

CONTEXTO PRODUCTIVO ARGENTINO: EL CASO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN NATURAL

Leandro M. Ferrón

Resumen

El presente trabajo expone la problemática de la fabricación de sistemas para el aprovechamiento de la Iluminación Natural en el entorno la producción industrial, a nivel regional en la República Argentina. Se presenta una síntesis de las políticas implementadas sobre el sector productivo y su relación con el ámbito de investigación estatal. Se elabora una clasificación de los mencionados sistemas y se analizan los resultados de entrevistas a los responsables de producción de talleres regionales. El aporte más relevante es el de verificar la factibilidad de producción regional de Sistemas de Iluminación Natural basada en las capacidades tecnológicas de la industria, tendientes al ahorro energético destinado a iluminación en edificios comerciales y residenciales.

Palabras Claves: contexto productivo, tecnologías de producción regional, sistemas de iluminación natural, barreras de implementación, oportunidad de mercado.

Abstract

Automatic pitch recognition provides mechanisms for recognizing notes played by musical instruments. This paper explains how to embed a pitch recognition algorithm in a project using the C implementation of SWIPEP. The chosen project is a memory game in which user has to listen to a sequence of notes and play them back to the computer using a soprano recorder flute. Additionally we explain the basic concepts for understanding the acoustic phenomena involved. This paper was written for all students with basic programming knowledge who want to incorporate sound processing to their projects.

Keywords: productivity context, local production technologies, daylighting systems, implementation barriers, bussines opportunity.

Recibido: 31 de Agosto 2014 **Aprobado:** 27 de Noviembre 2014

1. INTRODUCCIÓN

A razón de los problemas de abastecimiento energético del año 2004 en Argentina, la problemática de la producción de energías renovables y el desarrollo de dispositivos de consumo energéticamente eficiente fueron introducidos en la agenda del gobierno y promocionados como una política de estado utilizando como herramientas una gran cantidad

de decretos regulatorios y resoluciones de la Secretaría de Energía de la Nación. La primera ley de incentivo a las nuevas fuentes de energía renovables en el país fue la Ley 25.019: *Energía Eólica y Solar* (Congreso de la Republica de Argentina: 1998), que fue modificada posteriormente por la Ley 26.190: *Régimen de Fomento Nacional Para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica* (Congreso de la Republica



de Argentina: 2007), estableciendo alcanzar la meta del 8 % en la participación de las fuentes de energías renovables en el consumo eléctrico nacional para el año 2016. Además, da lugar a una serie de instrumentos de promoción económicos por 15 años a partir de la sanción de la ley como subsidios por kilowatt hora (Kwh) generado, la posibilidad de diferir el pago del IVA (impuesto al valor agregado) de las inversiones en capital y la exención del Impuesto a la Ganancia Mínima Presunta. En un sentido normativo, se puede afirmar que Argentina se encuentra en constante avance en lo relativo a la incorporación de leyes específicas y modernas que fomenten el desarrollo de las energías limpias.

No obstante, lo que se verifica en los hechos es que aún existen barreras que dificultan o impiden la incorporación de la producción y uso de energías renovables y de dispositivos energéticamente eficientes a la vida cotidiana de los ciudadanos. Según el Informe de Mercado realizado por la Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España en Buenos Aires (Rodríguez González, 2009), estas barreras se despliegan en diferentes niveles que comprenden barreras técnicas (déficit de información sobre recursos, falta de infraestructura, insuficiente desarrollo de capacidades para el diseño, operación construcción y mantenimiento de proyectos de pequeña escala), barreras económicas y financieras (altos costos de inversión en tecnologías renovables, dificultad de tramitación y altos costos de transacción, aún para los proyectos de pequeña escala, dificultad en el desarrollo competitivo de los proyectos de energías renovables), y barreras socio-culturales (tendencia a desconfiar del rendimiento funcional de productos energéticamente eficientes, desigualdad del poder adquisitivo de los usuarios de Energías Renovables).

Como caso concreto, se puede mencionar que en el campo del aprovechamiento de energías alternativas existen en la actualidad, ya dentro del circuito comercial internacional, desarrollos tecnológicos de carácter innovador como los sistemas de control y aprovechamiento de luz natural (Fernández y Evans, 2002). Estos son, por lo general, dispositivos que se aplican sobre las aberturas laterales o cenitales de la

arquitectura con el objetivo de optimizar la cantidad y mejorar la distribución de la luz en los espacios interiores. Sin embargo, tanto en los sectores productivos como en el mercado se percibe claramente la ausencia de sistemas de transporte de iluminación natural desarrollados con tecnologías regionales, disponibles comercialmente en el mercado nacional.

