



MARZO 2021

INFORME N°3

TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

INFORME DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA

➤ Energía solar fotovoltaica



WWW.INAPI.CL

Este informe ha sido elaborado por Carmen Gloria Castro Retamal, Paz Osorio Delgado y Miguel Cruz Martínez, profesionales del Instituto Nacional de Propiedad Industrial, INAPI.

ASPECTOS IMPORTANTES DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL

Este contenido se divulga conforme la función encomendada al Instituto Nacional de Propiedad Industrial, INAPI, y proviene de la información que cada solicitante ha proporcionado para su solicitud de registro a nivel internacional y que se encuentra publicada en bases de datos públicas y gratuitas de patentes. Por lo anterior, INAPI no cuenta con la información acerca de la etapa de desarrollo o comercialización, ni de su efectividad y seguridad.

La protección por patente se otorga con carácter territorial, es decir, está limitada a determinado país o región en donde fue solicitada y concedida. La información sobre patentes se divulga a escala mundial, por lo que cualquier persona, empresa o institución puede consultar la información del documento de patente, en cualquier lugar del planeta.

Las patentes protegen invenciones durante un período de tiempo específico, normalmente 20 años desde la fecha de la primera solicitud. Cuando una patente se encuentra en período de vigencia, el/la titular puede transferirla mediante un convenio, autorización o contrato tecnológico para uso y goce de beneficios de explotación de ese conocimiento. Cuando el periodo de vigencia de una patente ha expirado, la tecnología de productos, procesos o métodos, y la maquinaria, equipos o dispositivos pueden ser utilizados por cualquier persona, empresa o institución. De esta manera pasa a ser conocida como patente de dominio público.

Los documentos presentados en este informe son una pequeña muestra de invenciones que ponemos a disposición para su consulta directa en la base de datos desde donde se obtuvo la información. Muchas de ellas, se encuentran en fase de tramitación, por tanto, aún no es posible determinar si están o estarán solicitadas en Chile, como fase nacional. Es por ello, que esta publicación es de carácter informativo y en ningún caso se asegura que están disponibles para libre uso en nuestro territorio. En caso de estar interesados en alguna de estas tecnologías, es necesario contactar a sus titulares para asegurar una adecuada transferencia tecnológica o corroborar la libertad de operación.

Lo divulgado en las citaciones de este boletín no necesariamente es de dominio público, y puede que las creaciones se encuentren protegidas por otros derechos de propiedad intelectual, por lo que debe consultar al titular de dicha patente por el estado de aquella o al titular de esos derechos para su utilización. Se recomienda siempre obtener una autorización expresa.

En relación con la necesidad de solicitar autorización al titular de una invención se debe tener en cuenta que existen:

- Invenciones o innovaciones de dominio público: son aquellas en que la protección provista por la patente ha cesado debido a causas establecidas por ley. Es decir, ha terminado el tiempo de protección, no ha sido solicitada en el territorio nacional aun estando vigente en otros países o fue abandonada. De igual forma, se considera dominio público cuando su creador renuncia a la propiedad intelectual y, por lo tanto, puede ser utilizado por cualquier persona.
- Invenciones o creaciones con patente, marca comercial o derecho de autor vigente: aquellas cuya patente está dentro del plazo de protección en el territorio nacional. Para su uso, el titular (propietario) debe expresamente autorizarlo. Para esto, el interesado debe contactarse con los titulares y acordar los términos del licenciamiento. La utilización maliciosa de una invención, marca comercial o de una creación protegida por derecho de autor es sancionada por la Ley de acuerdo al artículo 28, 52, título X de la Ley 19.039, o al Capítulo II de la Ley 17.336 según corresponda.
- Innovaciones: productos o procesos que no necesariamente cuentan con patente, pero solucionan un problema de la técnica.

INTRODUCCIÓN.....	5
METODOLOGÍA.....	7
RESULTADOS Y COMENTARIOS.....	9
Tendencias tecnológicas por año.....	9
Cantidad de patentes por país.....	9
Publicaciones por solicitante.....	14
Cantidad de solicitudes por perfil del solicitante.....	14
Cantidad de solicitudes de los principales titulares.....	15
Solicitudes de patentes por tecnología.....	19
CONCLUSIONES.....	20
REFERENCIAS.....	21
ANEXOS.....	23

El término energía tiene diversas acepciones y definiciones relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, surgir, transformar o poner en movimiento¹.

En física, la energía se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, "energía" se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para poder extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico.

La energía es la capacidad de los cuerpos para realizar un trabajo y producir cambios en ellos mismos o en otros cuerpos. Es decir, el concepto de energía se define como la capacidad de hacer funcionar las cosas.

En tecnología y economía, una fuente de energía es un recurso natural, así como la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial y económico del mismo. La energía en sí misma nunca es un bien para el consumo final, sino un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios.

Las fuentes de energía se clasifican según el uso irreversible o no de ciertas materias primas, como combustibles o minerales radioactivos. Según este criterio se habla de dos grandes grupos de fuentes de energía explotables tecnológicamente: las renovables y las no renovables.

1.1- Fuentes de energía renovables

1.1.1 Energía eólica.

1.1.2 Energía geotérmica.

1.1.3 Energía hidráulica.

1.1.4 Energía mareomotriz.

1.1.5 Energía solar.

1.1.6 Biomasa.

1.1.7 Energía maremotérmica.

1.1.8 Energía azul.

1.1.9 Energía termoeléctrica.

1.1.10 Energía nuclear de fusión.

1.2. Fuentes de energías no renovables (o nuclear-fósiles)

1.2.1 Carbón

1.2.2 Gas natural

1.2.3 Petróleo

1.2.4 Energía nuclear o atómica, que requiere de uranio o plutonio.

Para este estudio se analizará exclusivamente la energía solar, la cual es una energía renovable, obtenida a partir del aprovechamiento de la radiación electromagnética procedente del sol.

Hoy en día, el calor y la luz del sol pueden aprovecharse por medio de diversos captadores como celdas fotoeléctricas, heliostatos o colectores solares, pudiendo transformarse en energía eléctrica o térmica. Es una de las llamadas energías renovables o energías limpias, que podrían ayudar a resolver algunos de los actuales problemas más urgentes que afrontan los seres vivos.

Las diferentes tecnologías solares se pueden clasificar en pasivas o activas según como capturan, convierten y distribuyen la energía solar. Las tecnologías activas incluyen el uso de paneles fotovoltaicos y colectores solares térmicos para recolectar la energía. Entre las técnicas pasivas se encuentran diferentes técnicas enmarcadas en la arquitectura bioclimática: la orientación de los edificios al sol, la selección de materiales con una masa térmica favorable o que tengan propiedades para la dispersión de luz, así como el diseño de espacios mediante ventilación natural.

La energía solar se subdivide más específicamente como energía solar fotovoltaica y energía solar térmica.

El presente informe se basa en el estudio de diferentes tecnologías relacionadas con la energía solar fotovoltaica, la cual es una fuente de energía que produce electricidad de origen renovable, obtenida directamente a partir de la radiación solar mediante un dispositivo semiconductor denominado celda fotovoltaica, también llamada como célula fotovoltaica, o bien mediante una deposición de metales sobre un sustrato denominada celda solar de película fina o celdas solar de película fina.

Los paneles o módulos fotovoltaicos (placas fotovoltaicas) —llamados comúnmente paneles solares, o placas solares, aunque estas denominaciones abarcan además otros dispositivos— están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas que producen electricidad a partir de la luz que incide sobre ellos mediante el efecto fotoeléctrico.

Los paneles fotovoltaicos, en función del tipo de celdas o celdas fotovoltaica que los forman, se dividen en:

Cristalinas:

- Monocristalinas: se componen de secciones de un único cristal de silicio (Si), reconocibles por su forma circular u octogonal.
- Policristalinas: cuando están formadas por pequeñas partículas cristalizadas.

Amorfas:

- Cuando el silicio no se ha cristalizado.

