



fau

UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO



MEMORIA
PARA OPTAR A
TÍTULO DE
DISEÑADOR
INDUSTRIAL

DISEÑO DE SISTEMA PARA EXPERIMENTACIÓN
Y EXHIBICIÓN DE BIOCELDA SOLARES PARA
LABORATORIOS DE NANOTECNOLOGÍA

2015

Estudiante: Constance Norris / Profesor Guía: Pablo Dominguez

Contenido

Introducción.....	- 3 -
Objetivos	- 7 -
Objetivo General:.....	- 7 -
Objetivos específicos:	- 7 -
Capítulo 1. Biotecnología	- 8 -
Tipos de biotecnología según su campo de aplicación	- 9 -
Obtención de energía a partir de la biotecnología	- 14 -
Fuentes de energía renovables	- 19 -
Tipos de Energías renovables.....	- 20 -
Ventajas de las energías renovables.....	- 23 -
Usuarios de Energías renovables.....	- 24 -
Biotecnología en Chile	- 26 -
Capítulo 2. Energía solar	- 29 -
Principio Fotoeléctrico	- 33 -
Paneles y celdas solares	- 34 -
Arquitectura del sistema fotovoltaico.....	- 36 -
Mercado energético solar	- 39 -
Energy Payback Time (EPBT).....	- 40 -
Paneles solares Biológicos	- 41 -
Capítulo 3. Caso de estudio	- 44 -
Aplicación de Bacillus Mycoides en biotecnología blanca	- 44 -
Quantum dots.....	- 45 -

Celdas solares a partir de Bacillus Mycoides, sensibilizados con quantum dots, sintetizados a partir de la misma célula.	- 45 -
Síntesis de hidróxido de titanio a partir de Bacillus mycoides	- 47 -
Biosíntesis de nanopartículas de TiO ₂	- 48 -
Fabricación de células solares a partir de dióxido de titanio y quantum dots	- 53 -
Proyección de la investigación nacional de biotecnología en los próximos años.....	- 59 -
Tendencias mundiales: Open Source	- 110 -
Capítulo 4. Diseño.....	- 60 -
Definición de las instancias investigativas que se intervendrán a través de diseño.-	62 -
Usuario	- 91 -
Modelo Fotoltaico por capas	- 92 -
Propuestas de Diseño	- 94 -
Modo de Uso	- 89 -
Valores fotovoltaicos de los prototipos de celdas y de los paneles solares desarrollados.	- 96 -
Conclusiones Específicas de Proyecto	- 102 -
Mejoras tentativas	- 107 -
Comentarios	- 108 -
Conclusiones Generales.....	- 108 -
Referencias Bibliográficas.....	- 110 -
Referencias Internet	- 111 -
Referencias Figuras.....	- 113 -
Referencias Imágenes.....	- 115 -
ANEXOS	- 110 -

Agradecimientos

Al profesor José Manuel Pérez Donoso, por darme la oportunidad de trabajar con ellos en su laboratorio, quien además siempre me mostró todo su apoyo, confianza, consideración, entusiasmo y buena recepción.

A Nicolás A. Órdenes Aenishanslins, a quien considero coautor de este proyecto.

Al laboratorio de microbiología y biotecnología de la Universidad Andrés Bello, por financiar este proyecto.

A Los profesores Lorna Lares, Marcelo Quezada y por supuesto, Pablo Dominguez. Quienes fueron muy importantes en mi formación como profesional.

A La empresa Neón, por permitir el uso de sus instalaciones.

A Camila Roa, Felipe Vásquez y Javier Norambuena por toda su ayuda durante este proceso.

A Felipe Quinteros, por enseñarme a creer en mi misma.

Y por supuesto, a mi padre Juan José Luis Norris Escudero y a mi hermano Ian Eugene por todo su cariño y apoyo incondicional.

Abstract

Sistema experimental y exhibidor desarrollado para facilitar la investigación de celdas solares biosintetizadas, configuradas en modelo por capas con vidrio FTO. Dicho sistema, representa las siguientes ventajas para el trabajo del investigador:

- 1) Actúa como complemento en instancias complejas y propensas a error del proceso de investigación. Siendo sus resultados más verídicos, ya que se utiliza un modelo experimental estandarizado. Y por otra parte, una menor cantidad de errores derivados a las herramientas experimentales y al operador.
- 2) Comunicación de los alcances principales de la investigación, a través de un medio que permite la interacción de los científicos con un público fuera del área académica, apoyados en el acto empírico que sustenta los alcances alcanzados. Complementando la teoría con la demostración in situ.

La implementación del sistema experimental en la investigación, significa para el proceso

- a) Estandarización de las muestras y disminución de errores en su preparación, gracias a la preparación de los elementos para la experimentación, a través de plantillas de demarcación y de ensamblaje.
- b) Aplicación del electrolito de manera más eficiente (capa homogénea) y como un proceso más cómodo para el científico.
- c) Estandarización y simplificación del contexto experimental (fuente de luz y circuito eléctrico)
- d) Mejora de los parámetros fotovoltaicos de las celdas
- e) Extensión de la vida útil de las células solares, de 43 minutos en promedio a 7 días. Lo que representa una gran ventaja en la investigación, ya que le otorga más confiabilidad a los resultados (puesto que descarta bajas significativas en las propiedades eléctricas de la celda v/s tiempo transcurrido). Además permite la repetición de las evaluaciones con la misma muestra.
- f) Disminución del tiempo promedio total de experimentación (desde la preparación de los elementos hasta la evaluación de todas las muestras.) De 8,5 horas a 3,3 horas (en un 61%). Es importante aclarar, que este tiempo promedio considera repeticiones por errores del investigador y de las evaluaciones en sí.
- g) Mejor aprovechamiento de los recursos, ya que se requieren menos repeticiones en la construcción de las celdas, se cuida la integridad de los vidrios FTO (extendiendo su vida útil). Además, se requiere de una menor cantidad de electrolito por celda.

Introducción

En el mundo actual, los avances tecnológicos y el desarrollo económico global, permite la sustentabilidad de un modelo de consumo masivo social, en el que el mercado ofrece alternativas que permiten elevar la calidad de vida de las personas, por medio de recursos que no sólo satisfacen necesidades, si no que ofrecen también comodidad, calidad y confort.

Esta realidad, requiere de una matriz industrial que desarrolle los productos y servicios que se demandan en el mercado, lo que a su vez, eleva las exigencias energéticas de cada país. Lo anterior, al combinarse con otros factores como la superpoblación, economía y la política propia de cada país, condicionan que la demanda energética se concentre en un 86% a nivel mundial (EPA, 2014), en las fuentes de energía primaria (petróleo y gas)

Según la OPEP, se estima que el consumo de petróleo subirá hasta 92,3 millones de barriles diarios en el 2015, lo que significaría un aumento del 1,26% más que en el 2014. (emol.com 2015)

Según la EPA, agencia de protección ambiental, un 86% del consumo de energía proviene de los combustibles fósiles, los que representan dos grandes problemas para la sociedad, por una parte, son fuentes no renovables de energía y se proyecta que en menos de 100 años (algunos expertos hablan incluso de 40 años) podrían agotarse, y por otra parte, la quema de combustibles fósiles tiene efectos dañinos sobre el medio ambiente y la salud de las personas. Casi un 80% de las emisiones de dióxido de carbono provienen de este tipo de combustible y tienen una consecuencia directa en el efecto invernadero, y posiblemente, en el calentamiento global.

Es debido a lo anterior, que gran parte de los esfuerzos mundiales se centran en el desarrollo de nuevas fuentes de energía, ya sea por medio de la utilización de fuentes de energía renovable, como la energía eólica, geotérmica, hidroeléctrica, oceánica z, solar, biomasa o a través del desarrollo de nuevos combustibles como la biomasa y biocombustibles, sin embargo, esto no significa necesariamente, que no sean contaminantes.

En países desarrollados como Estados Unidos, Reino Unido, Japón y Alemania, la biodiversidad como factor de desarrollo económico y social ha marcado la tendencia de los esfuerzos político-económicos, convirtiéndose por lo demás, en uno de los sectores de investigación que muestra un mayor aumento en los últimos 5 años. Centrando la atención, en investigaciones enfocadas a la utilización de la biotecnología para el desarrollo de biocombustibles o para mejorar los procesos de absorción de energías renovables.

En América latina, instituciones como la Corporación Andina de Fomento (CAF) y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), han desarrollado investigaciones exploratorias de carácter económico, social y medio ambiental, con objeto de detectar oportunidades de intervención en necesidades mundiales de salud y desarrollo sostenible a partir de la diversidad biológica de los países andinos, en conciliación con las herramientas que ofrece la biotecnología.

Objetivos

Objetivo General:

Desarrollar un sistema de dispositivos que faciliten la investigación académica experimental de celdas solares biosintetizadas

Objetivos específicos:

Determinar instancias del proceso de investigación, que podrían beneficiarse de la intervención de diseño.

