



CRETA

CONGRESO REGIONAL
DE TECNOLOGÍA EN
ARQUITECTURA

*“TECNOLOGÍAS PARA UNA ARQUITECTURA
REGIONALMENTE SUSTENTABLE”*



Universidad Nacional de Mar del Plata
XI Congreso Regional de Tecnología en Arquitectura
: tecnologías para una arquitectura regionalmente
sustentable / compilado por Julia Alejandra Romero ;
coordinación general de Carlos Eduardo Fenoglio. - 1a ed
. - Mar del Plata : Universidad Nacional de Mar del Plata.
FAUD. SIyP. Observatorio Técnico Científico, 2020.
Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-544-959-6

1. Arquitectura . 2. Tecnologías. 3. Desarrollo
Sustentable. I. Romero, Julia Alejandra, comp. II.
Fenoglio, Carlos Eduardo, coord. III. Título.
CDD 720.47





“MEDICIÓN DE TRANSMITANCIA VISIBLE DE TEXTILES -SCREEN Y TRASLÚCIDOS- CON ADAPTACIÓN DE NORMA NFRC 202”

EJE 1. INNOVACIÓN EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS/ESTRUCTURALES

Arq. Ayelén Villalba¹

¹ INAHE CCT-Mendoza CONICET,
avillalba@mendoza-conicet.gob.ar

RESUMEN

La creciente importancia adquirida por los sistemas de sombreado y redirección de radiación solar en el desempeño energético de los edificios ha conducido al desarrollo de diversos componentes innovadores. Sin embargo, muchos de éstos se insertan en el mercado sin una adecuada caracterización lumínica que permita su correcta selección y aplicación. Esto puede conducir a situaciones de malestar visual e incrementos en los consumos de energía de un espacio. En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en la caracterización óptica -determinación de la transmitancia visible (TV) a incidencia normal- de los tejidos que conforman las cortinas roller interiores de mayor distribución en el Área Metropolitana de Mendoza. Siendo la transmitancia de luz visible (TV) la relación de la luz visible que atraviesa un sistema respecto a la luz visible incidente (luz fotópica del ojo). Las muestras seleccionadas para el estudio son: 14 screen, 6 traslúcida y 3 blackout. Los parámetros de los textiles analizados que se consideran para el análisis son: el tipo de tejido, el color, el porcentaje de apertura del tejido, el peso (gr/m²) y el material que conforma el tejido. Para caracterizar la transmitancia visible de los tejidos en el espectro visible se aplica el método propuesto por la norma NFRC 202-2010 “Procedimiento para la determinación de la transmitancia visible de los productos de aventanamiento traslúcidos a incidencia normal”, con la incorporación de un componente difusor debido a que algunos textiles presentan transmitancia directa-directa. Los resultados de las mediciones de TV registradas indican que el color del textil es la variable que mayor influencia tiene en la cantidad de luz transmitida a través del textil. Los textiles blancos presentan los valores TV más elevada (TV entre un 20 y un 41%) mientras que los marrones, negros o blancos combinados con otros colores presentan transmitancias notablemente inferiores (inferiores al 18%).

PALABRAS CLAVE: TRANSMITANCIA VISIBLE, CORTINAS ROLLER INTERIORES, ILUMINACIÓN NATURAL.

1. INTRODUCCIÓN

La creciente importancia que han adquirido los sistemas de control solar en el desempeño energético de los edificios ha conducido al desarrollo de diversos componentes innovadores, que intentan mejorar la calidad de iluminación de los espacios interiores y controlar la ganancia solar. Las cortinas interiores son sistemas de control solar ampliamente utilizados, a nivel regional, para regular el ingreso de la radiación solar en los espacios interiores (Villalba, Pattini y Córica, 2012). En la actualidad existe un significativo desarrollo de distintas tipologías de cortinas interiores que involucran una amplia variedad de tejidos y morfologías: cortinas celulares, cortinas roller, cortinas screen, cortinas plisadas y cortinas roller dual (segmentos alternados de tela opaca y translúcida). La adecuada implementación de las cortinas textiles interiores puede mejorar la calidad de iluminación de los espacios interiores y tiene el potencial de reducir hasta un 30% la ganancia solar. Sin embargo, estos sistemas son complejos de caracterizar en su comportamiento lumínico-energético debido a que son sistemas móviles (Athienitis y Tzempelikos, 2002) y a que la caracterización y modelización de su comportamiento óptico no son sencillas (Jonsson, Lee y Rubin, 2008) por lo que actualmente se aplican en edificios sin conocer su comportamiento lumínico-energético. Estos sistemas de sombreado generalmente se instalan de acuerdo a criterios estéticos sin contemplar su comportamiento lumínico-energético, desaprovechando la posibilidad de mejorar las condiciones de iluminación en interiores y de disminuir el consumo de energía.