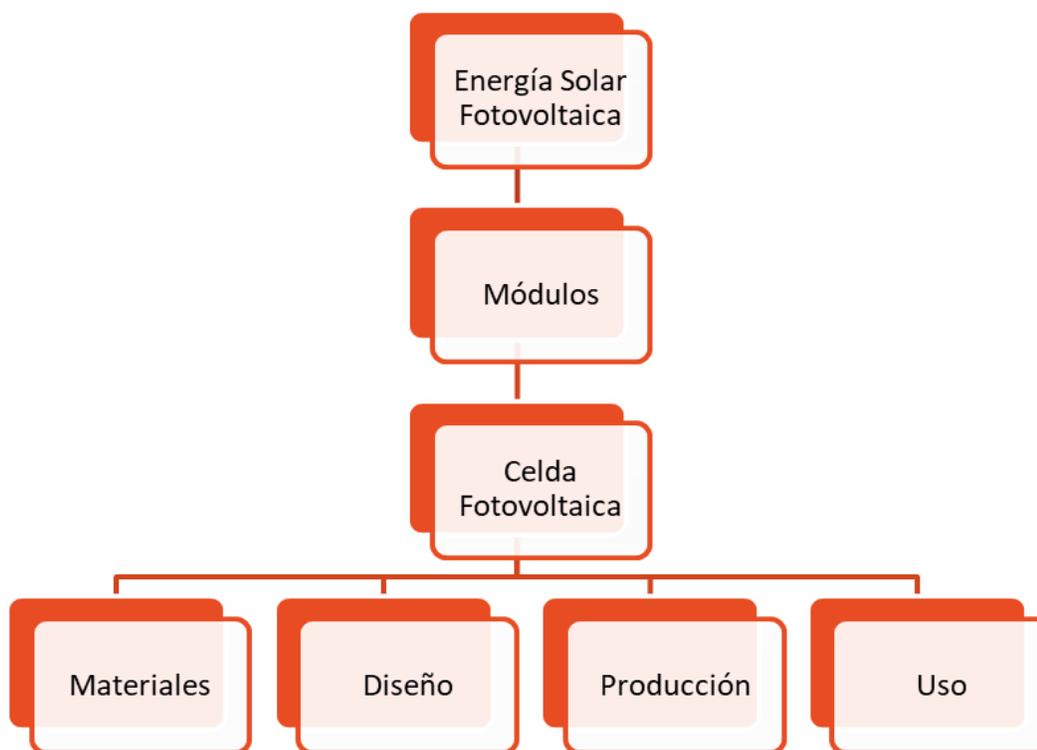
Como ya se dijo, las diferentes tecnologías aplicadas a la obtención de energía solar se pueden clasificar en pasivas o activas, según como se captura, convierte y distribuye dicha energía.

Para el análisis de estas tecnologías se establecieron los siguientes grupos, basados en la Clasificación Internacional de Patente (CIP):

- Tecnologías que usan dispositivos semiconductores sensibles a la luz.
- Tecnologías que usan dispositivos de estado sólido que usan materiales orgánicos como parte activa.
- Tecnologías que usan dispositivos electrolíticos sensible a la luz.
- Tecnologías que usan módulos fotovoltaicos.

De acuerdo a las búsquedas preliminares realizadas se separaron las siguientes áreas temáticas, de acuerdo a como se indica en figura 1.

Figura 1: Esquema de procesamiento de la energía solar fotovoltaica



La base de datos utilizada para este informe fue Espacenet, con la opción de búsqueda avanzada, combinando los campos correspondientes a clasificación internacional de patentes: grupo H01L, H01G y H02S (ver anexo 1), palabras claves: celdas solar o celda solar, celdas fotovoltaicas, dispositivos electrolíticos sensibles a la luz, energía solar fotovoltaica, panel solar y módulo fotovoltaico (ver anexo 2); y años 1961 a 2020 como búsqueda preliminar y en una segunda búsqueda más específica entre los años 2010 a 2020.

El análisis de los documentos encontrados se centra en las tendencias tecnológicas analizadas por año, cantidad de patentes por país, publicaciones por solicitante, por cantidad de solicitudes por perfil del solicitante, por cantidad de solicitudes de los principales titulares y solicitudes de patentes por tecnología, clasificadas de acuerdo al Clasificador Internacional de Patentes (CIP).

Mediante estas clasificaciones se realizaron las búsquedas de acuerdo al detalle de las siguientes subclases:

Dispositivos semiconductores sensibles a la luz	
H01L31/00	Dispositivos semiconductores sensibles a la luz y adaptados para la conversión de la energía de radiación a energía eléctrica.
H01L 31/04	•Adaptados como dispositivos de conversión fotovoltaica.
H01L 31/042	••Módulos fotovoltaicos o conjuntos de células fotovoltaicas individuales.
H01L31/043	•••Células fotovoltaicas apiladas mecánicamente.
H01L31/0445	••••Incluidas las células solares de película fina, por ejemplo, células solares de a-Si, CIS o CdTe de película fina única.
H01L31/046	••••Módulos fotovoltaicos compuestos por una pluralidad de células solares de película fina depositadas sobre el mismo sustrato.
H01L31/0468	•••••Que comprende medios específicos para obtener una transmisión parcial de la luz a través del módulo.
H01L31/047	•••Conjuntos de celdas fotovoltaicas, incluidas celdas fotovoltaicas que tienen múltiples uniones.
H01L31/0475	•••Conjuntos de células fotovoltaicas fabricados por células en una configuración plana.

Dispositivos de estado sólido que usan materiales orgánicos como parte activa	
H01L51/42	•Especialmente adaptados para detectar radiación infrarroja, luz, radiación electromagnética de longitud de onda más corta o radiación corpuscular; especialmente adaptado para la conversión de la energía de dicha radiación en energía eléctrica o para el control de la energía eléctrica mediante dicha radiación.

Dispositivos electrolíticos sensibles a la luz	
H01G9/20	•Dispositivos electrolíticos sensibles a la luz, p. ej. celdas solares sensibilizadas por colorante.

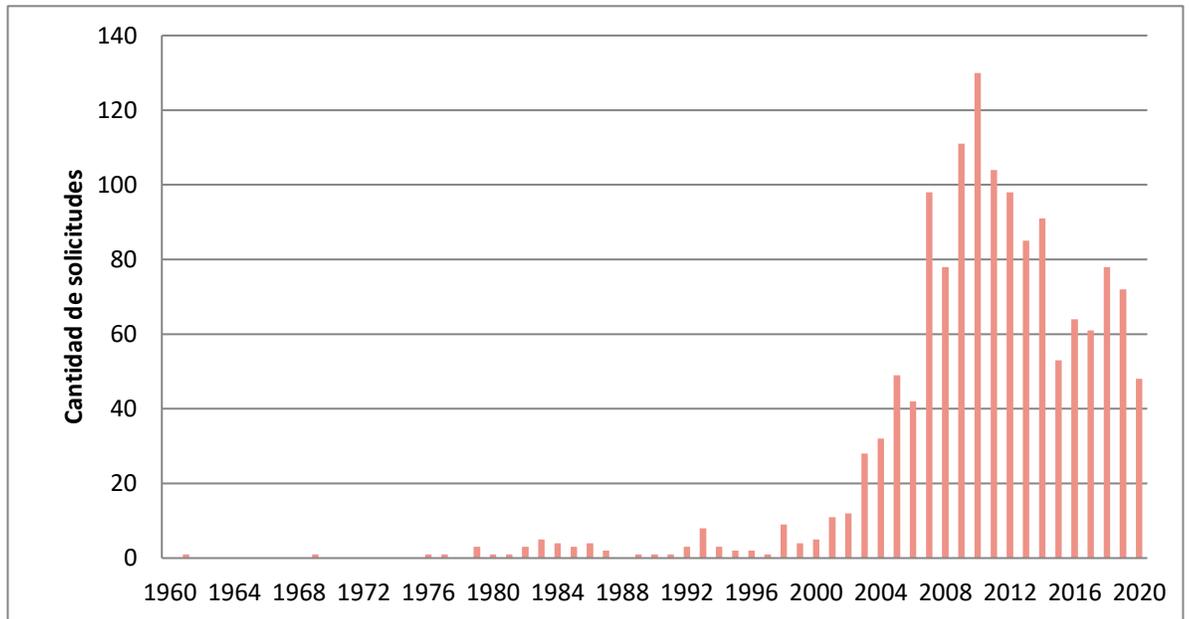
Componentes o accesorios en combinación con módulos fotovoltaicos	
H02S40/30	•Componentes eléctricos.
H02S40/38	••Medios de almacenamiento de energía, por ejemplo, baterías, estructuralmente asociados con módulos fotovoltaicos.

3.1. Tendencias tecnológicas por año

De acuerdo a la búsqueda preliminar realizada, entre los años 1961 y 2020 se presentaron 1.415 solicitudes de patentes en el área de la energía solar fotovoltaica (ver anexo 3). Se detectó que desde el año 2003 comenzó un aumento anual significativo, registrándose la mayor cantidad de estudios en el año 2010.

Sobre el total de patentes encontradas se realizó una segunda búsqueda, esta vez acotando el análisis entre 2010 y 2020. Son esos 715 resultados los que fueron estudiados, de manera de facilitar el análisis con una visión general de la temática. Cabe destacar que durante el año 2010 se presentó un mayor número de solicitudes, alcanzando un máximo de 130.