Estos sistemas pueden estar constituidos por elementos fijos o móviles, entre los que se pueden identificar, por ejemplo, paneles vidriados especiales, estantes de luz, difusores, u otros elementos de redireccionamiento de la luz. Para el caso de los elementos móviles, el control de los mismos puede darse por medio de comandos manuales o sistemas automáticos, y estos últimos a su vez, pueden basar la activación de sus mecanismos en la disponibilidad de la luz natural exterior. Dentro de los sistemas de aprovechamiento de iluminación natural se encuentran elementos con distintos principios de funcionamiento, como por ejemplo paneles de reflexión, prismas refractantes, films holográficos, fibras ópticas, etc. El principio de funcionamiento de cada sistema ha permitido generar clasificaciones según su uso (Institut für Licht und Bautechnik Fh Köln, 2000). Enmarcados en este contexto, la iluminación natural y el impacto de las estrategias en iluminación son consideradas como un aspecto vital para los propietarios de los edificios, diseñadores y ocupantes, debido a la potencial reducción del consumo de energía eléctrica y a las emisiones contaminantes asociadas que ésta puede generar (International Energy Agency, 2003). Los diseños que ponderan las necesidades humanas y promueven ahorros de energía se caracterizan por la integración entre el conocimiento y el manejo de la cantidad de luz natural disponible regionalmente, la respuesta de los usuarios y los procesos de producción vinculados a las tecnologías utilizadas.

Con este trabajo se propone abordar el análisis de la factibilidad de producción de Sistemas de Transporte de Iluminación Natural (STIN), que utilizan como estrategia diferenciadora la promoción del aprovechamiento de la luz del sol como un medio eficiente para lograr importantes ahorros energéticos y alcanzar altos niveles de

confort visual. El estudio de una clasificación en materia de estos sistemas, con el agregado de información referida a la disponibilidad de componentes en el mercado nacional, puede representar un primer aporte que permita establecer pautas para el diseño y proponer líneas de avance para futuras investigaciones orientadas al desarrollo de sistemas con tecnologías endógenas.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Relevamiento de mercado global.

Se estableció como criterio de búsqueda obtener información de carácter universal, abarcando de esta manera las diferentes posibles tipologías de sistemas de iluminación natural comercialmente disponibles. Los métodos

utilizados para la recolección de información referida a los STIN se basaron en la búsqueda bibliográfica y de antecedentes por medio de distintos canales: patentes, desarrollos científicos publicados, consulta a empresas, consulta a investigadores del área, volantes comerciales, internet, etc. Se estableció una clasificación de los sistemas de iluminación natural comercialmente disponibles tanto a nivel regional, como a nivel nacional e internacional.



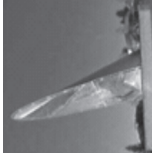

2.2 Relevamiento tecnológico local.

En cuanto al relevamiento de las tecnologías disponibles para la producción de los STIN, los datos fueron obtenidos mediante entrevistas abiertas no estructuradas a distintos actores involucrados en la fabricación y comercialización de sistemas para el control de la luz natural

Tabla 1. Diagrama morfológico (DM).

Parámetros		Variables		
Rubro comercial	STIN	Aberturas	Protecciones	Cartelería
Empleados(cantidad)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Antigüedad de la maquinaria (años)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Conformación (cantidad materiales)	< 6	> 6 < 4	> 4 < 2	1
Tecnologías (material colección)	Acrílico	Policarbonato	Vidrio	otros
Tecnologías (material transporte)	Aluminio	Acero	Films	otros
Tecnologías (material emisión)	Acrílico/RPRFV	Acrílico/Metal	Acrílico/MDF	otros
Procesos (material colección)	Termoformado	Colada	Corte plano	otros
Procesos (material transporte)	Curvado	Repujado	Plegado	Adhesivo
Procesos (material emisión)	Moldeo	Estampado	Corte láser	otros
Componentes (origen)	Local	Nacional	Mixto	Importado
Series	>1000	> 1000 < 500	> 500 < 100	< 100
Registros/Licencias	Producción	Comercialización	Distribución	No posee

Tabla 2. Clasificación de sistemas comerciales de lumiductos.

Sistemas de transporte de luz							
Clasificación	Sistema		Análisis general		Aplicaciones		
	Nombre comercial	Esquema	Descripción	Beneficios		Inconvenientes	
Sistema de transporte de luz con movimiento	Himawari		Sensor solar, motor de pasos y conjunto de lentes de fresnel que dirige luz a través de fibra óptica. Modelos de 6 a 198 lentes.	Máximo aprovechamiento del sol. Tipología de emisión similar a las de focos eléctricos.	Tecnología y mantenimiento costo muy elevado. Consumo eléctrico	Espacios interiores, acuarios, cultivos interiores, spots, iluminación comercial, etc.	
	Solux		Lente de fresnel que dirige luz a través de guías con líquido.	Máximo aprovechamiento del sol. Tipología de emisión similar a las de focos eléctricos.	El líquido se filtra por las guías. Las bajas temperaturas congelan el líquido.	German Museum of Technology de Berlín.	
	Lighthron		Sistema de espejos con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido.	Máximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes áreas interiores o exteriores.	Máximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes áreas interiores o exteriores.	Tecnología y mantenimiento costo elevado. Consumo eléctrico. Alto grado de exposición al clima.	Airport, Manchester, Hedebygade, Dinamarca. National Museum Korea, Corea del sur.
	Kuzelka		Sistema de espejos con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido.	Máximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes áreas interiores o exteriores.	Máximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes áreas interiores o exteriores.	Tecnología y mantenimiento costo elevado. Consumo eléctrico. Alto grado de exposición al clima.	Edificio de oficinas en el centro de la ciudad de Viena.

