONCLUSIONES

A partir de los estudios realizados del comportamiento energético global de estos edificios, se puede concluir que el diseño de los mismos resulta inconveniente para la situación climática analizada, generando en conjunto condiciones de habitabilidad inadecuadas.

Para poder lograr condiciones de confort dentro de los locales de los edificios de oficinas ubicados en una situación climática muy cálida y con elevados índices de humedad, sería conveniente tener en cuenta estrategias generales de diseño tales como: reducir las ganancias de calor a través de los muros, evitando orientar los edificios hacia los frentes Este y Oeste, utilizar materiales aislantes y superficies de bajo coeficientes de absorción de la radiación solar en los elementos exteriores. En cuanto a las superficies vidriadas, que son importantes en este tipo de edificios, sería conveniente la incorporación de protecciones solares eficientes, como así también la utilización de vidrios especiales para minimizar las ganancias de calor a través de los mismos. Deberán evitarse el diseño de locales de oficinas excesivamente profundos, incorporando patios interiores para posibilitar la iluminación en los sectores más alejados de la ventana y lograr mayores niveles de iluminación natural y mejor distribución de la misma.

### REFERENCIAS

- Andrade C.M. (2000). Da avaliação pré-projeto à avaliação pós-ocupação: os resultados da avaliação de desempenho em doze edifícios da editora Abril em São Paulo. X Congresso Ibérico e V Congresso Ibero-Americano de Energia Solar, Sao Paulo, Brasil. Publicado en CD. Vol.1.
- Becker R., Paciuk M. (2002). Inter-related effects of cooling strategies and building features on energy performance of office buildings. *Energy and Buildings* 34, 25-31.
- Daylight 4.1 (1991) Copyright Anglia Politechnic.
- Gonzalo G.E. (2003). Manual de Arquitectura Bioclimática, 2da. Edición, en trámite de publicación, Bs. As.
- Gonzalo G.E., S.L. Ledesma, V.M. Nota, G. Márquez (2002). Daylighting and thermal evaluation of windows for schools and offices of the county of Tucumán, World Renewable Energy Congress VII, Elsevier Science Ltd., Londres.
- Nota V.M., Gonzalo G.E., Ledesma S.L. (2002). Evaluación de la iluminación natural y de las protecciones solares en edificios de oficinas de la ciudad de S. M. de Tucumán. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente* Vol. 6, N° 1, pp. 05.07-05.12.
- Solar 2 Versión 1.3 (1997) University of California Regents.
- Normas IRAM 11601 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Métodos de cálculo.
- Normas IRAM 11605 (1996). Acondicionamiento térmico de edificios. Condiciones de habitabilidad en edificios.
- Normas IRAM 11625 (1991). Acondicionamiento térmico en edificios. Verificación del riesgo de condensación de vapor de agua superficial e intersticial en muros y techos de edificios.
- Normas IRAM AADL J20-04 (1976). Iluminación Natural en Industrias. Características.

**ABSTRACT:** The present work, shows the results reached in the thermal, humidity, solarization and daylighting studies, in offices of buildings built during the last decade San Miguel of Tucumán. In order to determining these variables, it is that they were carried out simulations with different software in 3 prototypical cases corresponding to buildings dedicated to this function. The reached results allowed to verify the hypothesis that, most of the elements of the buildings envelope of offices doesn't fulfill the values of thermal transmittance settled down by IRAM regulations and they present risk of superficial and interstitial condensation. Also you could determine that, due to the absence or inadequate design of the solar protection outlined in the analyzed buildings, the same ones don't behave appropriately, and that in the windows of office is not fulfilled the minimum values of natural illumination on the work plane, required for the visual task that is carried out in them. All this produces undesirable effects in the such offices as: an excessive contribution of heat to the office, generating in consequence incomfort conditions and an increment in the costs for the HVAC system, difficulties for the development of the visual task, dazzle, among others.

**Keywords:** architecture, energy, bioclimatic architecture, offices, thermal behavior, solarization.