En Argentina la afluencia de nuevos materiales en la industria de la construcción ha aumentado en la última década. Sin embargo, la información de las propiedades ópticas de los materiales disponibles localmente es muy limitada y, al mismo tiempo, la caracterización del material de construcción recientemente desarrollado tampoco es de dominio público. Para mejorar tanto la eficiencia energética de materiales y componentes de la construcción, como el aprovechamiento y uso racional de la energía derivado de la selección adecuada de los mismos, es esencial que dicho conocimiento se genere y se difunda entre todas las partes interesadas -industria, comercio, usuarios, gobierno, sistema científico-. La generación de bases de datos de propiedades ópticas y térmicas ajustadas a los materiales y tecnologías de uso nacional mejora la predicción y el análisis de precisión del comportamiento energético a escala edilicia y urbana. Esto pone en relevancia la imperiosa necesidad de obtener datos precisos y contextualizados de los materiales y tecnologías de mayor difusión en el parque edilicio nacional, lo que constituye el objetivo principal del presente proyecto (Villalba et al, 2018; Alchapar et al, 2018).

A nivel internacional la caracterización de materiales se realiza mediante equipamiento de alta gama -goniofotómetros, espectrómetros de amplio rango espectral, etc.-. Estos instrumentos se encuentran disponibles en escasos centros de investigación de vanguardia a nivel internacional. Sin embargo, la realidad económica nacional, dificulta la posibilidad de adquisición de este tipo de equipamiento que implica altos costos de compra y mantenimiento. Por lo tanto, resulta de fundamental importancia diseñar metodologías y/o técnicas de medición (adaptación de instrumental), para estimar propiedades ópticas de materiales y componentes de la envolvente, susceptibles de ser empleadas en la simulación energética urbano-edilicia.

En este contexto, el objetivo de este trabajo consiste en la caracterización óptica -determinación de la transmitancia visible (TV) a incidencia normal- de los tejidos que conforman las cortinas roller interiores de mayor distribución en el Área Metropolitana de Mendoza. Para avanzar sobre esta

finalidad se propone una metodología simplificada para la caracterización óptica –transmitancia visible- de los tejidos que conforman los sistemas de cortinas.

Transmitancia visible (TV) 400nm - 700nm

La TV es una propiedad óptica que indica la fracción de luz visible (380 - 780 nm) transmitida a través un material. La TV es la proporción de radiación visible que ingresa a un espacio a través de un sistema de aventanamiento respecto de la radiación visible incidente, determinada como la transmitancia espectral del sistema de aventanamiento, respecto de la respuesta fotópica del ojo humano e integrada en un solo valor adimensional.

2. DESARROLLO

Casos de estudio

Las muestras seleccionadas para el estudio son: 14 screen, 6 traslúcida y 3 blackout. Las variables de los textiles analizados que se consideran para el análisis son: el tipo de tejido (screen, traslúcida, blackout), el color –definido por saturación, valor y matiz-, el porcentaje de apertura del tejido (OF) (entre 0 y 14%), el peso (entre 208 y 500 gr/m²) y el material que conforma el tejido (fibra de vidrio, fibra de vidrio con PVC, fibra de vidrio y poliéster recubierto con PVC, poliéster, poliéster recubierto con PVC, poliéster y algodón).