Diseñar herramientas de soporte que faciliten la labor del científico, durante la experimentación con celdas solares, compatibles en con la tendencia open Science

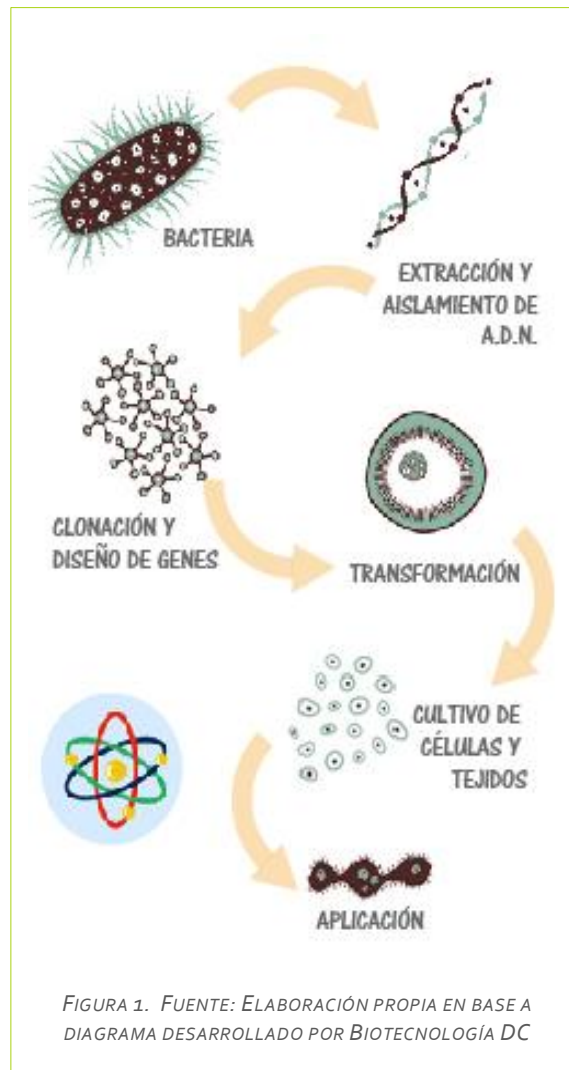
Desarrollar un medio a través del cual, el científico pueda comunicar in situ los alcances principales de su investigación, a un público fuera del área académica.

Alcances y limitaciones:

Diseño para la experimentación y exhibición de celdas fotovoltaicas, biosintetizadas por bacterias. Empleando vidrios FTO de 2mm de espesor, en formatos de presentación de área de 2cm^2 (área activa de 1cm^2) para la experimentación, y de 25cm^2 (área activa de 16cm^2) para la exhibición y que requieran del uso de un electrolito, en estado líquido. Siendo dichos formatos, los estandarizados para las investigaciones del área,

Capítulo 1. Biotecnología

La CDB, Convenio sobre la Diversidad Biológica, define la biotecnología como: "toda aplicación tecnológica que utilice sistemas biológicos y organismos vivos o sus derivados para la creación o modificación de productos o procesos para usos específicos". (2003) La Biotecnología no se considera una ciencia en sí misma, sino que, tal como lo dice su nombre, es un tipo de tecnología, ya que se trata de un conjunto de técnicas basadas en la utilización controlada de seres vivos (generalmente micro-organismos) o de sus componentes, para la obtención industrial o de otros productos de interés humano. Involucra las técnicas y conocimientos de variadas disciplinas y ciencias, como la biología, bioquímica, genética, virología, agronomía, ingeniería, química, medicina y veterinaria entre otras. La biotecnología, como tal, ha sido usada durante siglos por el hombre, en actividades tan cotidianas como la preparación de alimentos tales como el pan y líquidos alcohólicos (uso de la levadura y cultivo de bacterias a través de la fermentación).



Los alcances de la disciplina, han mejorado grandes áreas de impacto social. La agricultura por ejemplo, se ha visto beneficiada gracias a la mejora de la fertilidad de los suelos a través del compostaje y en el área médica, la biotecnología, ha significado un gran avance en salud a través de la creación de antibióticos y vacunas. Sin embargo, hoy en día la biotecnología se ha concentrado en las técnicas que derivan de las investigaciones a nivel celular y molecular, dando nombre a un nuevo tipo de disciplina; la "Biotecnología moderna". La que según el convenio de biodiversidad de 1992 se define como "La aplicación comercial de organismos vivos o sus productos, la cual involucra la manipulación deliberada de sus moléculas. Los campos de aplicación de la Biotecnología son el Agrícola, Farmacéutico, Alimentario, Forestal, Médico, Industrial y

Energético, y según el área de aplicación, la Biotecnología se puede clasificar en Biotecnología Roja, Biotecnología Blanca, Biotecnología Verde y Biotecnología azul.

Tipos de biotecnología según su campo de aplicación



FIGURA 2. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA EN BASE A INFORMACIÓN PRESENTADA POR CENTRO DE BIOTECNOLOGÍA UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN

Biotecnología Roja.

Conocida también como Sanitaria, este tipo de Biotecnología comprende las aplicaciones en el área médica, veterinaria y farmacéutica. Algunos ejemplos de sus aplicaciones son los antibióticos, vacunas, fármacos, diagnósticos moleculares, las terapias regenerativas, entre otras. Funciona a partir de la intervención y modificación genética de micro-organismos, para obtener



Imagen 1. Vacuna CONTRA la hepatitis B.
Fuente: Cubadebate

sustancias y/o características específicas que pueden ser utilizadas para la prevención y tratamiento de enfermedades. Entre las áreas de aplicación, cabe destacar:

Diagnóstico molecular y biosensores: Trata del diagnóstico de patologías y enfermedades a través de la detección de marcadores moleculares presentes en el cuerpo. Estos marcadores pueden ser características genéticas (predisposición a ciertas enfermedades como el cáncer), proteínicos (enzimas que silencian genes) o moleculares (productos secundarios del metabolismo). La utilización de la biotecnología roja permite un diagnóstico precoz y un tratamiento médico personalizado. Un ejemplo de esta aplicación es la detección de enfermedades como la Enfermedad de Huntington, Fibrosis quística, Distrofia muscular de Duchenne y el síndrome de Willis, gracias al diagnóstico molecular que se realiza a partir de una muestra o tejido del cuerpo del paciente.

Proteínas recombinantes y anticuerpos monoclonales: Se utiliza para la producción de fármacos a partir del uso de células como herramientas, esto permite que la producción tenga un menor costo y sea más eficiente. Un ejemplo de esta aplicación es la inyección de insulina para diabéticos. En la imagen 1, se muestra la vacuna contra la hepatitis B, ejemplo de una de sus aplicaciones.

Ingeniería celular y de tejidos: trata de la producción de tejidos y células de reemplazo, en los casos en que los originales estén deteriorados, extirpados o inútiles. Se utiliza como parte de la medicina regenerativa, y un ejemplo de ello es la utilización de células madre en tratamientos de enfermedades como el cáncer,

Terapia génica: Es la modificación del material genético de las células en la línea somática para cambiar la expresión de ciertos genes, ya sea para curar enfermedades o para cambiar alguna característica fisiológica no deseada. Un ejemplo es esto, es la inserción de genes suicidas específicos en las células tumorales para potenciar la respuesta inmune para el tratamiento de enfermedades como el cáncer

Biotechnología blanca.



IMAGEN 2. MICROALGAS PARA BIOCOMBUSTIBLES. FUENTE: BIODISESEL.COM

Su aplicación es en el área industrial, energética y medioambiental, incluyendo los sectores químico y alimenticio. Ejemplos de sus aplicaciones son la utilización de procesos biotecnológicos en la generación de productos químicos o enzimas como catalizadores o inhibidores, creación de nuevos materiales, como plásticos biodegradables y en la producción de biocombustibles.

Entre las áreas de intervención de la biotecnología blanca se encuentran:

Nuevas fuentes de energía y nuevas tecnologías: La producción de tecnologías verdes significa una reducción de los efectos tóxicos sobre el medioambiente, ya sea a través de nuevos materiales para la producción como bioplásticos o a través de la utilización de fuentes de energías alternativas como los biocombustibles. En ambos casos, se prioriza la utilización de recursos naturales como materia prima, que deriven en productos biodegradables, y que por consiguiente, signifiquen un menor nivel de impacto ambiental en caso de vertidos accidentales de la escoria o sustancias residuales relacionadas a los procesos de producción en sí. En la imagen 2 se puede ver un cultivo de micro algas, para la producción de biocombustibles a partir de ellas.

Química y Nano biotecnología: Se trata de la síntesis de materiales en base a la transformación química de una sustancia, a través de la utilización de enzimas o células diseñadas para optimizar dichas transformaciones. Un ejemplo de ello es la síntesis de vitaminas y de biomateriales. Además, el desarrollo actual de la nanotecnología, permite controlar y utilizar moléculas obtenidas de seres vivos como sustancia base para la producción de nuevos materiales.

Limpieza de contaminantes: Se basa en la utilización de plantas y microorganismos para la descontaminación de aguas, suelos y la atmósfera.

Mejora de los procesos industriales: Es la optimización de procesos industriales tradicionales a partir de la inclusión o el reemplazo parcial de estos procesos, por otros de origen biológico. Un destacado ejemplo de ello, es el uso de la bacteria *Thiobacillus ferrooxidans* en los procesos de extracción de metales como el cobre y el oro.

Biotecnología verde

Está relacionada a las aplicaciones en los procesos agrícolas y del área agroalimentarias, abarcando las etapas relacionadas a la preparación de los suelos, fumigaciones, manipulación de semillas para la obtención de plantas transgénicas capaces de crecer en condiciones ambientales desfavorables, cruces de especies o bien, plantas resistentes a plagas y enfermedades.



Imagen .3 Plantación de maíz transgénico México.

Fuente: El Semanario

Sus diferentes aplicaciones, pueden clasificarse en las siguientes áreas:

Organismos Modificados Genéticamente y plantas transgénicas: Se refiere a la creación de plantas transgénicas, a partir de otras especies, con objeto de otorgarles nuevas capacidades como resistencia a plagas y pesticidas, resistencias a factores ambientales disminución del tiempo de crecimiento, contenido nutricional mejorado, entre otros. Su objetivo es mejorar la eficiencia y viabilidad de los cultivos, así como también mejorar la calidad del alimento en sí. En la imagen 3, se presenta una plantación de maíz transgénico en México, que es más resistente a condiciones ambientales adversas, como la sequía, que el maíz tradicional.