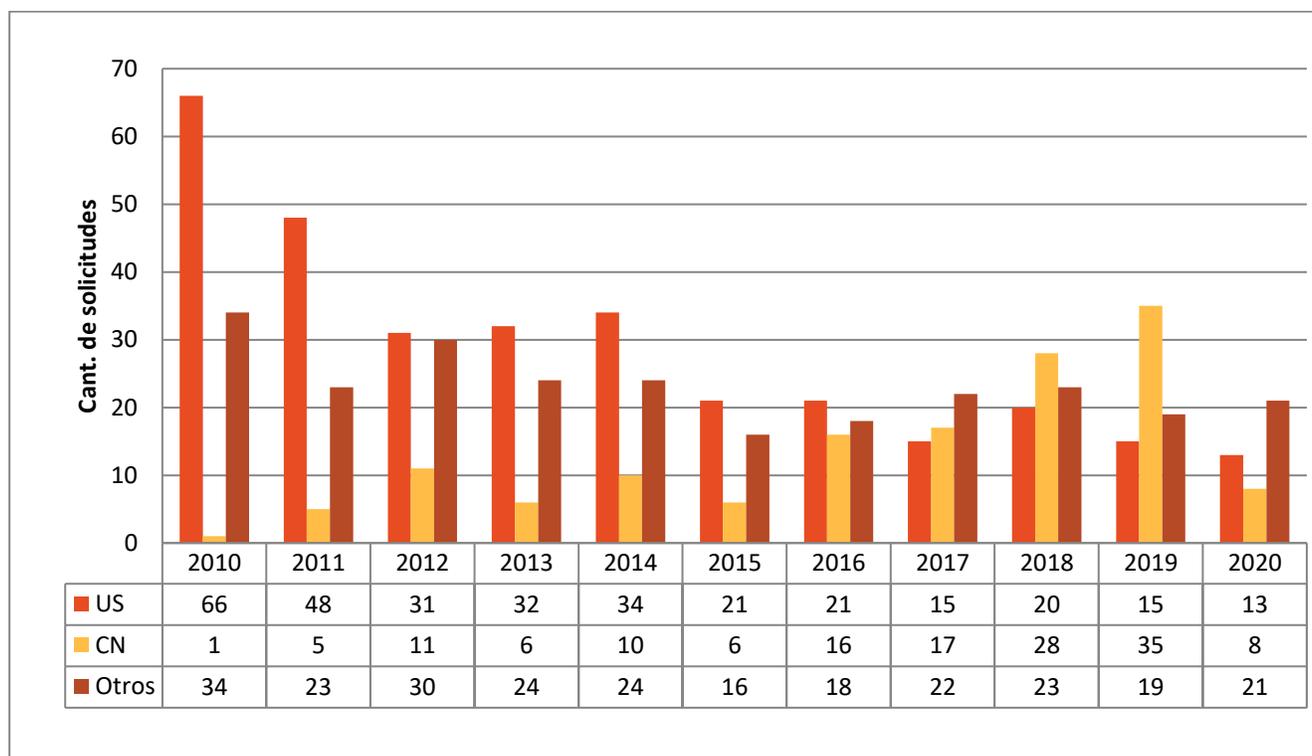
Gráfico 1. Evolución en la cantidad de solicitudes presentadas relacionadas con la energía fotovoltaica.



3.2. Cantidad de patentes por país

De acuerdo a indicado en los gráficos, el país que lidera el número de solicitudes es Estados Unidos, entre los años 2010 y 2016. Luego aparece China, que a partir del año 2016 comienza con su desarrollo en investigación, llegando a un *peak* en el año 2019.

Gráfico 2. Cantidad de solicitudes por país.



El detalle de la cantidad de solicitudes de patentes por país y continentes se encuentra en el anexo 3.

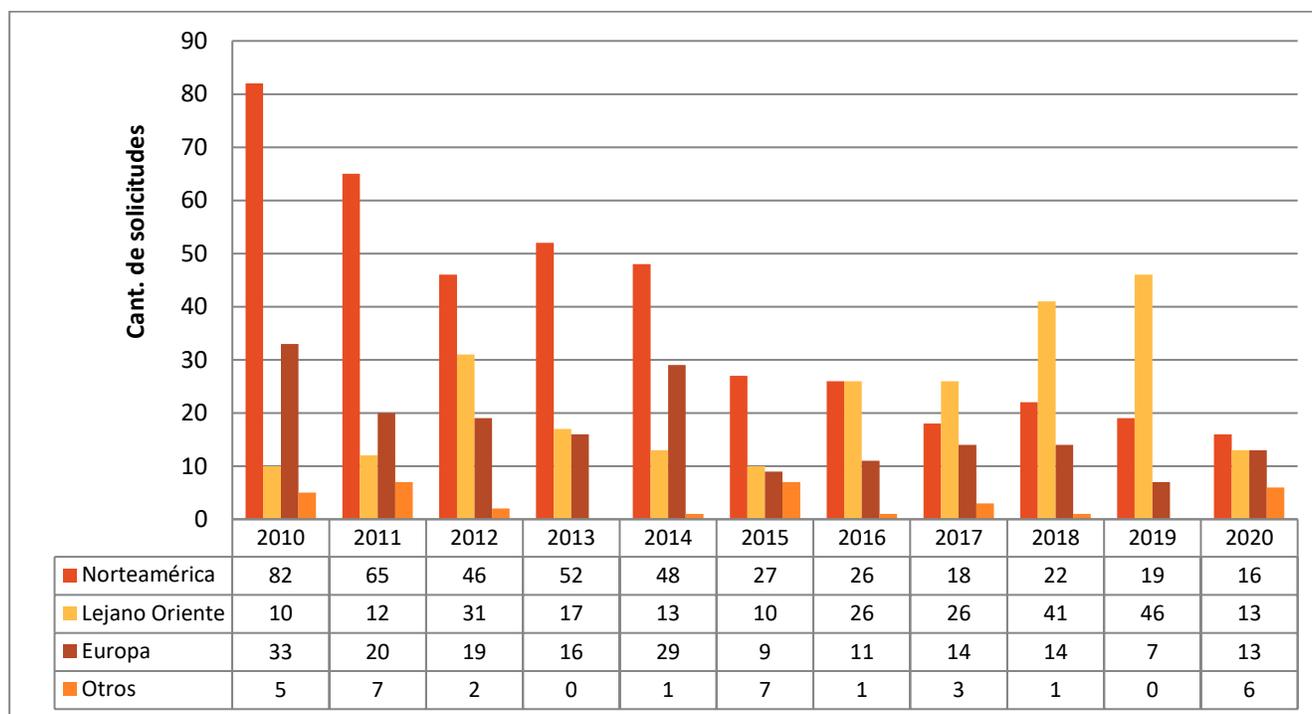
Claramente en Norteamérica (Estados Unidos, Canadá y México) se encuentra la mayor cantidad de solicitudes.

Entre los años 2016 y 2019, el Lejano Oriente (China, Hong Kong, Japón, Corea del Sur, Malasia y Taiwán) repunta en su ingreso de solicitudes.

El mayor desarrollo en Europa ocurre entre los años 2010 a 2014 y posteriormente mantiene un desarrollo promedio entre los años 2016 al 2020.

Al analizar la cantidad de solicitudes según el mercado de procedencia del país solicitante, se observa que Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) es el principal exponente a lo largo del tiempo. Sin embargo, los países de Lejano Oriente han mostrado una tendencia al alza en los últimos años, aumentando un 400% en 4 años (del 2015 al 2019). Europa, por su parte, se ubica en tercer lugar, mostrando un comportamiento fluctuante, aunque con una tendencia a la baja en el período analizado, con valores máximos durante los años 2010 y 2014, con 33 y 29 solicitudes, respectivamente. Para finalizar, con participaciones inferiores se encuentran otros mercados como Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), Medio Oriente (Chipre, Israel, Arabia Saudita) y América Latina (Brasil, Chile, Colombia y México).

Gráfico 3. Cantidad de solicitudes por región.



Norteamérica

Se puede apreciar en el gráfico siguiente que, en la mayoría de los años en estudio dentro del mercado norteamericano, la mayor participación en la cantidad de solicitudes presentadas, la absorbe Estados Unidos, país que presenta la mayor cantidad de solicitudes a nivel mundial.

Gráfico 4. Norteamérica.