<p>Solar Tracker</p> 	<p>Espejo con motor de pasos que dirige la luz a un punto elegido.</p>	<p>Máximo aprovechamiento del sol. Ilumina grandes áreas interiores o exteriores.</p>	<p>Tecnología y mantenimiento costo elevado. Alto grado de exposición al clima.</p>	<p>Labor für regenerative Energien, "villa Sonnenschein", Fachhochschule für Wirtschaft & Technik, Alemania</p>
<p>Solaris</p> 	<p>Cúpula acrílica con internas giratorias y espejo redireccionador inferior adosado al sistema.</p>	<p>Máximo aprovechamiento del sol. Reflector protegido. Fácil instalación.</p>	<p>Tecnología y mantenimiento costo elevado. Grado de exposición vandálica.</p>	<p>Espacios interiores, acuarios, cultivos interiores, iluminación comercial, etc.</p>
<p>So Light</p> 	<p>Cúpula acrílica con discos acrílicos facetados internos, giratorios.</p>	<p>Máximo aprovechamiento del sol. Nivel de iluminación constante. Reflector protegido.</p>	<p>Necesidad de mantenimiento piezas móviles. Consumo eléctrico.</p>	<p>Uso residencial, espacios interiores, cultivos interiores, iluminación comercial, etc.</p>
<p>Heliobus</p> 	<p>Concentrador parabólico giratorio con forma de cucharas que redirige la luz a un conducto transportador reflexivo</p>	<p>Máximo aprovechamiento del sol. Rigidez estructural. Buena distribución interior de luz.</p>	<p>Necesidad de mantenimiento piezas móviles. Consumo eléctrico.</p>	<p>Postdam Place, Berlín. Proyecto piloto en Edificio Escolar, St. Gallen. Lighthouse Wisengrund Winterthur, Suiza.</p>
<p>Soltutube</p> 	<p>Cúpula acrílica con reflectora interna que dirige la luz por un conducto reflexivo.</p>	<p>Rigidez estructural, fácil instalación, costo accesible.</p>	<p>Rendimiento moderado, distancia de transmisión corta.</p>	<p>Uso residencial, espacios interiores, iluminación comercial, etc.</p>
<p>Litra Con</p> 	<p>Bloques o paneles de fibra óptica compactada con concreto fino, de propiedades translúcidas, que transporta luz a los interiores.</p>	<p>Solución a la iluminación natural de espacios desde la estructura misma de la arquitectura.</p>	<p>Alto impacto sobre la imagen arquitectónica, puede perjudicar la sensación de intimidad.</p>	<p>uso residencial, espacios interiores, iluminación comercial, etc.</p>

Sistemas de transporte de luz estáticos

y actividades industriales afines, registradas con domicilio en el Gran Mendoza, República Argentina. Para analizar las características tecnológicas particulares de cada empresa relevada en función de los materiales y procesos necesarios para la fabricación de STIN se utilizó la metodología del Diagrama Morfológico (DM) desarrollada por Baker (Baker, Franchiotti & Steemers, 1993). Mediante esta metodología se propuso evaluar los aspectos relacionados con el potencial tecnológico del que estas empresas y talleres disponen para la fabricación de Sistemas de Transporte de Iluminación Natural. En la Tabla 1 se pueden ver dos columnas, la primera de ellas corresponde a los diferentes parámetros considerados, a los que se hizo referencia tanto en aspectos relacionados con la infraestructura, tamaño, capacidad de producción, rubro, la existencia de licencias de comercialización, fabricación o distribución del producto, o registro del mismo para su protección legal, como con características particulares de procesos y materiales vinculados a la fabricación de STIN. En la segunda columna se especificaron diferentes variables a las que están sujetas cada uno de los parámetros analizados, pudiendo contener unidades de medida cuantitativas o cualitativas propias de cada parámetro. Finalmente, las relaciones entre los parámetros y las variables en cada caso analizado generaron una línea que define un perfil gráfico particular, cuya comparación con el conjunto permitió abordar las preguntas de si las capacidades tecnológicas de la industria local son adecuadas para la fabricación de STIN, y cuáles de las empresas y talleres relevados podrían asimilar la producción de estos dispositivos con menores requerimientos de inversión o actualización de equipamiento industrial.

En los Diagramas Morfológicos (DM) se propuso una jerarquización de variables que fue resuelta principalmente mediante dos criterios: en primer lugar se ponderó la disponibilidad de tecnologías y materias primas de origen regional y nacional adecuadas para ser empleadas en la fabricación de los STIN, priorizando este aspecto por sobre la necesidad de importación de tecnologías, materiales o componentes finales. En segundo lugar, se consideró como aspecto positivo la capacidad de fabricación de dispositivos compuestos por materiales diversos (como pueden

ser acero, aluminio, acrílico, vidrio, elastómeros, films espejados, láminas holográficas, entre otros) , entendiendo que este aspecto requiere de la participación de una mayor cantidad de actores en la cadena de valor del producto, y representa mayor número de trabajadores, fabricas, distribuidores y comerciantes movilizados en torno a un único objeto, propiciando necesariamente una activación de la productividad en cada uno de los sectores involucrados.

En una última instancia se procesó la información para ser presentada en tablas gráficas que permitan una rápida visualización de las características principales de cada sistema.