Bacterias y levaduras transgénicas: Es la modificación de alimentos a partir de bacterias y hongos, para otorgarle características especiales, o para hacer más eficiente o rápido su proceso de producción. Ejemplos de este tipo de aplicación es la producción de vino, cerveza y quesos.

Alimentos funcionales: Se trata de aquellos alimentos que son modificados para mejorar la salud de las personas o para prevenir enfermedades. No obstante, es importante destacar, que aún no existen en el mercado alimentos efectivos en el tratamiento de enfermedades. Este tipo de alimento puede ser un alimento en sí mismo o puede presentarse como un componente añadido a otro alimento para mejorar características de éste.

Ejemplos de este tipo de alimentos son las vitaminas, fibra, antioxidantes y probióticos.

Biotechnología azul

Es también llamada biotecnología marina y se relaciona a la aplicación de métodos moleculares y biológicos a organismos del mar, lagos y ríos. Su objetivo es aumentar y controlar la calidad y seguridad de la oferta de productos agropecuarios, controlar la proliferación de virus y bacterias transmitidos por el agua y el desarrollo de nuevos medicamentos y



IMAGEN 4 .CULTIVO DE MICROALGAS. FUENTE: SOLOCIENCIA.COM

productos cosméticos. Entre las áreas de intervención de la biotecnología marina se encuentran:

Acuicultura: Trata de la cría o cultivo de organismos acuáticos, lo que implica un estudio previo sobre el ciclo de vida del organismo, abarcando la reproducción, patrones

alimenticios, patologías, características e influencia del entorno, etc. La Salmonicultura, o cultivo de salmones es un ejemplo de la aplicación acuicultura. En la imagen 4 de presenta un cultivo de microalgas para fines cosméticos.

Nuevas fuentes: Exploración de océanos para la detección de nuevas especies y moléculas con capacidades terapéuticas, cosméticas, etc. O como nuevas fuentes de energía, materiales o alimentos.

Desde el área de la salud por ejemplo, la biotecnología azul centra su exploración para descubrir moléculas que puedan alterar la habilidad de las células tumorales de unirse y multiplicarse como una alternativa de tratamiento para el cáncer.

Obtención de energía a partir de la biotecnología

En el campo de la biotecnología blanca, existen diferentes y múltiples alternativas para la producción de energía, o bien, para mejorar su eficiencia. Existen desde aplicaciones en las que se trabajan con los residuos de la producción industrial o desechos de las mismas urbes para la reducción del impacto ambiental, hasta síntesis de nuevos combustibles desde una materia prima orgánica.

El desarrollo de la biotecnología como una técnica viable para el desarrollo de recursos energéticos, surge para amortiguar la crisis energética en ascenso, que desde mediados del siglo XX, se mantiene como un tema protagónico entre las autoridades y ciudadanos a nivel global. Ya que no sólo es una preocupación el agotamiento de las reservas de petróleo (El combustible más demandado actualmente), sino que también lo es su aporte al deterioro medio ambiental. Es por esto que el desarrollo de energías alternativas a partir de recursos renovables y amigables con el ambiente es una de las tópicos de mayor interés en la investigación relacionada a la producción industrial, y los recursos naturales más comunes

.....

para el desarrollo de energías alternativas son ña luz solar, las mareas, el agua y la bioenergía proveniente de biocombustibles.

El biocombustible es aquel combustible, que como lo dice su nombre es de origen biológico, o en otras palabras, es obtenido a partir de restos orgánicos renovables.

Actualmente, es común la mezcla de biocombustibles con otros de origen inorgánico en una pequeña proporción (generalmente un 5 o 10%), lo que si bien reduce la emisión de gases contaminantes, no la elimina del todo. La leña, por ejemplo, o el carbón vegetal, son un tipo de biocombustibles muy populares en el uso doméstico. Y si bien no requieren la integración de un combustible inorgánico para ser utilizados, representan un aporte, no despreciable a la contaminación de una ciudad.

Los métodos para la obtención de biocombustibles, depende básicamente, de dos aspectos; La biomasa (materia orgánica que se utiliza para sintetizar el combustible) y la aplicación deseada.

Los métodos más comunes en la síntesis de biocombustibles son:

- 1) Procesos mecánicos, como el astillado, trituración, compactación de la biomasa
- 2) termoquímicos, en el que se somete a la biomasa a combustión, pirolisis y gasificación
- 3) biotecnológicos, en el que la biomasa es trabajada a nivel molecular, como bacteria o es sometida a procesos químicos.

La siguiente, es una tabla con los principales procesos de transformación y sus aplicaciones más comunes:

Procesos de obtención de Biocombustibles						
	Mecánicos	Termoquímicos		Biotecnológicos		Extractivos
Técnicas	Astillado Trituración Compactación	Pirólisis	Gasificación	Fermentación	Digestión anaeróbica	Extracción físico-química
Productos	Leñas Astillas Aserrín	Carbón Aceites	Gas de gasógeno	Etanol Varios	Biogas CO ₂ CH ₄	Aceites Ésteres Hidrocarburos
Aplicaciones	Calefacción Electricidad	Calefacción Electricidad Transporte Industria Química	Calefacción Electricidad Transporte Industria Química	Transporte Industria Química	Calefacción Electricidad	Transporte Industria Química

(FIGURA 3) TABLA DE PROCESOS DE OBTENCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN TABLA EXTRAÍDA DE PORQUEBIOTECNOLOGÍA.COM

Los procesos biotecnológicos son los más utilizados para la producción de biocombustibles, ya que sintetiza fuentes de energías sumamente eficientes y bastante amigables con el medio ambiente. Entre los biocombustibles sintetizados a partir de este proceso se destacan:

1. Bioetanol

El bioetanol es un alcohol y su síntesis se realiza a partir de almidones que se transforman en azúcares. Al obtener los azúcares, estos se fermentan para ser convertidos en etanol, el que luego es destilado en su forma final. Las principales materias primas utilizadas para su síntesis son la caña de azúcar y el maíz, aunque la más popular es la caña de azúcar, ya que la simplicidad de los azúcares que contiene permite una fácil fermentación.

El Bioetanol es utilizado en integración con combustibles fósiles, ya que por sí solo no posee un rendimiento suficiente para alimentar motores o generadores. Pero aun así, contribuye en la disminución de la polución en el ambiente.

2. Biodiesel

El biodiesel es un éster producido a partir de aceites vegetales, como los de soja, colza y girasol, así como también puede sintetizarse a partir de grasas animales. Su elaboración se basa en la transesterificación de los glicéridos, junto a la utilización catalizadores. Este proceso consiste en la reacción de las moléculas que componen los aceites con moléculas de metanol o etanol, esta reacción forma tres moléculas de monoésteres y una de glicerol. Las moléculas resultantes son mezcladas con combustible diésel (en cualquier proporción) o se utilizan como combustible puro (biodiesel 100%).

El biodiesel tiene una capacidad energética bastante similar al diésel derivado del petróleo, con la ventaja de ser más limpio que el diésel regular. Además puede ser utilizado en cualquier tipo de motor de combustión interna que utilice diésel.

La demanda por este tipo de combustibles ha incrementado significativamente en los últimos diez años, pero el incremento de su producción ha traído consigo otros problemas de índole social y ambiental. Los biocombustibles anteriormente mencionados son conocidos como "biocombustibles de primera generación" que se caracterizan por exigir la producción de su materia prima para poder ser sintetizados. La mayoría requieren cultivos de los cereales, caña de azúcar y aceites vegetales o de otro tipo de alimentos, lo que cuestiona su utilización puesto que desplazan los cultivos.

Alimentos para consumo humano, y sus mismos procesos contribuyen a la polución, ya que requieren de un gasto energético importante y generan gases y desechos, teniendo igual efectos sobre el medio ambiente y el cambio climático.

Es por esto, que se ha empezado a trabajar con un nuevo concepto de biocombustibles, los llamados de "segunda generación". Estos se caracterizan por tener un potencial de proporcionar los mismos beneficios que los de primera generación, pero partiendo de

materias primas tales como los residuos de desecho y el uso de tierras no aptas para cultivos de consumo humano.

Entre ellos se destaca el biogás, el cual se obtiene a partir de la fermentación de materia orgánica. Puede utilizarse como materia prima la excreta animal, la cachaza de la caña de azúcar, los residuales de mataderos, destilerías y fábricas de levadura, la pulpa y la cáscara del café, así como la materia seca vegetal. La gran ventaja de este combustible es que suele sintetizarse a partir de residuos, por lo que reduce la deforestación y permite reciclar los desechos de la actividad agrícola, industrial y agropecuaria.

El biogás puede ser utilizado para la generación de energía eléctrica o mecánica mediante su combustión, tanto a nivel industrial como para usos domésticos.

El biogás se obtiene a partir de la descomposición de la materia orgánica gracias a la acción de cuatro tipos de bacterias que actúan en ausencia de oxígeno:

- a. Las hidrolíticas: Producen ácido acético, compuestos monocarbonados, ácidos grasos orgánicos y otros compuestos policarbonados.
- b. Las acetogénicas: Productoras de hidrógeno.
- c. Las homoacetogénicas: Convierten carbonados en ácido acético.
- d. Las metanogénicas: Producen gas metano, principal componente del biogás.

El desarrollo de biocombustibles de segunda generación se enfoca, principalmente, en la sustentabilidad, y la estrategia definida para cumplir el objetivo es a través de la aplicación de la biotecnología centrada en el proceso de producción de la biomasa, sus características y la producción de energía a partir de procesos como la fermentación.