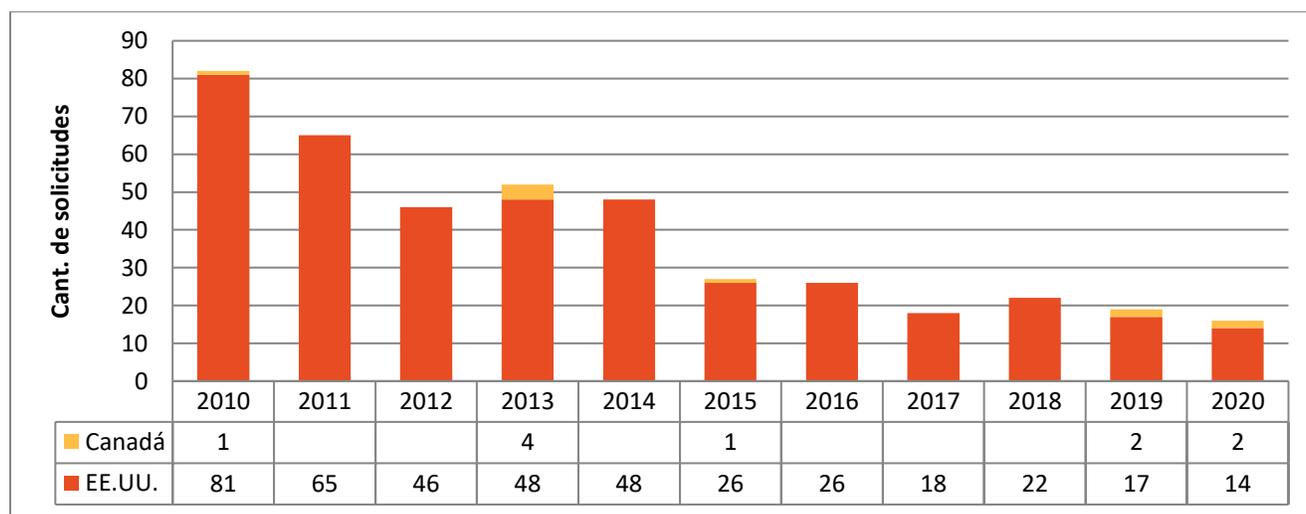


Gráfico 5. Estados Unidos.

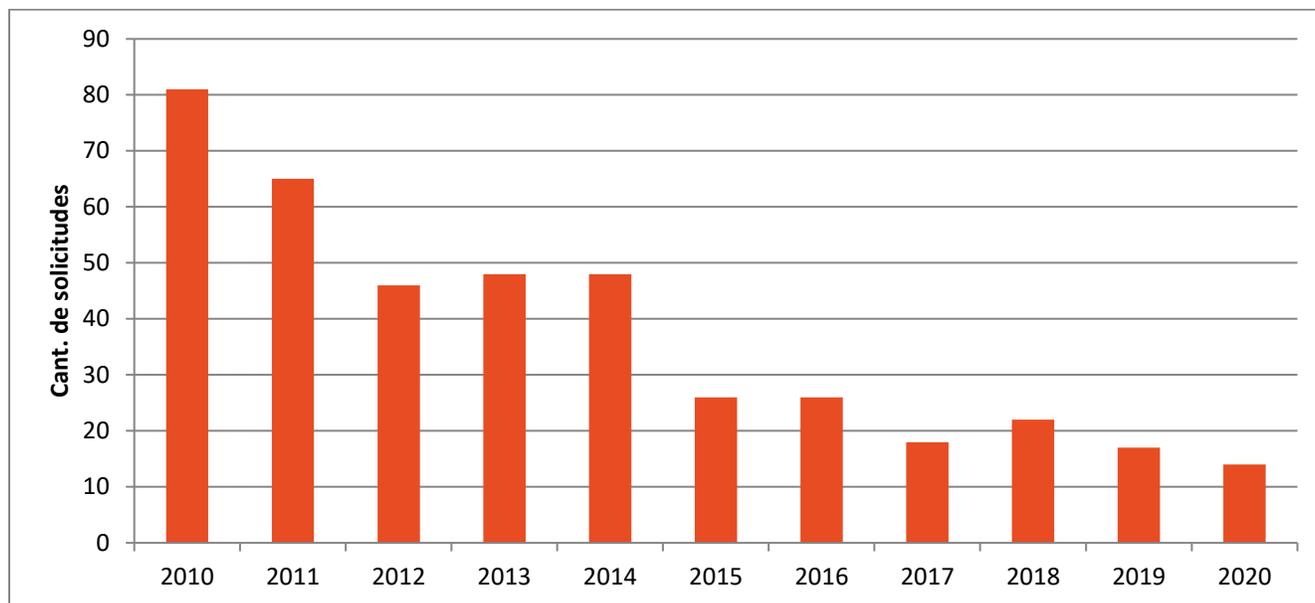
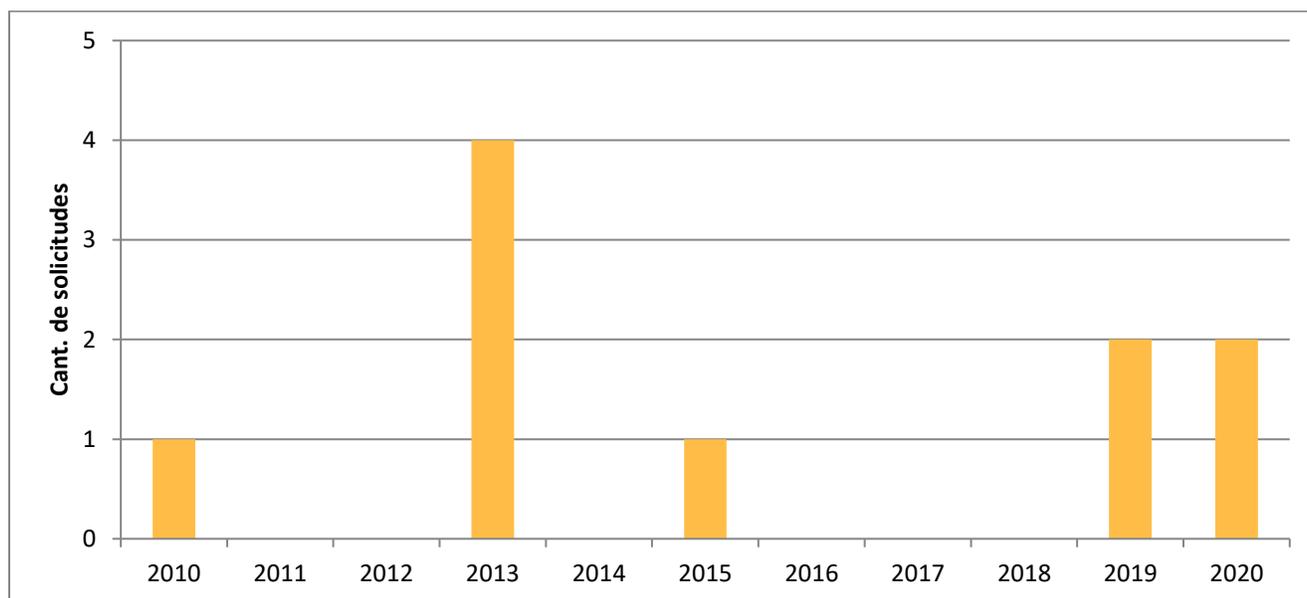


Gráfico 6. Canadá.



Lejano Oriente

Al analizar la cantidad de solicitudes presentadas por Lejano Oriente, se puede observar que China (incluido Hong Kong) es el país que presenta el mayor porcentaje de participación, con una clara tendencia al alza en los últimos 10 años, seguido por Corea del Sur. Por su parte, Japón y otros países (Taiwán y Malasia) presentan una tendencia a la disminución en el período analizado.

Gráfico 7. Lejano Oriente.