Metodología NFRC 202-2010 (adecuación)

Como primera etapa para la caracterización del comportamiento óptico de los tejidos en el espectro visible se realizó la adecuación del método propuesto por la norma NFRC 202-2010 “Procedimiento para la determinación de la transmitancia visible de los productos de aventanamiento traslúcidos a incidencia normal” (NFRC, 2010). El propósito de la norma NFRC 202 “Procedimiento para la determinación de la transmitancia visible de los productos de aventanamiento traslúcidos a incidencia normal” (NFRC, 2010) es especificar un método que permita determinar la transmitancia visible (TV) a incidencia normal de materiales planos y completamente difusos que se emplean en sistemas de aventanamientos. Este procedimiento está validado exclusivamente para materiales completamente difusos, lo que implica que no presentan transmitancia directa-directa. Sin embargo los textiles, en su mayoría, son materiales que presentan transmitancia directa-difusa y directa-directa y por lo tanto no pueden ser evaluados mediante esta metodología simplificada y de bajo costo sin perder precisión. Con el objetivo de adaptar el método propuesto por la NFRC 202-2010 a este tipo de tejidos se incorporó de un componente difusor trasladando la metodología propuesta por Mardaljevic et al. (2009) para la medición de flujo luminoso a través de grandes áreas.

El aparato de medición consiste en una superficie de 1 m por 1 m recubierta con un material de baja reflectancia sobre la que se coloca el porta muestra (50 cm por 50 cm) (Figura 1 y 2). El tamaño de la muestra debe ser de 1 m por 1 m. El porta muestra está fijado a un sistema de guías que permite su desplazamiento vertical y horizontal. Los componentes mencionados se disponen sobre una estructura que permite su rotación de manera tal que se pueda posicionar la muestra normal a la incidencia de la radiación solar. El instrumental requerido es un sensor fotométrico cuyas características se detallan en la norma.

La técnica empleada, se encuentra precisamente detallada en la norma NFRC 202-2010, en términos generales consiste en realizar registro de iluminancia con un medidor de luz (tipo LICOR LI-190 fotométrico) ubicando la muestra en posición perpendicular respecto a la radiación

solar incidente. Se realizan 11 registros de iluminancia con la muestra aplicada –iluminancia cubierta-, desplazando la misma cada 2.5 cm en dirección vertical y horizontal. Simultáneamente se realizan registros sin la muestra colocada –iluminancia expuesta-, al comienzo, en un momento intermedio y a la finalización de la medición. El desplazamiento de la muestra tiene por finalidad registrar un valor de transmitancia ponderado de manera sistemática. Los registros se deben realizar en condiciones de cielo claro estable. Finalmente, se calcula la TV del producto como un promedio de la relación entre los registros (N) de iluminancia cubierta (V_{cubierta}) e iluminancia expuesta (V_{expuesta}) (ecuación 1).

$$TV = \frac{\sum_{i=1}^N \frac{V_{\text{cubierta}(i)}}{V_{\text{expuesta}(i)}}}{N}$$



Figura 1: equipo para la determinación de la transmitancia visible.

RESULTADOS

En la tabla 2 se exponen los resultados obtenidos a partir de las mediciones de TV y los parámetros que caracterizan cada textil analizado. En términos generales se detecta que los valores de transmitancia de los textiles analizados oscilan entre 0 y 41%. El elevado valor que toma la desviación estándar nos muestra que los datos están alejados de la media, es decir que la dispersión de los mismos es elevada (tabla 1). Desde el punto de vista del comportamiento respecto a la TV de los textiles, observamos que el tejido screen es el que presenta valores de TV más elevados (entre 9 y 41%), a este tipo de textil le sigue el traslúcido (entre 0 y 37%) y finalmente el black out, que de acuerdo a su finalidad –bloquear el ingreso de radiación solar-, impide la transmitancia de luz (TV 0%).

A partir del análisis de correlación parcial entre las variables analizadas (tabla 3) se observa que hay una correlación positiva moderada entre las variables valor y TV (Pearson 0,54; p-valor <0,008) y entre los descriptores OF y TV (Pearson 0,58; p-valor <0,004) (tabla 3). Este estadístico nos permite concluir que el color y el OF del textil son las variables que mayor influencia tiene en la cantidad de luz transmitida a través del textil. Los textiles blancos presentan los valores TV más elevada mientras que los marrones, negros o blancos combinados con otros colores presentan