.....

En comparación a los biocarburantes de primera generación, los estudios científicos suponen que los de segunda generación pueden disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 100%, mientras que los de la primera, suelen hacerlo entre un 35 y un 50%.

La aplicación de la biotecnología, además permite bajar el coste de la materia prima y de los procesos de síntesis. Además, los avances de la técnica en el área agrícola, como la modificación genética de semillas, resistentes a enfermedades y adaptadas a medioambientes, evitan la competencia de suelo con el sector alimentario.

Fuentes de energía renovables

Se definen como aquellas fuentes de energía que teóricamente, son inagotables, ya sea porque pueden contener una enorme cantidad de energía, o porque se regeneran de manera natural. Se conocen también como energías alternativas, y han obtenido gran importancia en el escenario actual, ya que las fuentes de combustibles fósiles se están agotando, y cada vez son más marcados los efectos contaminantes derivados de su uso.

Las energías renovables pueden clasificarse en energía limpia o contaminante. Ésta última, al igual que la energía producida por los combustibles fósiles, emite dióxido de carbono en su combustión, además de partículas sólidas contaminantes. Éste tipo de energía, se obtiene a partir de la materia orgánica o biomasa, y muchas veces, no necesitan ser procesadas para ser utilizadas como combustible, un ejemplo de esto es la leña. Otras, son sometidas a procesos de fermentación orgánica o reacciones de transesterificación como ocurre en los casos del bioetanol y el biogás, mencionados en el capítulo anterior. En la imagen 5, se puede ver una Bencinera de la ciudad de Madrid, España, que integró el bioetanol como parte de sus alternativas de combustibles para los vehículos de transporte urbano..



IMAGEN 5. SURTIDOR DE BIOETANOL, MADRID. FUENTE: MUNICIPALIDAD DE MADRID

Tipos de Energías renovables

- 1) **Energía solar:** es aquella que se obtiene a partir del sol y se utiliza para generar calor o electricidad. Se puede capturar mediante colectores o paneles solares, respectivamente. En la Imagen 6, se muestra un colector de energía solar térmica, utilizado para calentar el agua a nivel doméstico.



IMAGEN 6.. COLECTOR SOLAR PARA VIVIENDA. FUENTE: BIODISESEL.

- 2) **Energía Eólica:** Es la energía eléctrica obtenida a partir del viento, a través de la fuerza que éste ejerce sobre las turbinas eólicas conectadas a un generador que transforma la energía cinética, en electricidad. En la imagen 7, se presenta un parque eólico de la firma Australiana Pacific Hydro.



IMAGEN 7. PARQUE EÓLICO. FUENTE: LA TERCERA

- 3) **Energía geotérmica:** Es aquella que se obtiene a partir del calor proveniente de la misma tierra, ya sea bajo los suelos, en los magmas de los volcanes o geiseres. El pozo IDDI-1 en Krafla, al noreste de Islandia (imagen 8), es el primer sistema de energía geotérmica basado en magma



IMAGEN 8. POZO GEOTÉRMICO IDDI-1, ISLANDIA. FUENTE: LA TERCERA.

- 4) **Energía hidráulica:** Utiliza la energía cinética de la caída o del flujo del agua. El agua a gran velocidad mueve turbinas y a través de generadores, el movimiento de éstas se transforma en electricidad. En la Imagen 9 se muestra una planta de energía hidráulica.



IMAGEN 9. PLANTA HIDROELÉCTRICA. FUENTE: DF.CL.

Si bien este tipo de energía se considera limpia por no emitir gases contaminantes, su implementación puede significar un gran impacto ambiental como consecuencia de la intervención de un ecosistema.

- 5) **Biomasa:** Energía acumulada por plantas a través del sol, por medio del proceso de fotosíntesis. Este tipo de energía se presenta en maderas, cáscaras de frutos, plantas, y otros residuos orgánicos, que al combustionar, liberan la energía acumulada. En la imagen 10 se presentan pellets de madera para la combustión, utilizados comúnmente en estufas. Éste último caso, no es una energía limpia.



IMAGEN 10. PELLETS DE MADERA. FUENTE INFOBIOMASA.COM

- 6) **Energía oceánica:** Es la energía que se obtiene a partir de los mares y océanos, ya sea a través de la energía que se captura de las olas, o la de los gradientes de temperatura entre el fondo y superficie del océano. En ambos casos, se considera una fuente de energía limpia, pero su implementación es bastante cara, y se interviene parte del ecosistema marino, sin embargo, son pocos los estudios sobre su impacto ambiental. En la imagen 11, se presenta una turbina para mareas, de la empresa *Ocean Power Technologies*



IMAGEN 11. TURBINA DE MAREA. FUENTE: OCEANENERGYEXTREME.COM.

7) **Energía nuclear:** Es aquella que se obtiene a partir de la liberación energética espontánea o artificial de las reacciones nucleares. La energía obtenida puede ser, eléctrica, térmica o mecánica. Los sistemas de energía nuclear más trabajados son a través de la fisión nuclear y la fusión nuclear. Y si bien es una fuente de energía barata y bastante eficiente, es muy condenada por las personas por los residuos radioactivos y por el riesgo que puede significar para una sociedad en caso de fallas. Cuando para la obtención de este tipo de energía, se usa el hidrogeno en lugar del uranio, se considera una fuente renovable de energía



IMAGEN 12. PLANTA DE ENERGÍA NUCLEAR. FUENTE: LAINFORMACIÓN.COM

Ventajas de las energías renovables

Entre los grandes privilegios que representa el uso de este tipo de energía, cabe destacar:

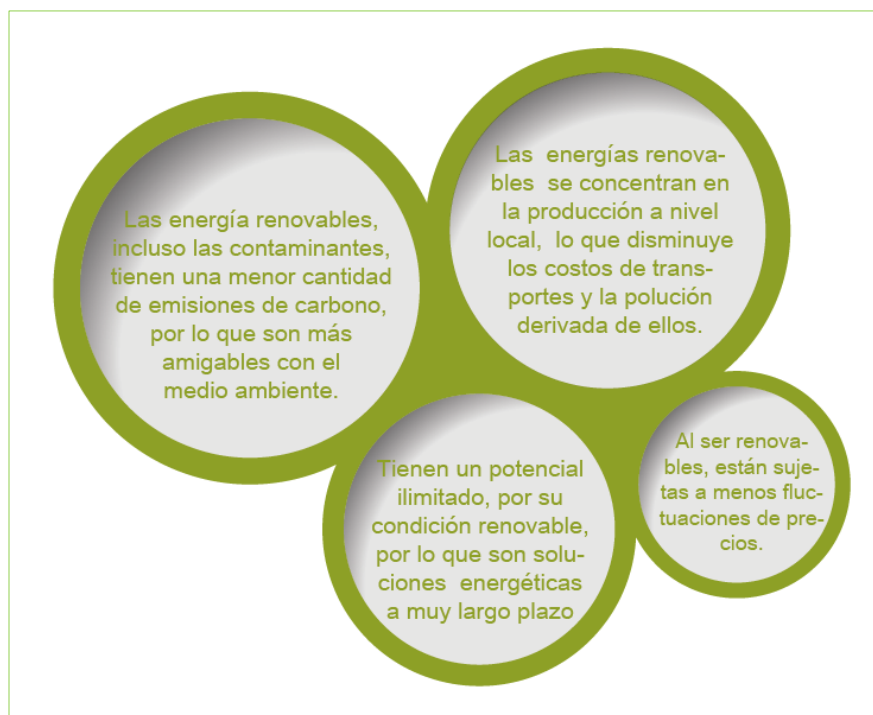


FIGURA 4 FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN INFORMACIÓN PRESENTADA POR CHILE RENUEVA ENERGÍAS

Usuarios de Energías renovables

Según el Informe de resultados: Percepción Energías Renovable en la población Española, efectuado por la empresa Nielsen, el año 2011. En el cual se entrevistaron a 872 personas de todos los sexos, con educación escolar completa, de los 25 años en adelante, pertenecientes a la clase media y a la clase media alta, se determinó que el 93% de los encuestados considera que el gobierno Español debiera invertir en el desarrollo de las energías renovables. Y el 83% declara que preferiría ser usuario de este tipo de energías que de las convencionales.

Sin embargo, según Enrique Domingo López, en su libro Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica, A pesar de la mayor conciencia ambiental, la sociedad no está dispuesta a pagar un mayor precio por las energías renovables. La motivación principal para el uso de una energía renovable, sería el ahorro económico que puede representar para su usuario, y en segundo lugar, está el cuidado ambiental.

Tendencia de preferencias que se mantiene en el mercado nacional. Ya que según el "Estudio del mercado solar térmico Chileno", realizado por la empresa Transénergie SA, determinó que el motivo principal en la adquisición de equipos solares, es por el ahorro económico que significa. También se determinó, que el mercado actual, consiste esencialmente en aplicaciones de calentamiento de agua y piscinas en el área doméstica. A través de las encuestas que se realizaron a las empresas del rubro, se determinó que en un 70% de los casos, sus clientes están entre Santiago y el norte de Chile, el 30% restante, en el sur del país. Y un 25% de los clientes, son de zonas rurales.

En Base a lo anterior, se definieron 3 perfiles de usuarios, que se establecen a partir de la motivación que tienen para el uso de energías renovables no convencionales. Éstas son:

- 1) Ambiental: Preocupación por el medio ambiente, por lo que este tipo de usuario busca que se trate de fuentes de energías no contaminantes renovables. Suelen ser hombre y

.....