3. RESULTADOS

3.1 Sistemas disponibles a nivel global.

Dentro de los Sistemas de Transporte de Iluminación Natural se puede encontrar Lumiductos, Sistemas de Transporte de luz por Fibra Óptica y Revestimientos Anhidolicos, compuestos por lentes y parábolas de material reflexivo. Existe en la actualidad una importante oferta de mercado en sistemas de lumiductos (que consisten en cilindros recubiertos en su interior por un material espejado como aluminio o plásticos metalizados, que transportan la luz exterior por simple reflexión especular), diseñados y difundidos en su mayoría por países con gran desarrollo industrial como una respuesta eficiente en la reducción del consumo eléctrico de edificios comerciales. La instalación de estos sistemas presenta una muy alta rentabilidad económica y energética, ya que puede tratarse de dispositivos baratos de funcionamiento pasivo, o de sistemas equipados con motores de seguimiento solar (suntracker), que captan la máxima cantidad de radiación solar posible a toda hora del día, con un consumo de entre 12V y 24V, alimentados por paneles fotovoltaicos asistidos por energía eléctrica. Los lumiductos pasivos para instalaciones verticales u horizontales tienen determinada su hora de mayor rendimiento en el día por los índices de radiación del cielo de diseño bajo el que actúan y el diseño del colector de luz. (Tabla 2)

3.2 Sub-sistemas componentes de Artefactos de Transporte de Luz Natural.

Cada artefacto de transporte de luz puede dividirse para su análisis en tres sub-sistemas: colector, transportador y extractor de luz; cada uno de ellos compuesto por distintos elementos y distintas tecnologías que responden a principios de funcionamiento diferentes.

El colector puede estar conformado por un espejo, generalmente cóncavo, o una lente Fresnel, un sistema de placas acrílicas con prismas redirigen los haces de luz, un helióstato (una parábola espejada que sigue la trayectoria solar) o simplemente por una cúpula transparente.

Existen también varios tipos de transportadores: tubos metálicos espejados en su interior, fibras ópticas, tubos o prismas de acrílico sólido para guiar la luz. La eficiencia del sistema depende principalmente del conducto, su calidad y su relación longitud/diámetro. La eficiencia de un buen sistema puede llegar a sobrepasar el 25 %, evaluado desde la luz incidente en colector hasta el emisor de luz en la habitación.

Los emisores distribuyen la luz que sale del sistema de transporte hacia el espacio a iluminar. Se hace poco evidente que la luz natural haya sido conducida por una cierta distancia desde el exterior, es por esto que es común que los ocupantes del edificio demanden la misma calidad de iluminación que se obtiene de una luminaria corriente (luz artificial). Los emisores deben cumplir la misma función que las luminarias de iluminación eléctrica, y según la tarea visual pueden ser directos, semi-directos, difusores, semi-indirectos o totalmente indirectos.

Se presentan estos tres sub-sistemas, se especifica la denominación y se muestra una imagen gráfica de cada tipo de componente en las Tablas 3, 4 y 5.

Como parte del análisis de las tablas presentadas, se observa que la cantidad de materiales utilizados en la fabricación de los componentes de los STIN puede ir de 3 a 15 (acero pulido, aluminio pulido, films aluminizados, barras acrílicas, fibras ópticas, tubos plásticos, tubos de chapa galvanizada, vidrio, acrílico moldeado, lentes plásticas, espejos, poliéster reforzado con fibra de vidrio -PRFV-, madera compactada, adhesivo, sellador), lo que determina

también qué tecnologías deben manejar las empresas con posibilidades de fabricación de éstos sistemas, o para qué elementos se puede contemplar una posible tercerización.

3.3 Tecnologías afines disponibles a nivel regional.

Se efectuó un relevamiento de talleres teniendo en cuenta como parámetro que se pudiera establecer una posible vinculación con la producción de STIN en función de las tecnologías de las que disponían. Se realizaron encuestas a los responsables de producción de 17 talleres y esto mostró que, a nivel local, las fábricas con mayor pertinencia tecnológica corresponden a la industria metalmeccánica (72 %), seguidos por la industria de los insumos gráficos y cartelería (11 %) y la industria de plásticos termo-rígidos (PRFV – 17 % -). Todos los talleres relevados pertenecen a la categoría de Pequeñas y Medianas Empresas (PyMES), con menos de 30 operarios empleados. Para esclarecer esta categoría, cabe mencionar que en Argentina el Ministerio de Economía estableció, para que las empresas sean consideradas PyME, la siguiente caracterización:

Pequeña y mediana empresa del Sector Industrial.

Personal Ocupado: hasta 300 empleados

Ventas anuales: \$18.000.000 (CUC 4.286.224)

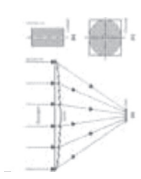
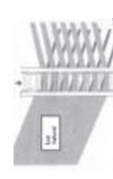
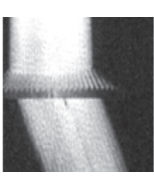

Activos productivos: \$10.000.000 (CUC 2.381.235)

Fuente: <http://www.sepyme.gov.ar>

El gráfico I muestra, a modo de ejemplo, cuatro de los Diagramas Morfológicos resultantes de las entrevistas realizadas a los responsables de producción de distintas empresas.

Los resultados del relevamiento mostraron que, dentro del sector metalmeccánico, las empresas con mayores posibilidades tecnológicas de producción de STIN son las dedicadas al rubro aberturas, seguidas por las de fabricación de carteles publicitarios y finalmente las dedicadas a la fabricación de protecciones solares (parasoles, toldos, etc). Esto es así debido a que los talleres abocados a la producción de

Tabla 3. Clasificación de elementos colectores.