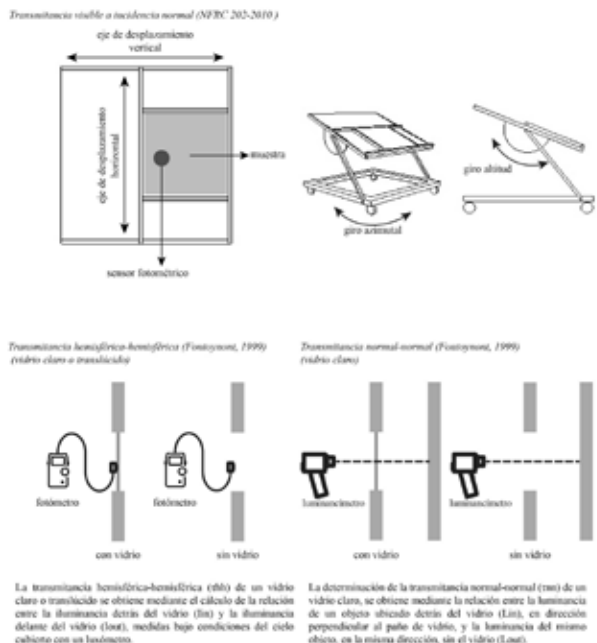


Figura 2: aparato de medición de TV de acuerdo a norma NFRC-202 2010 (NFRC, 2010).

Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
TV total	23	0.13	0.12	0.00	0.41
TV screen	14	0.18	0.1	0.06	0.41
TV black out	3	0.00	0.00	0.00	0.00
TV traslúcida	6	0.08	0.14	0.00	0.37

Tabla 1: medidas resumen para la variable

código	imagen	tipo de tejido	color	m	s	v	OF	materia	peso (gr/m ²)	TV
4301		screen	blanco	34	0.03	0.95	3	poliéster	450	0.21
2006		screen	blanco	37	0.07	0.95	5	fibra de vidrio	480	0.22
4001		screen	blanco	50	0.03	0.95	5	poliéster	420	0.25
9801		screen	blanco	60	0.03	0.96	5	fibra de vidrio	410	0.26
1709		screen	beige	37	0.22	0.89	6	poliéster	350	0.21
3006		screen	blanco	68	0.03	0.93	14	fibra de vidrio	456	0.41
4308		screen	blanco con gris	336	0.03	0.78	3	poliéster	450	0.10
4008		screen	blanco con gris	0	0.01	0.80	5	poliéster recubierto con PVC	420	0.09
9808		screen	blanco con gris	130	0.03	0.78	5	fibra de vidrio	410	0.16
3008		screen	blanco con gris	140	0.02	0.76	14	fibra de vidrio y poliéster recubierto PVC	456	0.23
2007		screen	gris	6	0.05	0.65	5	fibra de vidrio	480	0.08
3009		screen	marrón con gris	9	0.08	0.37	14	fibra de vidrio y poliéster recubierto PVC	456	0.16
2004		screen	negro	210	0.03	0.28	5	fibra de vidrio	480	0.06
4004		screen	negro con marrón	83	0.10	0.31	5	poliéster	420	0.08
500		black out	blanco	207	0.04	0.92	0	fibra de vidrio con PVC	500	0.00
5901		black out	blanco	204	0.02	0.97	0	poliéster	500	0.00
5928		black out	gris	180	0.06	0.39	0	poliéster	500	0.00

1901		traslúcida	blanco	60	0.00	0.97	0	poliéster	229	0.04
8201		traslúcida	blanco	49	0.07	0.98	0	poliéster y algodón	280	0.37
1928		traslúcida	gris	168	0.06	0.36	0	poliéster	229	0.01
8205		traslúcida	marrón oscuro	31	0.19	0.49	0	poliéster y algodón	280	0.09
907		traslúcida	marrón oscuro	28	0.25	0.45	0.5	poliéster	208	0.00
8218		traslúcida	negro	180	0.08	0.29	0	poliéster	280	0.00

Tabla 2: valores de TV de acuerdo al tipo de tejido analizado.

Variable(1)	Variable(2)	n	Pearson	p-valor
matiz	TV	23	-0.4	0.0616
saturación	TV	23	-0.12	0.577
valor	TV	23	0.54	0.008
OF	TV	23	0.58	0.004
peso (gr/m2)	TV	23	0.14	0.5377

Tabla 3: Coeficiente de correlación. Correlación de Pearson.

transmitancias notablemente inferiores. Asimismo, a partir de la muestra analizada podemos establecer que los valores de TV no están directamente determinados por el tipo material, ni por el tipo de tejido (screen o traslúcida). Se observa como excepción el caso del black out, por el tipo de material y tejido característico de este tipo de textil.