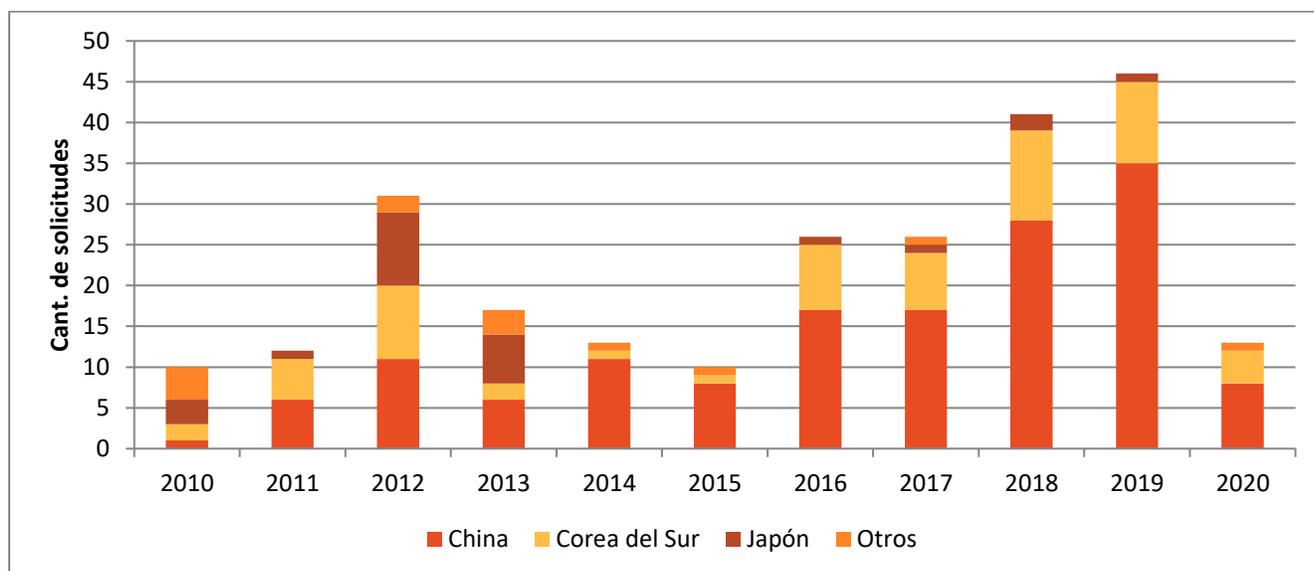
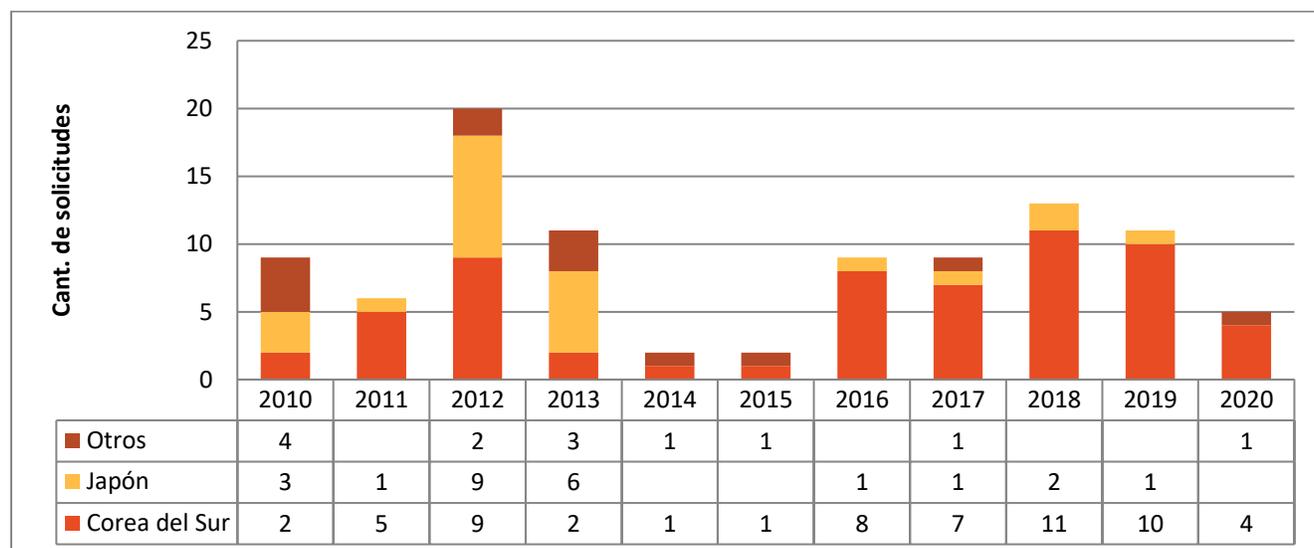


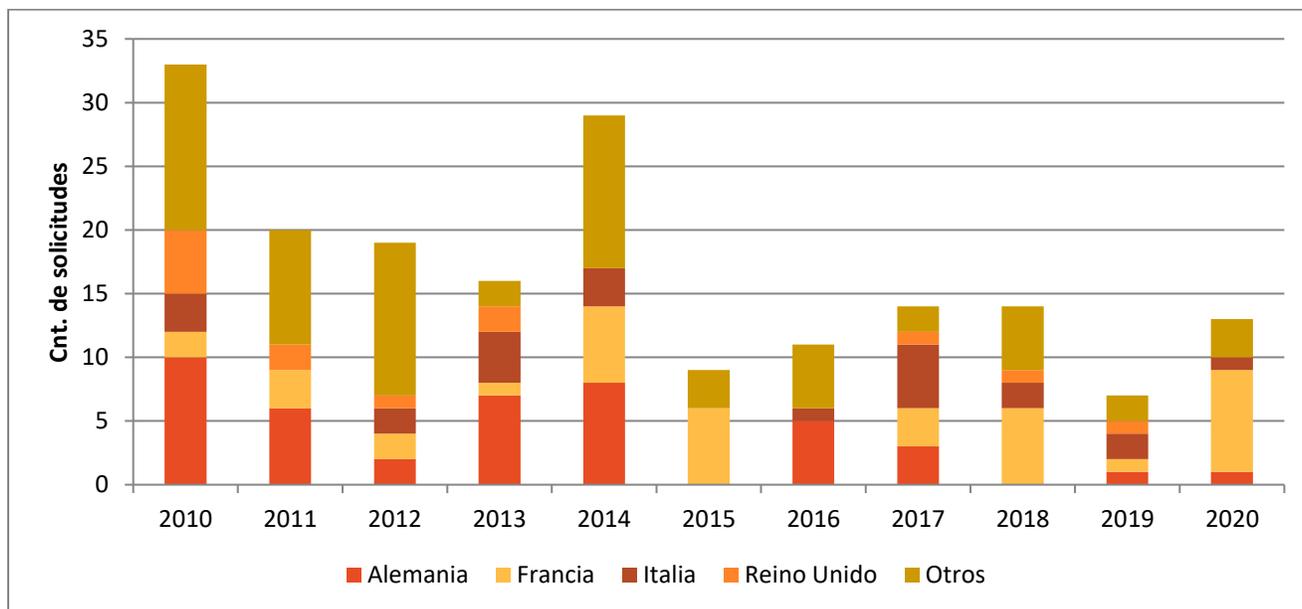
Gráfico 8. Lejano Oriente (sin China).



Europa

En el caso del mercado europeo, Alemania era el país que presentaba una mayor cantidad de solicitudes. Sin embargo, ésta fue disminuyendo en los últimos años, dando cabida a Francia. Con participaciones inferiores se encuentran Italia y Reino Unido, mostrando un comportamiento relativamente constante. Finalmente, cabe mencionar que, en la categoría de otros países, se encuentran Austria, Bélgica, Suiza, República Checa, Dinamarca, España, Finlandia, Grecia, Irlanda, Moldova, Países Bajos, Noruega, Polonia, Portugal, Rumania, Rusia, Suecia, Singapur y Ucrania.

Gráfico 9. Europa.



3.3. Publicaciones por solicitante

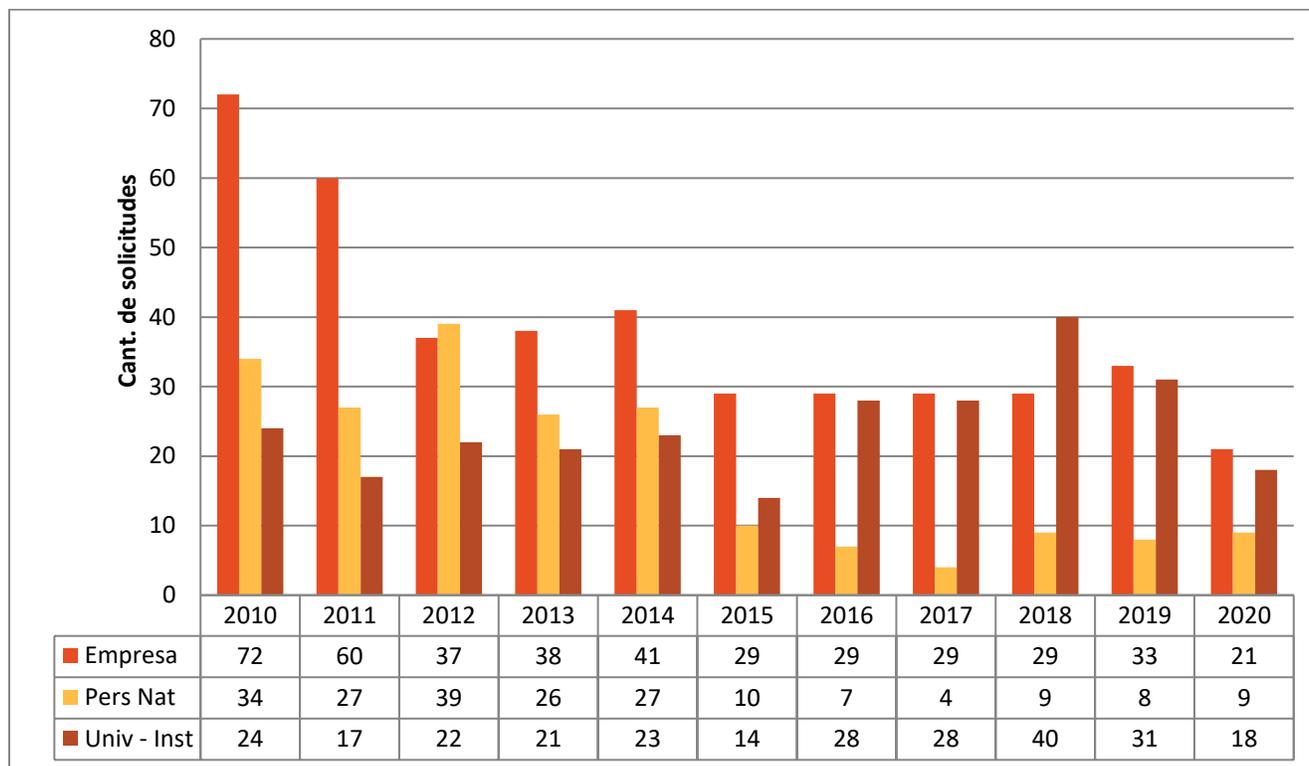
3.3.1. Cantidad de solicitudes por perfil del solicitante