Clasificación	Sistema		Sub sistemas de colección		
	Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes
Sub sistemas de colección	Concentrador Fresnel		Se trata de un lente obtenido a partir del rebaje con cortes de una lente en anillos concéntricos consecutivos.	Amplifica la potencia de luz solar. Peso y espesor reducidos.	Alta transmisión de calor. El ángulo de incidencia determina el rendimiento. Movimiento.
	Laser cut panel		Panel acrílico con micro cortes colocado entre dos vidrios. Los cortes funcionan como espejos que redireccionan la luz.	Peso y tamaño reducidos. Alto rendimiento.	Rendimiento según la profundidad de los cortes y ángulo de incidencia.
	Panel prismático		Panel acrílico moldeado con una cara plana y una con prismas o cuñas triangulares.	Peso y tamaño reducidos. Buen rendimiento. Aprovechamiento de la luz difusa.	Costo de instalación elevado. El ángulo de incidencia solar determina el rendimiento. Tecnología y mantenimiento costoso.
	Micro láminas reflectivas		Láminas transversales y verticales que reflejan la luz incidente. Fabricadas en plástico con metalización aluminio.	Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Exclusión del calor.	El grado de incidencia solar determina el rendimiento.
			Asociado a sistemas de transmisión por fibra óptica y difusores tipo spot.	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto. Uso en ventanas laterales y cenitales.	Asociado a sistemas de transmisión tipo ducto. Uso en ventanas laterales y cenitales.
			Asociado a cubiertas anidólicas y sistemas de captación cenitales.		

u\$d 139 + envío. Lámina plástica 1mt x 1,25 mt. Longitud focal 40" (1).

u\$d 265 x mt² acrílico de 40mm (2).

u\$d 148 x mt² acrílico de 25mm (3).

u\$d 216 x mt² costo de instalación (4).

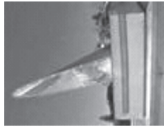
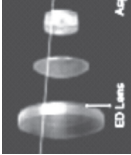
<p>Espejo direccionador (heliostato)</p>		<p>Sistema de espejos metálicos que direcciona la luz hacia espacios interiores o abiertos.</p>	<p>Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Iluminación de grandes áreas.</p>	<p>Tecnología y mantenimiento costo elevado. El grado de incidencia solar determina el rendimiento.</p>	<p>Posible fabricación nacional. Importada</p>	<p>u\$d 250 reflector de 1,20 mt x 1,20 mt + u\$d 372 motor de dos ejes de giro (5).</p>
<p>Colector parabólico</p>		<p>Plano metálico de curvatura doble parabólica (cóncavo) que concentra la luz captada en distintos puntos según el ángulo de incidencia.</p>	<p>Aprovechamiento de la luz directa y difusa. Buena relación costo rendimiento.</p>	<p>A mayor superficie mayor captación, elevado peso, acabado pulido de alto costo.</p>	<p>Posible fabricación nacional.</p>	<p>u\$d 78 estimado material + mano de obra, para colector de 1 mt² desplegado (6).</p>
<p>Concentrador anidólico</p>		<p>Sistema de espejos y lentes que concentran la luz elevando el rendimiento de la radiación disponible.</p>	<p>Amplifica la potencia de luz solar.</p>	<p>Altas exigencias de precisión en el instalador.</p>	<p>Posible fabricación nacional. Importada</p>	<p>u\$d 360 estimado parabolas + lentes (7).</p>

Tabla 4. Clasificación de elementos de transporte.

Clasificación	Sub sistemas de transporte						
	Sistema	Análisis general					
Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes			
Fibra óptica		Consiste en varias hebras delgadas de vidrio o plástico con diámetro de 50 a 125 micras con un revestimiento que rodea y protege al núcleo.	Alto coeficiente de transmitancia, selectivo de longitudes, buen rendimiento de color. Versatilidad de aplicaciones.	Alto costo, fragilidad del sistema instalado.	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento.	Importada.	u\$d 68 x mts, diámetro útil 15.8mm. Mínimo recomendado 5 cables tipo multifilar (126 x 0,75mm) (8).
Guías de luz líquidas		Similares a las fibras plásticas, pero con su interior lleno de líquido.	Muy bajas de transmisión lumínica.	El líquido se filtra por las guías y las bajas temperaturas lo congelan.	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento.	Posible fabricación nacional. Importada.	u\$d 62 x mts lineal diámetro 3mm (9).
Guías acrílicas sólidas.		Prismas o cilindros sólidos de material plástico translúcido que transmite luz por el principio de reflexión total interna.	Alto coeficiente de transmitancia, transmisión de altos flujos de luz según diámetro, rigidez estructural.	Dificultad de instalación, baja resistencia mecánica alto costo, fragilidad del sistema.	Asociado a concentradores tipo Fresnel de alto rendimiento.	Importada.	u\$d 75 x mts lineal diámetro 3mm (10).
Ductos reflectivos		Film óptico. Con estructuras prismáticas tridimensionales que reflejan la luz entrante. La orientación del facetado determina el patrón reflectivo deseado.	Alto coeficiente de transmitancia, buen rendimiento de color.	Dificultad en el forrado interno de los ductos, baja resistencia mecánica, dificultad de manipulación.	Asociado a concentradores Fresnel, concentradores anidólicos, LCP y concentradores parabólicos.	Importada.	u\$d 54 x mts x 1,5mc (11).