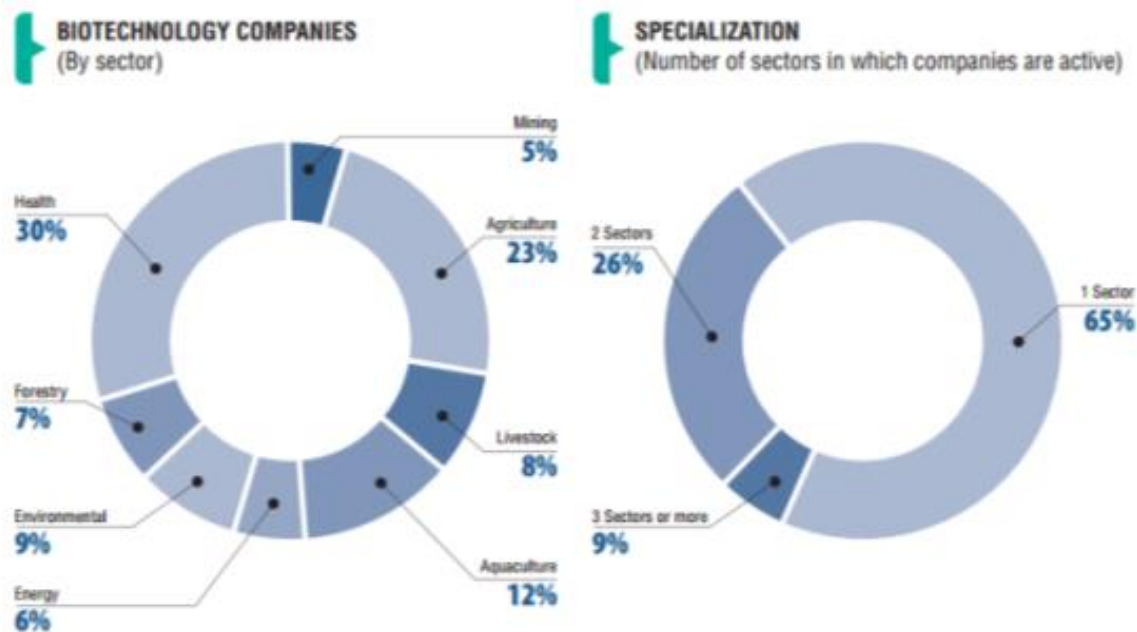
mujeres, Entre los 25 y 40 años, de los sectores A, B y C1. Se caracterizan ser bastantes proactivas en la búsqueda de información antes de implementar un sistema proveedor de energías alternativas, y sus principales fuentes de información es internet y las redes sociales

- 2) Razones económicas: La utilización de fuentes renovables de energía significan un gran ahorro a largo plazo. No significa que no estén preocupados por el medio ambiente, pero su motivo principal es de índole económica por lo que no suelen diferenciar las energías limpias dentro del mercado de las energías renovables, ni se informan sobre el ciclo de vida de los materiales involucrados en el sistema o su huella de carbono. Suelen ser personas mayores a los 25 hasta los 60 años, de estratos B y C1, ya que además de tener interés por este tipo de energía, poseen el poder adquisitivo para realizar la inversión económica que conlleva la implementación del sistema de energías alternativas. En algunos casos, se pueden encontrar usuarios de los segmentos C3 y D, gracias al acceso de subsidios gubernamentales. Esta situación, se presenta en su mayoría, en el uso de energía solar para el calentamiento de agua en el sector residencial, como una política pública integrada a las viviendas sociales.
- 3) Aislamiento geográfico: Personas pertenecientes a comunidades rurales aisladas, que tienen la necesidad de acceder a una fuente renovable, eficiente e independiente de energía. Sus características demográficas son bastante extensas, aunque se centran en los segmentos económicos C3, D E y F, y una población envejecida (sobre los 45 años) cuando buscan una fuente de energía renovable como comunidad. Cuando se realiza de manera personal, o por hogar, suele extenderse este rango a segmentos económicos más altos y a segmentos más jóvenes.

Biología en Chile

La biología ha tomado gran importancia a nivel mundial, ya que acorde a las tendencias en inversión de capital y tendencias de mercado, las especulaciones financieras postulan que la biología será la base de la economía del futuro. En Chile por ejemplo, según la revista BioEconomy, en el año 2009, existían alrededor de 200 entidades dedicadas a la biología, cifra que si bien se trata más bien de un valor modesto, indica una tasa de crecimiento fuerte y sostenido, que se proyecta llegará al orden del 30% anual para el próximo año. Los últimos años, la industria de biología chilena, ha recibido una inversión nacional superior a los 93 millones de dólares, sumado a una inversión extranjera, que supera los 170 millones de dólares por año. Las ventas anuales del sector, se estiman en los US\$900.000.000.

A continuación, se muestra un gráfico con la distribución de las empresas en los diferentes sectores, y otro con los números de sectores en los que las compañías están activas.



(FIGURA 5) GRÁFICOS DE DISTRIBUCIÓN DE EMPRESAS DE BIOTECHNOLOGÍA POR SECTOR. FUENTE: INVIERTA EN CHILE, OPORTUNIDADES EN BIOTECHNOLOGÍA. GOBIERNO DE CHILE.

.....

Desde la academia, una porción considerable de investigaciones, también se están centrando en el área de la biotecnología. Rompiendo, además, el esquema clásico de la pesquisa académica, en el que el tradicional objetivo de la “generación de conocimiento” como única finalidad, se complementa con la búsqueda por concretar y aplicar esta nueva información en un algo tangible, el que, idealmente, se traduce en una influencia o contribución para la economía local. En concordancia a lo anterior, el nuevo precepto invita a conformar equipos de investigación multidisciplinarios, que trabajen en conjunto en los proyectos. Ya que así una misma investigación se puede desarrollar desde diferentes aspectos, haciendo más eficiente el proceso desde la perspectiva del problema económico. Ya que, se administran una cierta cantidad de recursos para una macro y única investigación, haciéndola más completa y eficiente por sí misma.

El estado por su parte, ha creado fondos para este tipo de proyectos, en el que se incentiva las investigaciones enfocadas en la aplicación en el contexto nacional, ya que significa, un eventual retorno de la inversión para la economía del país.

Por ejemplo, el laboratorio de BioNanotecnología y Microbiología, Facultad de Ciencias Biológicas, Centro de Bioinformática y Biología Integrativa (BIB) de la universidad Andrés Bello, Enfoca sus investigaciones en el desarrollo de nuevos métodos “verdes” de síntesis de nanopartículas (NPs) metálicas (Cu, Te, Se, Ti, In, Zn y Cd, entre otros) emulando las condiciones celulares (biomiméticos) o mediante el uso de microorganismos que habitan ambientes extremos o poco explorados de nuestro país (Antártica, desierto de Atacama, zonas volcánicas). Siendo su interés principal, el desarrollo de aplicaciones BioNanotecnológicas que permitan el uso de nanopartículas obtenidas a partir de los recursos nacionales en biodetección de moléculas de interés industrial o biomédico, aplicación en terapias contra patógenos o células cancerígenas (terapia fotodinámica), así como en la obtención de Energía a través de la generación de celdas solares, entre muchas otras aplicaciones.

PROYECTO DE TÍTULO

En la investigación "Use of titanium dioxide nanoparticles biosynthesized by *Bacillus mycoides* in quantum dot sensitized solar cells", que dicho laboratorio realizó el año 2013, se detectó una oportunidad de desarrollo de biotecnología en el mercado de los paneles solares, proponiendo la fabricación de uno a partir de materia prima proporcionada por bacterias.

Capítulo 2. Energía solar

Como se mencionó en el capítulo anterior, la energía solar es aquella energía irradiada por el astro, que no sólo es renovable, sino que también se caracteriza por no ser contaminante en sí, y por ser inagotable y abundante. La energía que el sol emite es tan cuantiosa, que la cantidad que recibe la tierra en 30 minutos equivale a toda la energía eléctrica que la humanidad consume en un año.

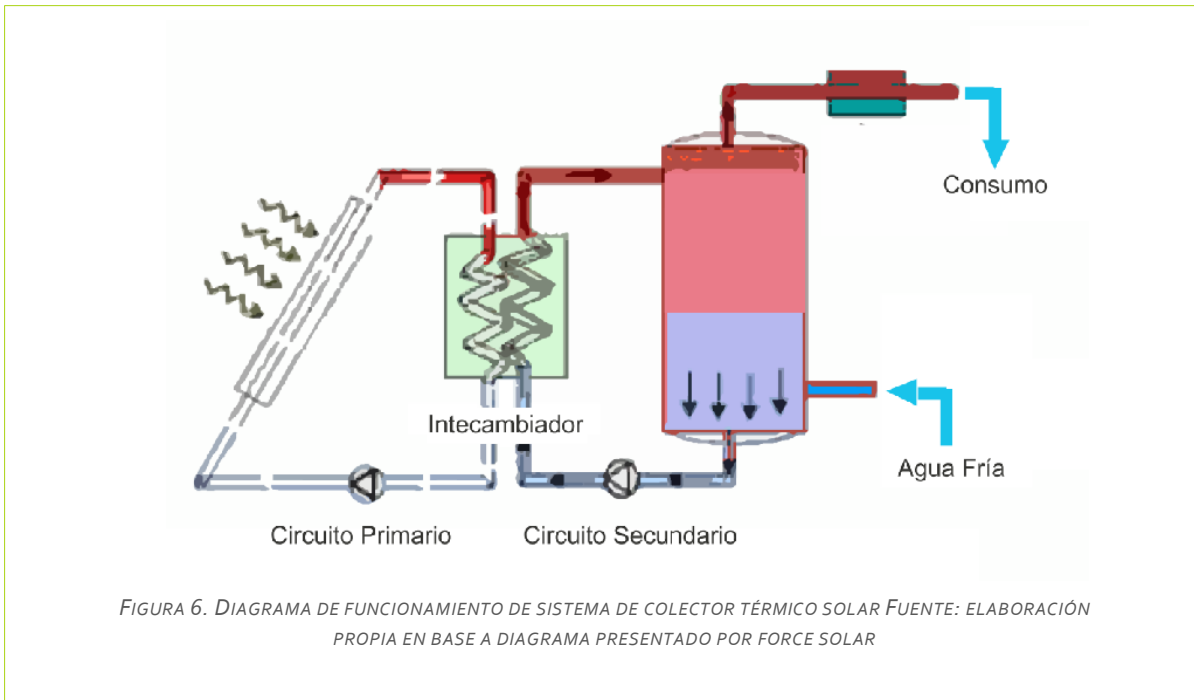
De acuerdo a la definición de energía solar planteada por el CEMAER (Centro de estudios del medio ambiente y energías renovables), ésta se puede aprovechar para producir energía térmica o fotovoltaica; el primer tipo de energía se emplea principalmente para calentar agua o bien, como abastecedor de sistemas destinados a la calefacción.