Entre los años 2010 y 2020 son las empresas las que presentan mayor cantidad de solicitudes de patentes, sumando 400. En segundo lugar, se ubican los centros educacionales, tales como universidades, institutos o centros de investigación, acumulando del 2010 al 2020 un total de 266 solicitudes. Las personas naturales, en tanto, suman 200 solicitudes presentadas en igual período. Cabe mencionar que, en los últimos años, la cantidad de solicitudes presentadas por las diferentes empresas han registrado una disminución, mientras que la categoría de universidades-institutos han tendido al alza desde el 2016. Por su parte, las personas naturales son cada vez menos las que presentan solicitudes y, en general, se asocian con instituciones educacionales o empresas formadas.

En el año 2010 lideran las empresas en su desarrollo en el área energética solar fotovoltaico, luego las siguen las personas naturales que generalmente se encuentra vinculadas con las empresas que lideran y casi con las mismas cantidades las universidades y/o institutos.

Estos últimos presentan un avance significativo a partir del año 2016 hasta el año 2019.

Gráfico 10. Número de solicitudes por perfil del solicitante



3.3.2. Cantidad de solicitudes de los principales titulares

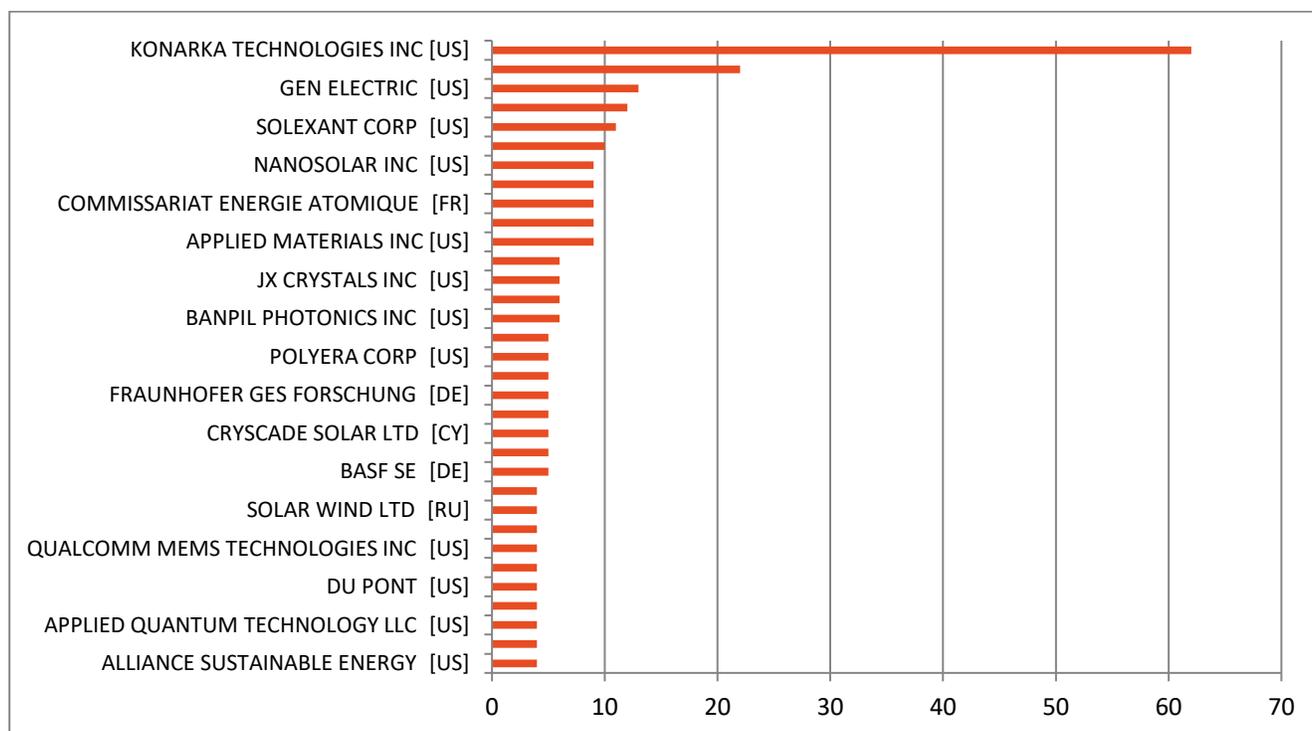
De acuerdo a lo graficado se analizarán titulares con mayor cantidad en estudios de tecnologías relacionadas con energía solar.

El titular con mayor cantidad de solicitudes presentadas es Konarka Technologies Inc. Se trata de una empresa de energía solar con sede en Lowell, Massachusetts, fundada en 2001 como un derivado de la Universidad de Massachusetts Lowell. A fines de mayo de 2012 se declara en quiebra.

La empresa estaba desarrollando dos tipos de celdas solares orgánicas: celdas solares de polímero-fullereno y celdas solares sensibilizadas con colorante (DSSC). Las celdas de Konarka eran fotovoltaicas ligeras y flexibles, que podían imprimirse como películas o revestirse sobre superficies.

La empresa esperaba que su proceso de fabricación, que utilizaba química orgánica, diera como resultado una mayor eficiencia a menor costo que las células solares tradicionales fabricadas con silicio cristalino. Konarka también estaba investigando energía fotovoltaica activada por luz infrarroja que permitiría la generación de energía durante la noche².

Gráfico 11. Número de solicitudes de los principales titulares



Tecnologías

Celdas solares sensibilizadas por colorante

Konarka en 2002 obtuvo los derechos de licencia para la tecnología de células solares sensibilizadas con colorante del Instituto Federal Suizo de Tecnología (EPFL).

Este diseño de celda solar incluía dos componentes principales: un tinte especial sensible a la luz que liberaba electrones cuando se exponía a la luz solar y nanopartículas de dióxido de titanio que escoltaban a los electrones lejos de los tintes y hacia un circuito electrónico externo, generando electricidad.³

Celdas solares de polímero-fullereno

Konarka construyó productos fotovoltaicos utilizando nanomateriales de próxima generación recubiertos con rollos de plástico (Power Plastic). Los nanomateriales de Konarka absorbían la luz solar y la luz interior y las convertían en energía eléctrica. Estos productos podrían integrarse fácilmente como el componente de generación de energía para una variedad de aplicaciones y podrían producirse y usarse prácticamente en cualquier lugar. Konarka fue una de varias empresas que desarrollaron celdas solares basadas en nanotecnología, otras incluyen a Nanosolar y Nanosys.⁴

Estos materiales, así como los electrodos positivos y negativos hechos de tintas metálicas, podrían esparcirse de forma económica sobre una hoja de plástico utilizando máquinas de impresión y recubrimiento para fabricar celdas solares, utilizando la fabricación de rollo a rollo, similar a cómo se imprime el periódico en grandes rollos de papel. El proceso de fabricación de Konarka permitió

escalar la producción fácilmente y dio como resultado una reducción significativa de los costos en comparación con las generaciones anteriores de celdas solares.⁵

A diferencia de las celdas solares convencionales, que estaban empaquetadas en módulos de vidrio y aluminio y eran rígidas y pesadas, las celdas solares de Konarka eran ligeras y flexibles. Esto las hizo atractivas para aplicaciones portátiles. Además, se podían diseñar en una gama de colores, lo que facilitaba su incorporación de forma atractiva en determinadas aplicaciones. Uno de los primeros productos en usar las celdas de Konarka fueron maletines que pudieran recargar computadoras portátiles. Otra empresa estaba probando las celdas solares de Konarka para su uso en sombrillas para mesas al aire libre en restaurantes. También se pueden utilizar en carpas y toldos.⁶

Debido a que las celdas solares podían hacerse transparentes, Konarka también estaba desarrollando una versión de sus celdas solares que podría aplicarse a los vidrios para generar electricidad y servir como tintado para las ventanas.⁷

Sin embargo, la tecnología tenía varios inconvenientes. Las celdas solares solo duraron un par de años, a diferencia de las décadas que duran las celdas solares convencionales, y eran relativamente ineficientes. Las celdas solares convencionales pueden convertir fácilmente el 15 por ciento de la energía de la luz solar en electricidad, mientras que las celdas de Konarka solo convirtieron hasta un 8,3%, la cifra más alta que el Laboratorio Nacional de Energía Renovable ha registrado para las celdas fotovoltaicas orgánicas.