	<p>Mylar. Película termoplástica con orientación biaxial, compuesta del glicol de etileno y dimethyl terephthalate (DMT).</p>	<p>Alto coeficiente de transmitancia, buen rendimiento de color.</p>	<p>Dificultad en el forrado interno de los ductos, baja resistencia mecánica, dificultad de manipulación.</p>	<p>Asociado a concentradores Fresnel, anidológicos, LCP y concentradores parabólicos.</p>	<p>u\$d 89,95 2.54 mt x 1.2 mt x 2 mc (12).</p>
	<p>Tubo. Conductores de acero inoxidable pulido espejo en su interior. Se conforman a medida según la instalación.</p>	<p>Buen coeficiente de transmitancia, buen rendimiento de color.</p>	<p>Proceso de pulido de alto costo.</p>	<p>Asociado a concentradores Fresnel, anidológicos, LCP y concentradores parabólicos.</p>	<p>u\$d 79 estimado material + mano de obra, para 2mt de tubo de 300mm de diámetro (13).</p>
	<p>Guía sólida de perimetro prismático. Sección cuadrada o cilíndrica de acrílico micro-secciones prismáticas.</p>	<p>Alto coeficiente de transmitancia, buen rendimiento de color.</p>	<p>Dificultad de instalación, baja resistencia mecánica alto costo, fragilidad del sistema.</p>	<p>Asociado a concentradores Fresnel, anidológicos, LCP y concentradores parabólicos.</p>	<p>u\$d 109 x mts. Diámetro útil 50mm (14).</p>
	<p>Sistemas aéreos</p>	<p>Conjunto de lentes o parábolas enfocadas a la distancia.</p>	<p>Baja intervención arquitectónica para la instalación, transmite grandes flujos de luz.</p>	<p>Requiere precisión en la orientación de las parábolas para minimizar pérdidas por mal enfoque.</p>	<p>Sin costo en elementos de transporte(15).</p>

Ductos reflectivos

Sub sistemas de transporte

Sistemas aéreos

Tabla 5. Clasificación de elementos emisores.

Clasificación	Sistema		Análisis general				Origen	Costo
	Denominación	Esquema	Descripción	Beneficios	Inconvenientes	Aplicaciones		
Fibra óptica		Consiste en varias hebras delgadas de vidrio o plástico con diámetro de 50 a 125 micras con un revestimiento que rodea y protege al núcleo.	Posibilidad de aplicaciones tipo spot, líneas de luz periféricas, ramificación de puntos iluminados.	Dificultad para la iluminación grandes áreas, alto costo.	Residencial, comercial, decoración, publicidad, estoscopia, iluminación puntual, cultivos.	Importada	u\$d 68 x mts, diámetro útil 15.8mm. Tipo multifilar (126 x 0,75mm) (16).	
Sub sistemas de extractores		Pueden ser plásticos, de cristal, o metálicos tipo louver, cromados, mate o blancos.	Funciona como una luminaria convencional, pero alimentada por natural.	Durante períodos de baja colección reduce considerablemente el nivel de luz emitida.	Residencial, comercial, grandes ambientes.	Nacional.	u\$d 3,5 - 400mm x 400mm (17).	
Extractores		Sistema de espejos que refleja un porcentaje de la luz incidente, dejando pasar un resto.	Ayuda a mantener niveles de uniformidad en interiores de grandes dimensiones.	Durante períodos de baja colección reduce considerablemente el nivel de luz emitida.	Residencial, comercial, grandes ambientes, iluminación profundidad.	Posible fabricación nacional.	u\$d 35 x mt ² mano de obra según la instalación (18).	

aberturas en chapa plegada poseen maquinaria y personal especializado en tareas de corte, plegado y soldadura de láminas metálicas, comprendiendo prácticamente la totalidad de los trabajos requeridos para la construcción de lumiductos continuos de acero inoxidable de hasta 2,80mts de longitud. Cabe mencionar sin embargo, que muchas de las empresas dedicadas a la fabricación de aberturas trabajan a partir de perfiles de aluminio o PVC extruidos, reduciendo la complejidad de los procesos productivos a una línea de corte y ensamblado de las partes.

Por otra parte, si bien el hecho de que en el sector metalmecánico se encontraron las mayores coincidencias entre las capacidades tecnológicas de los talleres y los procesos necesarios para la fabricación de STIN era un resultado previsible, no lo fue así el hecho de determinar que las empresas dedicadas a la fabricación de cartelería comercial tuvieran el equipamiento y las conexiones a nivel de gestión productiva necesarias para la realización exitosa de STIN. En este tipo de talleres se construyen cotidianamente todo tipo de carteles diseñados para su instalación en la vía pública, desde banderines metálicos que penden desde un travesaño tubular, hasta cajas “backlight”, compuestas por una estructura de chapa plegada, conexiones eléctricas, tubos fluorescentes y cubiertas plásticas flexibles (PVC) o rígidas (acrílico laminar o termoformado) generalmente impresas por distintos métodos. La factibilidad de producción de lumiductos tubulares metálicos en acero pulido o de lumiductos tubulares de chapa galvanizada recubiertos en su interior con films aluminizados fue evaluada como “muy alta” por los responsables de las tres empresas encuestadas del rubro.