IMAGEN 23. COLECTORES TÉRMICOSOLARES. FUENTE BIODISOL

Los dispositivos usados para dicho fin, son conocidos como colectores solares, los que se componen por un receptor solar, tuberías para la circulación del agua y un depósito en el que

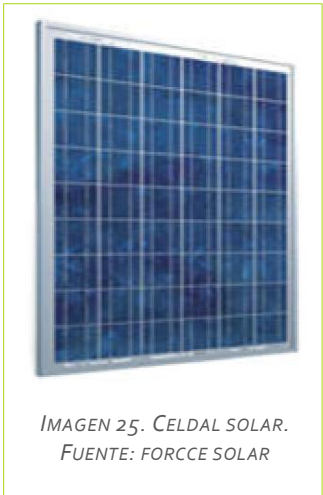
se almacena el calor. En el caso de los colectores térmicos, el agua, al calentarse, se distribuye mediante un sistema de cañerías, siendo impulsada por una bomba de fluidos, destinada específicamente para la circulación del agua. Su funcionamiento está representado en la siguiente figura:



Por otra parte, en el área fotovoltaica, se diferencian 3 conceptos asociados; celdas solares, paneles solares y foto celdas.


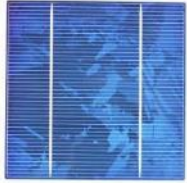



El panel por su parte, se conoce también como placa fotovoltaica (véase imagen 24), y se define como aquel módulo que se integra a un conjunto de otros de su tipo, para formar parte de una estructura o sistema que funciona a partir de la energía del sol Las celdas o células en cambio, son las que convierten la luz solar en electricidad (veáse imagen 25). Suelen estar fabricadas con elementos semiconductores como el silicio o el

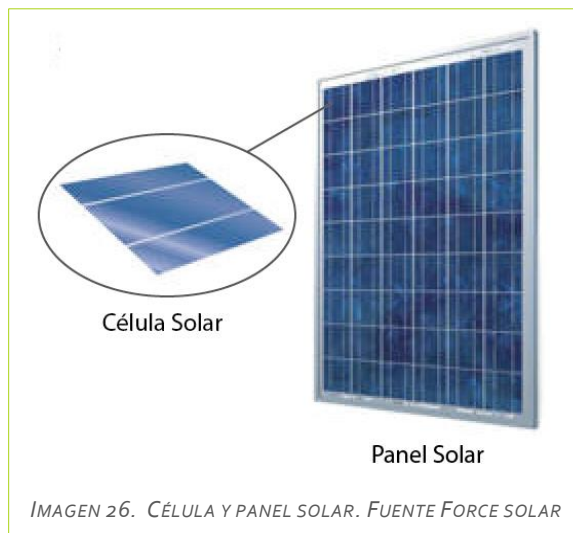


arseniuro de galio. Este último, aunque se caracteriza por ser un material más eficiente, su extracción es de un elevado costo, por lo que en general, se utiliza para fabricar celdas destinadas a contextos complejos y sofisticados como por ejemplo, para satélites espaciales (NASA).

Además, existen distintos tipos de células solares, en la figura se muestran los 3 tipos de de celdas más usadas en la actualidad, acorde a los datos obtenidos por el CEMAER

Células	Rendimiento Laboratorio	Rendimiento Directo	características	Fabricación
Monocrystalinas 	24 %	15 - 18%	Estructura cristalina ordenada, con cada átomo idealmente situada en una posición pre-ordenada y muestra un comportamiento predecible y uniforme.	Se obtiene del silicio puro fundido. Dopado con Boro
Policristalinas 	19 - 20 %	12 - 14 %	Contiene varias regiones de silicio cristalino que se mantienen juntas a través de un enlace covalente y separados por	Menor cantidad de fases de cristalización

			'límites de grano.	
Amorfo 	16%	> 10%	Su potencia se reduce con el tiempo, especialmente durante los primeros meses, después de los cuales son básicamente estable.	No son cristalizadas y suelen fabricarse sobre superficies flexibles como el papel



Una celda solar en sí, no es capaz de generar cantidades significativas de energía, por lo que al ser utilizadas, estas deben presentarse configuradas en grupos. El conjunto de celdas solares se conoce como panel solar, y por lo general éstos se constituyen por un número mínimo de 36 células, aunque depende del tamaño y la potencia de las celdas y del voltaje requerido por el contexto de

aplicación.

Finalmente, las fotoceldas son dispositivos electrónicos, capaces de producir una cantidad pequeña de corriente eléctrica al ser expuesta a la luz. Este tipo de dispositivo se concibe bajo el concepto de central de electricidad

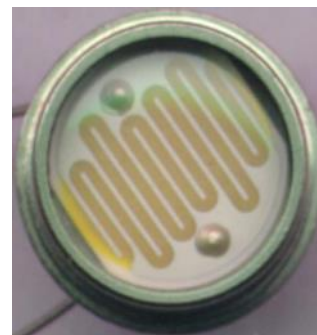


IMAGEN 27. FOTOCELDA. FUENTE CEMAER

.....

“portátil” e “independiente”, y sus aplicaciones más frecuentes, se relacionan a la luminaria pública (sobre todo en los casos que se necesita un control de encendido y apagado automático), en circuitos contadores electrónicos de objetos y personas o para recargar la batería de un artefacto, desde cualquier lugar.

Una fotocelda en sí es una resistencia, por lo que su valor (en ohmios) varía según la cantidad de la luz. Están construidas a partir de un material foto sensible, lo que significa que al estar en contacto con la luz, el material sufre una reacción química, alterando su resistencia eléctrica, el que es inversamente proporcional a la cantidad de luz presente. Es decir, a mayor luz, menor resistencia eléctrica.

Principio Fotoeléctrico

El principio fotoeléctrico, es el fundamento sobre el cual se sostienen los actuales sistemas fotovoltaicos, y se relaciona a la transformación de la radiación solar en electricidad. Esto ocurre gracias a que dicha radiación, se compone por partículas elementales de luz, conocidas como fotones.

A cada fotón, se le adjudica un valor de energía (E), que depende de la longitud de onda (λ) de la radiación, y que en términos cuantitativos, su valor se puede determinar a través de la siguiente fórmula:

$$E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$$

Siendo (h) es la constante de Planck y (c) es la velocidad de la luz.

Cuándo el fotón es absorbido por la celda fotovoltaica, la energía que contiene esta partícula se transfiere a los átomos que componen la célula solar. Gracias a esta nueva energía, los

electrones del átomo comienzan a moverse y a desplazarse por las capas de la partícula, generando así la electricidad.

Paneles y celdas solares

Como se mencionó en el apartado anterior, panel solar es aquel módulo, que se integra a un conjunto de otros de su tipo, para formar parte de una estructura o sistema que funciona a partir de la energía del sol

Los paneles absorben la energía térmica o fotovoltaica del sol para ser usada al calentar agua o como electricidad. En el caso de la generación de electricidad, las celdas o células absorben la luz como corriente de efecto fotovoltaica, generando un campo eléctrico a través de la circulación de cargas negativas y positivas por los elementos conductores del panel.

Las celdas solares son pequeñas células fabricadas a partir de materiales semiconductores como el silicio cristalino y/o arseniuro de galio, y son clasificados como paneles solares sintéticos o inorgánico.