Baterías flexibles

Konarka poseía los derechos de una tecnología de batería flexible de recarga solar de base orgánica.⁸

Las baterías flexibles tienen celdas solares delgadas que se mantienen dentro de una barrera de gas flexible para evitar que se degraden cuando se exponen al aire. Con solo dos gramos de peso y solo un milímetro de grosor, la batería flexible es lo suficientemente pequeña como para usarse en dispositivos de bajo voltaje, como fuentes de alimentación portátiles autorrecargables, incluidas tarjetas inteligentes planas y teléfonos móviles.⁹

Otras de las empresas innovadoras es Merck KGaA, empresa multinacional alemana de ciencia y tecnología. Dentro de sus áreas de interés se encuentra la división de cristal líquido. El sector de cristales líquidos también incluye materiales para la industria fotovoltaica y la iluminación.¹⁰

Tokio Ohka Kogyo Co., Ltd. (TOK) e IBM colaboran para establecer nuevos métodos de bajo costo para introducir al mercado la próxima generación de productos de energía solar, como es el módulo de celdas fotoeléctricas llamado CIGS (Copper-Indium-Gallium-Selenide), conocida como la tecnología de lámina delgada.^{11,12}

IBM (International Business Machines Corporation) explora cuatro áreas principales de investigación en energía solar fotovoltaica: el uso de las tecnologías actuales para desarrollar celdas solares de silicio más baratas y eficientes, el desarrollo de nuevos dispositivos fotovoltaicos de lámina delgada, dispositivos de energía solar fotovoltaica de concentración y arquitecturas fotovoltaicas de generaciones futuras basadas en tales nanoestructuras, como puntos cuánticos semiconductores y nanohilos.¹³

Applied Materials Inc. es una corporación estadounidense que suministra equipos, servicios y software para la fabricación de chips semiconductores (circuitos integrados) para electrónica,

pantallas planas para computadoras, teléfonos inteligentes, televisores y equipos de fabricación solar. La energía solar, vidrio y web se organizaron en el sector de Soluciones Energéticas y Ambientales (EES) de la empresa.¹⁴

En 2007, Applied produce módulos fotovoltaicos de película delgada Applied SunFab, con capacidad de unión simple o en tándem. SunFab aplica capas de película delgada de silicio al sustrato de vidrio, que luego producen electricidad cuando se exponen a la luz solar.¹⁵

En 2008, Applied adquirió la empresa privada Baccini SpA, con sede en Italia, que trabajaba en los pasos de metalización de la fabricación de celdas solares [16]. La empresa fue incluida en la parte superior de la lista de proveedores de equipos de fabricación fotovoltaica de VLSI Research para 2008.¹⁶

General Electric Company (GE), entre varias de sus innovaciones, en el año 2011 presentó su EV Solar Carport, una cochera que incorpora paneles solares en su techo, con estaciones de carga de vehículos eléctricos bajo su cubierta.¹⁷

Solexant Corp desarrolla tecnologías fotovoltaicas de película delgada de tercera generación que aumentan drásticamente la eficiencia de las celdas solares y reducen los costos de fabricación, lo que permite la comercialización de módulos solares que generan electricidad. Usando tecnologías de nanomateriales imprimibles con licencia exclusiva de universidades líderes, las celdas solares flexibles de Solexant recolectan energía de todo el espectro solar¹⁸.

Plextronics Inc. es una empresa de tecnología internacional¹⁹ especializada en energía solar impresa, iluminación y otros productos electrónicos. El enfoque de la firma está en celdas solares orgánicas y diodos orgánicos emisores de luz de iluminación, específicamente las tintas conductoras y tecnologías de procesos que permiten a éstas y otras aplicaciones similares²⁰. La electrónica impresa comprende productos de iluminación, energía y circuitos de próxima generación, que incluyen pantallas flexibles, celdas solares de plástico, transistores de efecto de campo orgánico y etiquetas RFID orgánicas²¹.

Nanosolar es una empresa que utilizó tecnología de película fina para fabricar celdas solares CIGS (material semiconductor hecho de cobre, indio, galio y selenio)²².

Los detalles de las técnicas de fabricación de Nanosolar se encuentran protegidas por patentes²³. La invención divulga una tinta semiconductor que permite producir celdas solares con un proceso de impresión básico, en lugar de utilizar procesos lentos como es la deposición de película delgada basados en alto vacío. La tinta se deposita sobre un sustrato flexible (el "papel") y luego los nanocomponentes de la tinta se alinean correctamente mediante auto ensamblaje molecular.

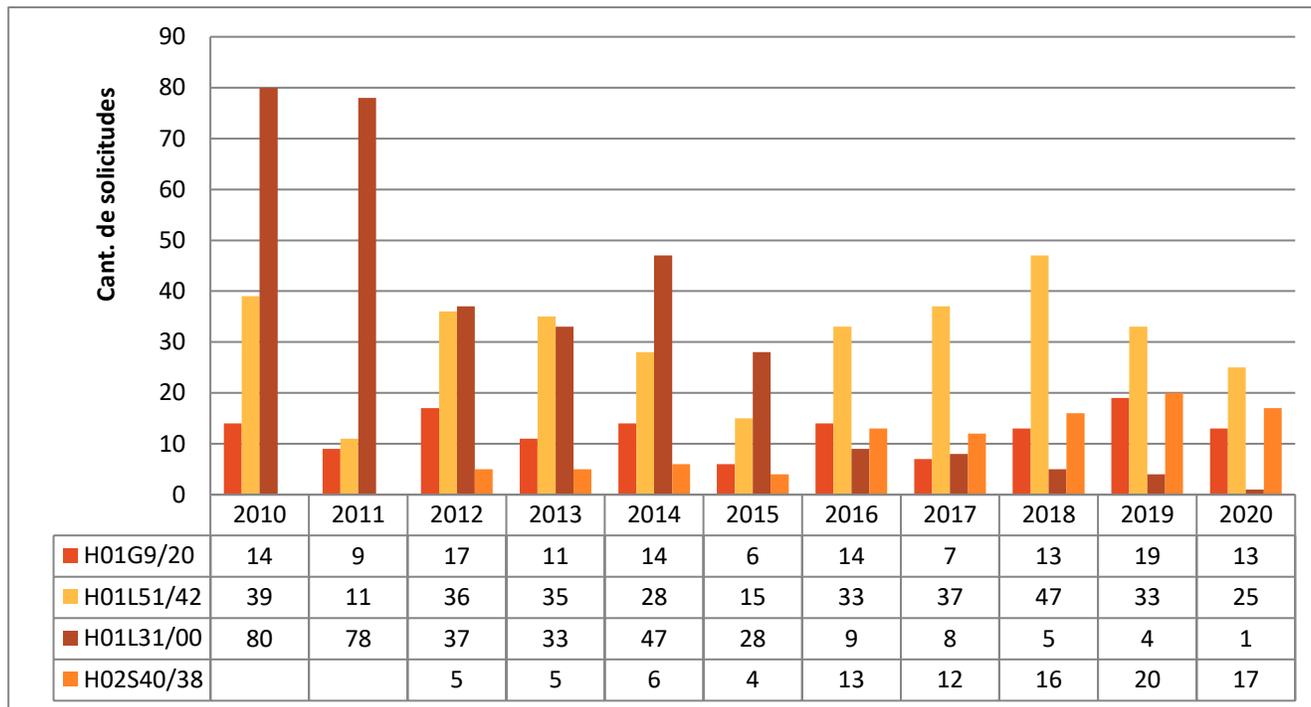
Nanosolar ha desarrollado un conjunto de capacidades internas para crear componentes nanoestructurados basados en varias técnicas patentadas y con patentes pendientes. Utiliza componentes nanoestructurados como base para crear semiconductores imprimibles, electrodos transparentes imprimibles, formas novedosas de diseño avanzado de celdas solares nanocompuestas, nuevas y potentes formas de películas de barrera²⁴.

La empresa ha desarrollado una tinta patentada que hace posible imprimir el semiconductor de una celda solar de alto rendimiento. Esta tinta se basa en varias formas de nanopartículas y química de dispersión orgánica asociada y técnicas de procesamiento adecuadas para entregar un semiconductor de alta calidad electrónica^{25,26}.

3.4. Solicitudes de patentes por tecnología

El Clasificador internacional de Patentes (CIP) fue establecido por el Arreglo de Estrasburgo de 1971, que consiste en un sistema jerárquico de símbolos independientes del idioma, para clasificar patentes y modelos de utilidad de acuerdo a distintos sectores de la tecnología a que pertenecen.