Finalmente, los talleres dedicados a la fabricación de protecciones solares mostraron una “mediana” a “baja” capacidad de incorporar la fabricación de STIN a su línea de producción. En estos talleres, las tecnologías predominantemente utilizadas son las de la madera (para la fabricación de celosías, postigos y cortinas de enrollar), y la textil (confección de cortinados, toldos, cortinas romanas, entre otras), complementadas eventualmente por la conformación de estructuras compuestas por materiales metálicos estandarizados (soportes de caño tubular o cuadrado, mecanismos de engranajes, poleas, etc). Se determinó también que en la actualidad no hay

empresas que fabriquen Sistemas de Transporte de Iluminación Natural en la zona, ni siquiera como una línea alternativa de producción. Por otra parte, durante las entrevistas a los responsables de las empresas se observó que, si bien el promedio de antigüedad de las maquinarias disponibles era superior a los 15 años (promedio 16,3 años), hay una alta disponibilidad de procesos compatibles con los requeridos para la fabricación de los elementos componentes de los sistemas pasivos. Entre estos procesos se puede identificar curvado, plegado, estampado y repujado de chapas metálicas de hasta 65 mm de espesor (15 %, 90 %, 60 % de los talleres, respectivamente), corte, moldeo, plegado y pulido de materiales plásticos (principalmente acrílico, en talleres dedicados a la producción de cartelería y regalos empresariales) y fabricación de piezas en Resina Poliester reforzada con Fibra de Vidrio (talleres especializados en la fabricación y reparación de cabinas para vehículos pic-up, casas rodantes y pequeñas embarcaciones).

En este sentido, la identificación de la variedad de materiales trabajados por las empresas de manera individual, y principalmente consideradas en su conjunto, fueron un aspecto destacable a tomar en cuenta. Si bien ninguno de los talleres relevados tuvo una compatibilidad tecnológica del 100 % para la producción de sistemas pasivos simples, en el 60 % de los casos, los materiales o procesos en falta para emprender la fabricación de STIN se reducían a componentes puntuales de los elementos de colección o elementos de emisión de luz, generalmente, las cúpulas transparentes de los colectores y los plafones o elementos de anclaje y decorativos de los emisores. Luego de la revisión de las capacidades de los talleres en su conjunto, se determinó que estos componentes, sin embargo, podrían ser fabricados también a nivel local, ampliando el número de actores involucrados en la realización de una línea de productos.

Finalmente, sobre algunos de los parámetros vinculados con el funcionamiento comercial de las empresas consultadas, se encuntra que el 89 % de los componentes utilizados son de origen nacional, con excepción de la resina poliester y los plásticos acrílicos. En este último caso, sin embargo, se debe destacar el hecho de que, si bien la materia prima para la fabricación de láminas

PARÁMETROS	VARIABLES			
Rubro Comercial	STN	Aberturas	Protecciones	Cartelería
Empleados (cantidad)	< 5	> 5 < 40	> 10 < 20	> 20
Antigüedad de la maquinaria (años)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Conformación (cantidad materiales)	> 6	> 6 < 4	> 4 < 2	1
Tecnologías (material colección)	Acrílico	Policarbonato	Vidrio	otros
Tecnologías (material transporte)	Aluminio	Acero	Films	otros
Tecnologías (material emisión)	Acrílico/RPRFV	Acrílico/Metal	Acrílico/MDF	otros
Procesos (colección)	Termoformado	Colada	Corte plano	otros
Procesos (transporte)	Curvado	Repujado	Plegado	Adhesivado
Procesos (emisión)	Moldeo	Estampado	Corte laser	otros
Componentes (origen)	Local	Nacional	Mixto	Importado
Series	> 1000	> 1000 < 500	> 500 < 100	< 100
Registros/Licencias	Producción	Comercialización	Distribución	No posee

PARÁMETROS	VARIABLES			
Rubro Comercial	STN	Aberturas	Protecciones	Cartelería
Empleados (cantidad)	< 5	> 5 < 40	> 10 < 20	> 20
Antigüedad de la maquinaria (años)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Conformación (cantidad materiales)	> 6	> 6 < 4	> 4 < 2	1
Tecnologías (material colección)	Acrílico	Policarbonato	Vidrio	otros
Tecnologías (material transporte)	Aluminio	Acero	Films	otros
Tecnologías (material emisión)	Acrílico/RPRFV	Acrílico/Metal	Acrílico/MDF	otros
Procesos (colección)	Termoformado	Colada	Corte plano	otros
Procesos (transporte)	Curvado	Repujado	Plegado	Adhesivado
Procesos (emisión)	Moldeo	Estampado	Corte laser	otros
Componentes (origen)	Local	Nacional	Mixto	Importado
Series	> 1000	> 1000 < 500	> 500 < 100	< 100
Registros/Licencias	Producción	Comercialización	Distribución	No posee