Particularmente, respecto a las cortinas screen detectamos que a iguales características de OF, tipo de material y color el peso del tejido por metro cuadrado es una de las variables que determina la TV. Asimismo, observamos que cuando el OF, el color y el peso se mantienen constantes es el tipo de material de conformación influye sobre los valores de TV.

Debido a que las muestras de cortinas traslúcidas y black out son muy acotadas no podemos hacer conclusiones comparativas entre ejemplares de estos tejidos.

3. CONCLUSIONES

De manera general, podemos concluir que la metodología de medición de bajo costo propuesta en este trabajo nos permite caracterizar el comportamiento óptico –transmitancia visible- de distintos tipos de textiles en el rango visible del espectro. Esto es de fundamental importancia para la producción de conocimiento en el ámbito del comportamiento óptico de este tipo de materiales utilizados regionalmente. Aprovechar el instrumental disponible de acuerdo al contexto económico y tecnológico local, posibilitará en el corto y mediano plazo la generación de bases de datos que permitan proyectar con mayor precisión el diseño de un hábitat energéticamente eficiente.

De manera particular, detectamos que las distintas características de un tejido -tipo de tejido, el valor, el porcentaje de apertura del tejido (OF) y el peso- modifican la transmitancia visible de los mismos. Siendo las variables que más generan modificaciones en el TV el color –valor- y el factor de apertura. Esto implica que la selección del tejido de sombreado para un sistema de aventanamiento no sólo debe hacerse de acuerdo a criterios estéticos, sino focalizando en el desempeño óptico del material y su impacto sobre el consumo por iluminación artificial y las condiciones de confort visual de los usuarios de un espacio.

BIBLIOGRAFÍA

- Alchapar, N., Villalba, A., Correa, E., Pattini, A., Santoni, L. (2018). Revisión de metodologías para la estimación de propiedades ópticas de materiales opacos y transparentes con instrumental de mediano y bajo costo. En: Acta de la XLI Reunión de Trabajo de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Medio Ambiente. INENCO, Salta.
- Athienitis, A. K. y Tzempelikos, A. (2002). A methodology for simulation of daylight room illuminance distribution and light dimming for a room with a controlled shading device. *Solar Energy*, 72(4): 271-281.
- Jonsson, J.C., Lee, E.S., Rubin, M. (2008). Light scattering properties of woven shade-screen material used for daylighting and solar heat-gain control. *SPIE Optics + Photonics*, 7065: 70650R-70650R-11.
- Mardaljevic, J., Painter, B., Andersen, M. (2009). Transmission illuminance proxy HDR imaging: A new technique to quantify luminous flux. *Lighting Res. Technol*, 41: 27-49
- NFRC. NFRC 202-2010. Procedure for Determining Translucent Fenestration Product Visible Transmittance at Normal Incidence. National Fenestration Rating Council Incorporated. 2010.
- Villalba, A., Alchapar, N., Correa, E., Pattini, A., Santoni, L. (2018). Métodos de evaluación optotérmica de materiales y componentes de la envolvente edilicia. Situación en argentina. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(2): 64-79.
- Villalba, A., Pattini, A. y Córlica, L. (2012). Diagnóstico morfológico descriptivo de las envolventes según su interacción con el clima luminoso. *Ambiente Construido*, 12(4): 159-175.

Agradecimientos

Agradecemos a: -Empresa Dino Conte por proveer las muestras de cortinas roller para este estudio.
/ -PICT 2017-1088: SISTEMAS DE CONTROL SOLAR INTERIORES: CARACTERIZACIÓN ENERGÉTICA E IMPACTO EN LA CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN NATURAL EN EDIFICIOS NO RESIDENCIALES. DESARROLLO DE DISEÑOS INNOVATIVOS. / -PICT 2016-1487. MANEJO DE LA RADIACIÓN SOLAR PARA ILUMINAR EL HÁBITAT. DISEÑOS, MATERIALES Y MÉTODOS DE IMPACTO ENERGÉTICOS Y NO ENERGÉTICOS.