Gráfico 12. Número de solicitudes por tecnología



Según lo anterior, durante los años 2010 a 2015 el área con mayor desarrollo fue la de los dispositivos semiconductores fotovoltaicos. Posteriormente, entre los años 2016 a la fecha, el área de investigación se centra en los materiales de las celdas fotovoltaicas.

De acuerdo a la búsqueda preliminar realizada, entre los años 1961 y 2020 se presentaron 1.415 solicitudes de patentes en el área de búsqueda energía solar fotovoltaica, presentando un aumento anual significativo desde el año 2003.

No obstante lo anterior, el presente análisis se centró en los últimos años: entre 2010 y 2020. En ese periodo se identificaron 715 documentos de patentes, de acuerdo a los criterios de búsqueda definidos.

Se detectó que la mayor cantidad de estudios fue en el año 2010, con un mayor número de solicitudes, alcanzando un máximo de 130.

Se evidencia que Estados Unidos y China son los países con mayor cantidad de presentaciones de patentes en las áreas temáticas anteriormente especificadas.

Entre los años 2016 y 2019, el Lejano Oriente (China, Hong Kong, Japón, Corea del Sur, Malasia y Taiwán) repunta en su ingreso de solicitudes.

El mayor desarrollo en Europa se realiza entre los años 2010 a 2014 y posteriormente mantiene un desarrollo promedio entre los años 2016 al 2020.

Al analizar la cantidad de solicitudes según el mercado de procedencia del país solicitante, se pudo observar que Norteamérica (Estados Unidos y Canadá) es el principal exponente a lo largo del tiempo. Sin embargo, los países de Lejano Oriente han mostrado una tendencia al alza en los últimos años, aumentando un 400% en 4 años (del 2015 al 2019).

Europa por su parte, se ubica en tercer lugar, mostrando un comportamiento fluctuante, aunque con una tendencia a la baja en el período analizado, con valores máximos durante los años 2010 y 2014, con 33 y 29 solicitudes respectivamente. Finalmente, con participaciones inferiores, se encuentran otros mercados como Oceanía (Australia y Nueva Zelanda), Medio Oriente (Chipre, Israel, Arabia Saudita) y América Latina (Brasil, Chile, Colombia y México).

1. Bueche, Frederick (julio de 1988). Ciencias físicas. Reverte. ISBN 9788429141443. Consultado el 23 de febrero de 2018.
2. Comunicado de prensa de Konarka. Sitio web de Konarka. Archivado el 16 de mayo de 2016 en el Archivo Web Portugués
3. "Konarka: salto gigante con energía solar basada en nano". 2006-07-11. Archivado desde el original el 20 de enero de 2008. Consultado el 21 de enero de 2008.
4. Carlstrom, Paul (11 de julio de 2005). "A medida que la energía solar se hace más pequeña, su futuro se vuelve más brillante: la nanotecnología podría convertir los tejados en un mar de estaciones generadoras de energía". Crónica de San Francisco. Consultado el 1 de febrero de 2007.
5. "Tecnología de cambio de paradigma de Konarka". Sitio web de Konarka. Archivado desde el original el 8 de marzo de 2008. Consultado el 21 de enero de 2008.
6. Bullis, Kevin (17 de octubre de 2008). "Producción en masa de celdas solares plásticas". Revisión de tecnología. MIT.
7. "Nuestra historia". Sitio web de Konarka. Archivado desde el original el 28 de septiembre de 2010. Consultado el 9 de diciembre de 2010.
8. Revista Technology Review: "Baterías flexibles que nunca necesitan recargarse" 4 de abril de 2007.
9. Kobie, Nicole (4 de abril de 2007). "Los investigadores de la UE fabrican una batería solar flexible". ITPro. Revista de energía solar.
10. W. Huber: Merck KGaA übernimmt OLED- und Polymerelektronik-Aktivitäten von Avecia. Pressemitteilung der Merck KGaA vom 8. Febrero de 2005.
11. IBM and Tokyo Ohka Kogyo Turn Up Watts on Solar Energy Production.
12. «Energy, the environment and IBM.». IBM. 1 de abril de 2008. Consultado el 27 de mayo de 2009.
13. IBM Press room - 2008-05-15 IBM Research Unveils Breakthrough in Solar Farm Technology - United States». IBM. 15 de mayo de 2008. Consultado el 27 de mayo de 2009.
14. Applied Materials Inc. Bloomberg LP Consultado el 3 de marzo de 2016.
15. Los módulos SunFab de AMAT obtuvieron la certificación IEC. "Mundo de energías renovables. 16 de enero de 2009". 2009-01-16.
16. Materiales aplicados para acelerar su hoja de ruta solar con la adquisición de Baccini. "Mundo de energías renovables. 26 de noviembre de 2007". 2007-11-26.
17. Candace Lombardi, CNET. "La cochera de energía solar carga los coches en Connecticut ". 26 de mayo de 2011. Consultado el 26 de mayo de 2011.

18. www.internano.org
19. "Pittsburgh se vuelve global". Pop City. 2008-08-13. Consultado el 18 de agosto de 2008.
20. "PV orgánico y sensible al tinte de próxima generación, parte 1". Energía renovable World.com. 2008-07-24. Consultado el 18 de agosto de 2008.
21. "Plextronics, Inc.: acerca de nosotros". Consultado el 18 de agosto de 2008.
22. Repins, MA Contreras, B. Egaas, C. DeHart, J. Scharf, CL Perkins, B. To y R. Noufi, celda solar de ZnO / CdS / CuInGaSe $\times 2$ con una eficiencia del 19,9% con un relleno del 81,2% factor. Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 16 (3): 235–239, febrero de 2008.
23. Celdas de electricidad solar nanoarquitecturada / ensamblada Patente estadounidense 6.852.920, Nanosolar Inc., 8 de febrero de 2005.
24. Nanocomponentes del sitio web de Nanosolar
25. Tinta de nanopartículas del sitio web de Nanosolar
26. Nanopartículas recubiertas y puntos cuánticos para la fabricación basada en soluciones de celdas fotovoltaicas Patente estadounidense 7,306,823, Nanosolar Inc., 11 de diciembre de 2007-

ANEXO 1

Clasificador internacional de patentes (CIP)

CIP	DESCRIPCIÓN
H01L31/00	dispositivos semiconductores sensibles a la luz y adaptados para la conversión de la energía de tal radiación a energía eléctrica
H01L51/42	dispositivos de estado sólido que usan materiales orgánicos como parte activa, especialmente adaptados para detección de luz y adaptados para la conversión de tal radiación en energía eléctrica
H01G9/20	dispositivos electrolíticos sensibles a la luz, p. ej. celdas solares sensibilizadas por colorante
H02S40/38	módulos fotovoltaicos estructuralmente asociados con medios de almacenamiento de energía, p. ej. baterías

ANEXO 2

Palabras claves

INGLES	ESPAÑOL
solar cell	celdas solar o celda solar
photovoltaic cells	celdas fotovoltaicas
light-sensitive electrolytic devices	dispositivos electrolíticos sensibles a la luz
photovoltaic Solar Energy	energía solar fotovoltaica
photovoltaic panels	paneles fotovoltaicos
photovoltaic solar panel	panel solar fotovoltaico
photovoltaic module	módulo fotovoltaico

ANEXO 3

Cantidad de solicitudes realizadas en detalle por país desde 1961 a la fecha.

MERCADO	CÓDIGO	PAÍS	TOTAL
Norteamérica	CA	Canadá	14
	US	Estados Unidos	754
Lejano Oriente	CN	China	150
	HK	Hong Kong	2
	JP	Japón	43
	KR	Corea del Sur	62
	MY	Malasia	2
	TW	Taiwán	16
Europa	AT	Austria	34
	BE	Bélgica	11
	CH	Suiza	17
	CZ	República Checa	1
	DE	Alemania	80
	DK	Dinamarca	7

	ES	España	9
	FI	Finlandia	1
	FR	Francia	58
	GB	Reino Unido	28
	GR	Grecia	2
	IE	Irlanda	2
	IT	Italia	25
	MD	Moldavia	3
	NL	Países Bajos	13
	NO	Noruega	1
	PL	Polonia	4
	PT	Portugal	6
	RO	Rumania	1
	RU	Rusia	10
	SE	Suecia	3
	SG	Singapur	1
	UA	Ucrania	2
Oceanía	AU	Australia	23
	NZ	Nueva Zelanda	3
Medio Oriente	CY	Chipre	2
	IL	Israel	15
	SA	Arabia Saudita	1
América Latina	BR	Brasil	2
	CL	Chile	1
	CO	Colombia	1
	MX	México	4
África	MA	Marruecos	1
TOTAL			1.415