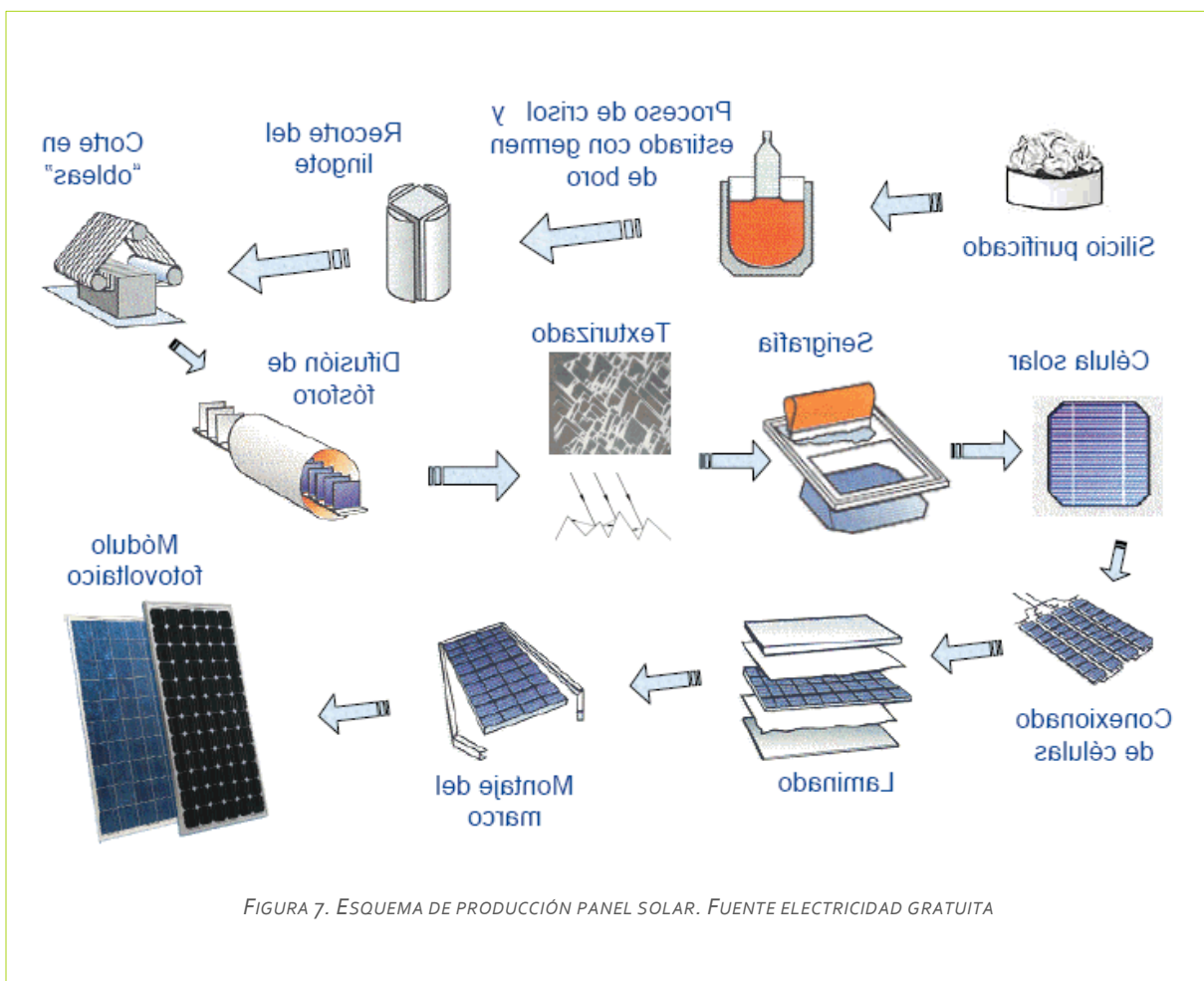
Para que puedan funcionar, deben estar en contacto directo con los rayos del sol, y los materiales a partir de los cuales se fabrican, pueden comportarse como conductores de electricidad o como aislantes, dependiendo del estado en que se encuentren.

Estos materiales base (como el silicio y el arseniuro de galio), se mezclan con otros como el fósforo o el boro, con el propósito de otorgarles una carga positiva y una carga negativa, logrando así que las celdas tengan dichas cargas y puedan generar electricidad.

En definitiva, la celda se construye a partir de un material semiconductor al que le sobran electrones (carga negativa) y el resto se hace con un material semiconductor al que le faltan electrones (carga positiva).

La producción de corriente eléctrica entonces, se debe al movimiento de electrones que ocurre en las celdas, al exponerse a la luz solar. Dicho movimiento, es en realidad un flujo de electrones desde la parte de la célula en la que sobran (electrones) hacia la que faltan. El movimiento de electrones de un punto a otro, es la corriente eléctrica generada por el panel.

El proceso de fabricación de un panel solar de silicio, monocristalizado puede resumirse en las etapas descritas en la figura presentada en la página siguiente :



Arquitectura del sistema fotovoltaico.

La instalación usual de este tipo de sistemas, por lo general se enfoca en el autoabastecimiento eléctrico de una vivienda unifamiliar, para lo que se configuran los siguientes elementos:

- a) Paneles Solares :** Captadores de radiación solar, y transformadores de ésta en electricidad, a través de la generación de corriente continua (*CC*), también conocida como directa (*DC*).

- b) Controlador:** Dirige el flujo de carga eléctrica de las baterías desde los paneles, así como también regulan su descarga hacia el circuito de alimentación eléctrica, entre sus ventajas, está que evita sobrecargas y descargas excesivas de las baterías, prolongando su vida útil.

- c) Baterías:** Almacenan la energía producida durante el día para ser los periodos de baja o nula radiación solar, como en casos como la noche o en mal clima. Además, permite administrar cargas eléctricas más intensas al circuito de alimentación.

- d) Inversor:** Componente que convierte la corriente continua (*DC*) en corriente alterna (*AC*).

En la figura 8, presentado en la página siguiente, se muestra el diagrama de flujo de carga eléctrica, para los tipos de corriente continua y alterna:

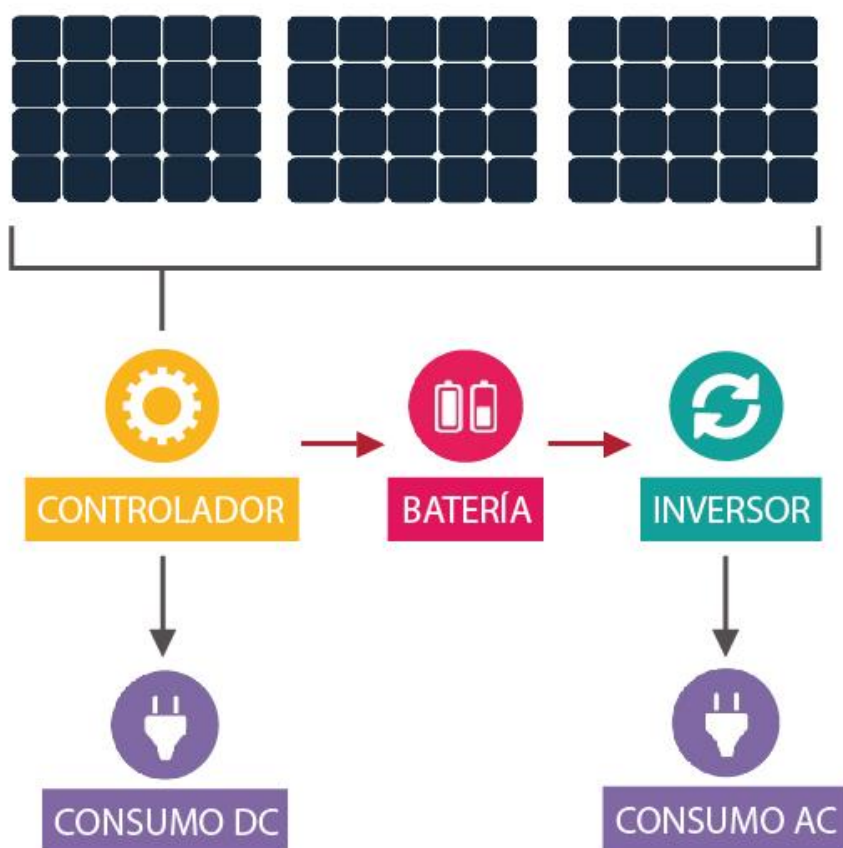


FIGURA 8. DIAGRAMA DE FLUJO DE CARGA ELÉCTRICA. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA

Usualmente, los paneles solares suelen agruparse en potenciales eléctricos de 12 o 24 voltios (V), estando las tensiones de trabajo a las que habitualmente se sitúan, dentro rango de los 12V, 24V y 48V.

Los paneles pueden ser conectados de 3 maneras; en serie, paralelo o mixto.

En la conexión en serie, los paneles son

unidos por medio de sus polos opuestos, lo que permite la generación de un mayor voltaje, pero genera un sistema más vulnerable. Y en caso que alguno de los paneles presente algún problema o falla, todo el sistema deja de funcionar.

La conexión en paralelo en cambio, es la más usada para los contextos domésticos. En este tipo conexión, los paneles son conectados a través de los polos homólogos, lo que si bien genera un voltaje total equivalente al propio de cada panel, presenta como ventaja que si uno de ellos falla, el sistema se mantiene funcionando.

En la figura 9, se esquematizan dichos sistemas de conexión

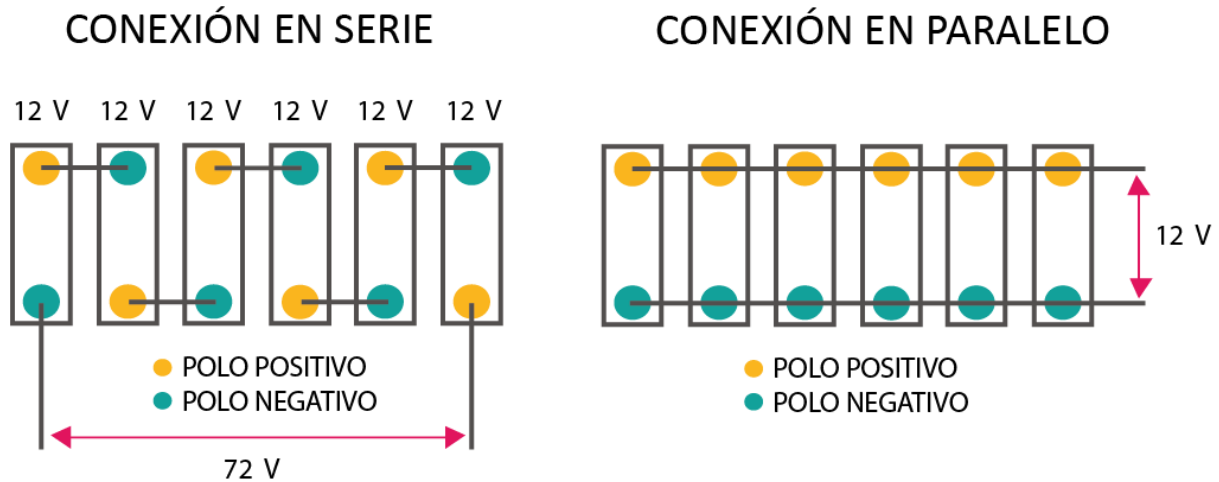


FIGURA 9. ESQUEMAS DE SISTEMAS DE CONEXIÓN EN SERIE Y EN PARALELO. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.