PARÁMETROS	VARIABLES			
Rubro Comercial	STN	Aberturas	Protecciones	Cartelería
Empleados (cantidad)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Antigüedad de la maquinaria (años)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Conformación (cantidad materiales)	> 6	> 6 < 4	> 4 < 2	1
Tecnologías (material colección)	Acrílico	Policarbonato	Vidrio	otros
Tecnologías (material transporte)	Aluminio	Acero	Films	otros
Tecnologías (material emisión)	Acrílico/RPRFV	Acrílico/Metal	Acrílico/MDF	otros
Procesos (colección)	Termoformado	Colada	Corte plano	otros
Procesos (transporte)	Curvado	Repujado	Plegado	Adhesivado
Procesos (emisión)	Moldeo	Estampado	Corte laser	otros
Componentes (origen)	Local	Nacional	Mixto	Importado
Series	> 1000	> 1000 < 500	> 500 < 100	< 100
Registros/Licencias	Producción	Comercialización	Distribución	No posee

PARÁMETROS	VARIABLES			
Rubro Comercial	STN	Aberturas	Protecciones	Cartelería
Empleados (cantidad)	< 5	> 5 < 40	> 10 < 20	> 20
Antigüedad de la maquinaria (años)	< 5	> 5 < 10	> 10 < 20	> 20
Conformación (cantidad materiales)	> 6	> 6 < 4	> 4 < 2	1
Tecnologías (material colección)	Acrílico	Policarbonato	Vidrio	otros
Tecnologías (material transporte)	Aluminio	Acero	Films	otros
Tecnologías (material emisión)	Acrílico/RPRFV	Acrílico/Metal	Acrílico/MDF	otros
Procesos (colección)	Termoformado	Colada	Corte plano	otros
Procesos (transporte)	Curvado	Repujado	Plegado	Adhesivado
Procesos (emisión)	Moldeo	Estampado	Corte laser	otros
Componentes (origen)	Local	Nacional	Mixto	Importado
Series	> 1000	> 1000 < 500	> 500 < 100	< 100
Registros/Licencias	Producción	Comercialización	Distribución	No posee

Figura 1. DMP de cuatro diferentes empresas.

o barras es de origen extranjero, la manufactura de estos elementos se realiza en el país. Por otra parte, el 65 % de los talleres relevados no posee un volumen de producción estable, elaborando generalmente series menores a las 100 unidades mensuales y ninguno de los encuestados afirmó haber realizado algún trámite para el registro de propiedad de los productos que se fabrican.

4. CONCLUSIONES

El trabajo realizado presenta un panorama a nivel local de las posibilidades de producción de dispositivos para el transporte de luz natural, como ejemplo concreto de incorporación de este tipo de tecnologías en los circuitos de producción con tecnologías endógenas. Durante su desarrollo se encontró que la baja complejidad constructiva de algunos dispositivos STIN (Lumiductos) permitiría que la fabricación de estos sistemas sea fácilmente asimilada por las empresas pertenecientes a los sectores de la metalmecánica y de la cartelería publicitaria. En zonas como la de Cuyo, y en particular en la zona de Mendoza, donde el cielo despejado está presente el 83 % de los días del año, esta situación puede representar la apertura de un nicho para productos diferenciados a talleres de distintas envergaduras, generando ventajas competitivas y nuevas líneas de comercialización que permitan diversificar los mercados de destino. Sin embargo, Este escenario sólo permite suponer que es factible superar barreras de tipo técnicas para la fabricación de estos dispositivos. Sería necesario profundizar y dar continuidad a las propuestas y acciones concretas impulsadas desde los sectores que definen las políticas energéticas nacionales y provinciales, para la superación de otros tipos de obstáculos, relacionados con aspectos culturales de asimilación y uso de productos energéticamente eficientes, con la formación de técnicos y profesionales tanto en el sector productivo como en el ámbito de formación de los profesionales proyectistas, con el estímulo de carácter económico e impositivo para constructores y con la articulación de saberes y capacidades entre el sector académico y el sector industrial, tendientes a la creación de una cultura de aprovechamiento de las energías renovables.

5. AGRADECIMIENTOS

El autor del presente trabajo agradece la buena disposición, interés y colaboración de los responsables de las aéreas de producción y comercialización de las empresas consultadas.

6. REFERENCIAS

- Baker N.V, Franchiotti A., Steemers K.A. (1993). *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. UK: James and James. Science Publishers Ltd.
- Congreso de la Republica de Argentina. (1998). *Ley 25.019, Régimen Nacional de Energía Eólica y Solar*.
- Congreso de la Republica de Argentina. (2007). *Ley 26.190, Régimen de Fomento Nacional Para el Uso de Fuentes Renovables de Energía Destinada a la Producción de Energía Eléctrica*.
- Fernández Xifra, M.V., Evans, J.M. (2002). Sistemas innovativos para el direccionamiento de luz natural películas holográficas y lumiductos. *Revista AVERMA*, Vol. 6, Nº 2.
- Institut für Licht und Bautechnik Fh Köln. (2000). *Systematic zu Tageslichtsystemen*. Colônia: Fachhochschule Köln.
- International Energy Agency. (2003). Task 21 / Annex 29. *Daylight in Buildings*. Vol. 14.
- Rodríguez González G. (2009). *Identificación de planes de la Administración argentina para el medio Ambiente, energías renovables y Tratamiento de aguas*. Informe de Mercado, PROEXCA. Buenos Aires, Argentina: Oficina Económica y Comercial de la Embajada de España.

SOBRE EL AUTOR

Dr. Leandro M. Ferrón: Investigador Asistente, INCIHUSA-CONICET, Av. Ruiz Leal s/n, Mendoza, Argentina CP (5500).
Fax: + 54 261 524-4001.
E-mail: lferron@mendoza-conicet.gob.ar