Finalmente, el sistema mixto o interconexión de paneles es la combinación de las conexiones anteriores para formar estructuras mayores lo que se conoce como arrays.

Pudiendo incluso organizar los paneles por grupos (teniendo una conexión particular entre cada elemento del grupo) y una diferente entre cada grupo (arrays) (Véase figura 10)

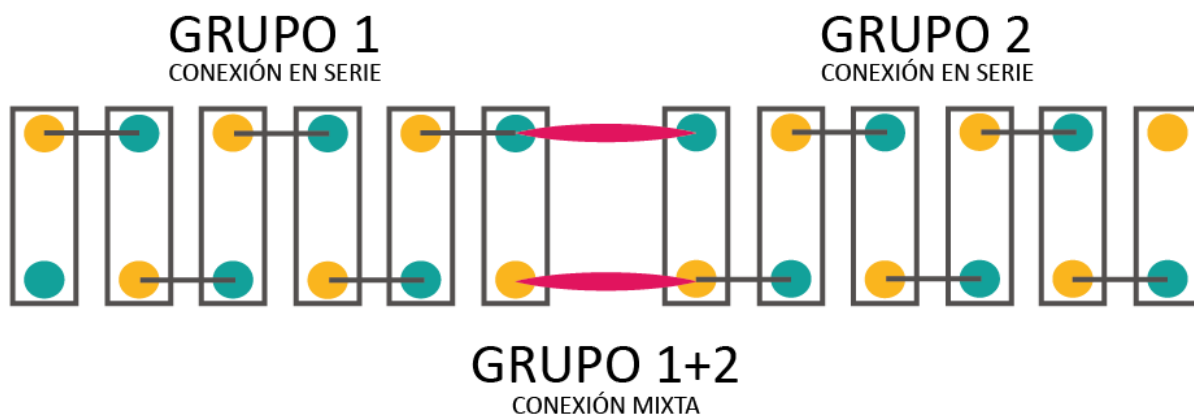


FIGURA 10. ESQUEMA DE CONEXIÓN MIXTA. FUENTE ELABORACIÓN PROPIA.

Mercado energético solar

Los paneles solares han masificado significativamente en los últimos 10 años, llegando a un crecimiento promedio del 40% anual, entre el año 2000 y el 2010, como puede verse en la figura 11.

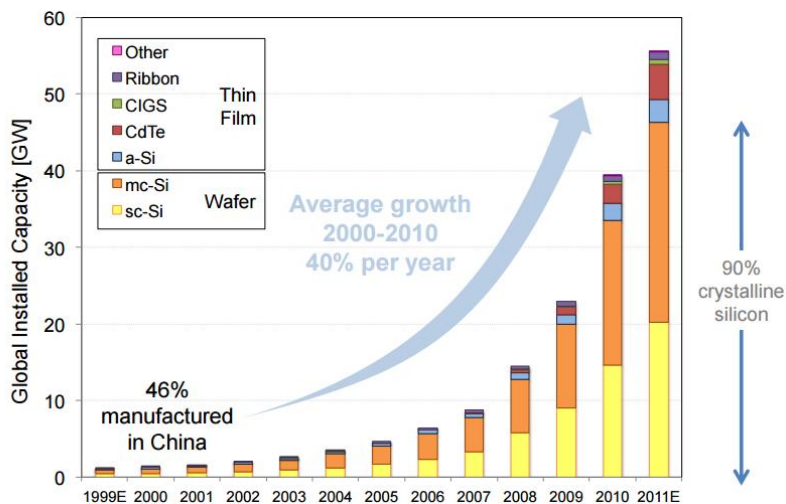


FIGURA 11. GRÁFICO DE LOS PANELES SOLARES INSTALADOS EN EL MUNDO (CAPACIDAD GLOBAL INSTALADA) DESDE LOS AÑOS 1999-2011. FUENTE: ENERGY BALANCE OF THE GLOBAL PHOTOVOLTAIC (PV) INDUSTRY - IS THE PV INDUSTRY A NET ELECTRICITY PRODUCER, UNIVERSIDAD DE STANFORD.

En la investigación de Michael Dale y Sally M. Benson de Clima Global y Proyectos Energéticos de la Universidad de Stanford, Estados Unidos, llamada "Balance de la Industria de Energía Fotovoltaica Global", se comparan los paneles solares de primera y segunda generación para determinar si la electricidad que consume su fabricación es menos a la que logra captar un panel durante su vida útil. Según Michael Dale y Sally M. Benson la fabricación de los paneles de primera generación, requerían gran cantidad de energía durante toda su producción. Por ejemplo, necesitaban la fusión de sílice para obtener el silicio que los componía, proceso el cual, demandaba la utilización de gran cantidad de electricidad, ya que para la fusión se utilizaban hornos a una temperatura de aproximadamente 3.000 grados Fahrenheit (1.648 Celsius), lo que se traducía en un gasto energético mayor al aporte que el panel solar entregaría durante su vida útil, siendo entonces, un despropósito para la industria sustentable. No obstante, los paneles solares de segunda generación, están sustituyendo el método de fusión, al incorporar elementos más

económicos y abundantes, como el cobre, zinc, estaño y carbón, pero éstos, aún no están masificados. Y según Michael Dale y Sally M. Benson, éstos últimos recuperarían la energía utilizada en su fabricación, en un promedio de tres años (con condiciones óptimas de funcionamiento). No obstante, no mencionan la duración de la vida útil de panel, los elementos que requieren para funcionar (como vidrio, metal y plástico) y su post uso.

En cuanto a los paneles de primera generación, el grupo ambientalista Silicon Valley Toxic Coalition, afirma que los paneles solares de silicio, se convierten en basura contaminante después de sólo 20 años de vida útil, a pesar que la mayoría de los fabricantes aseguran que tienen una vida útil de 30 o 25 años. Y al convertirse en basura, se exponen componentes peligrosos para la salud de las personas y el medio ambiente.

Además de la vida útil de un panel en sí, su duración se relaciona también a otros factores como las horas de luz, limpieza, características de instalación y su inevitable vulnerabilidad. Los paneles solares son muy frágiles, y si uno se rompe, difícilmente puede ser reparado, y se convierte inmediatamente en basura. Además, requieren de otros materiales para funcionar, como vidrio, metal y polímeros como poliuretano, dependiendo de su instalación y proceso de encapsulado, y cada uno de ellos contribuye a la huella de carbono de los paneles solares y al gasto energético de ellos. Así como el estudio antes mencionado, realizado por la universidad de Stanford, la mayoría de los que evalúan la sustentabilidad energética de los paneles, lo hacen enfocados en el módulo solar en sí, sin considerar los elementos adicionales que necesitan para funcionar, como los materiales del encapsulado y que en definitiva, son apéndices fundamentales del panel solar.

Energy Payback Time (EPBT)

El Energy Payback Time es el tiempo que tarda un sistema en devolver la energía gastada durante su ciclo de vida. Se calcula como el ratio entre la energía primaria empleada

.....

alimentada al ciclo de vida del sistema fotovoltaico y la energía primaria equivalente a la electricidad producida por el sistema fotovoltaico en un año. Para calcular el EPBT, se calcula dividiendo la energía cautiva (EC) de un panel entre la tasa energética del sistema (EA):

$$EPBT = EC \text{ (kwh)} / EA \text{ (kwh/año)}$$

Donde la EC es la energía cautiva (gastada), y debería incluir los valores de todas las fases y elementos relacionados al ciclo de vida, como el consumo de energía para la fabricación, instalación, uso, mantenimiento, y la energía necesaria para su gestión de fin de vida. Mientras que EA, representa a la cantidad de energía generada por el módulo fotovoltaico en un año.

En el año 2006, Nawaz y Tiwari (*Energy Policy*), realizaron un estudio para calcular el EPBT de diferentes celdas fotovoltaicas. Relacionaron el rendimiento, la necesidad de mantenimiento y sustitución de baterías, la radiación solar y las horas de sol por día en dos configuraciones (campo abierto y en edificación). Los resultados fueron bastante lapidarios, ya que los resultados indicaron que el EPBT, en la mayoría de los casos, llegaba a un tiempo cercano a los 26 años.

Paneles solares Biológicos

Los paneles solares biológicos, son aquellos paneles cuyas celdas son fabricadas o construidas a partir de un organismo o de la materia prima que éste genera. Este tipo de paneles han sido desarrollados desde la biotecnología, enfocada en el campo bacteriano. Las estrategias de investigación se han centrado en dos maneras de emplear bacterias en la fabricación, ya sea como microorganismos vivos que conforman el sistema de captación de luz y síntesis en energía o bien, se fabrican paneles a partir de la materia prima que generan las bacterias. Unos ejemplos de los microorganismos utilizados son:

Bacterias púrpuras fotosintéticas

Son microorganismos que viven en entornos acuáticos, como por ejemplo el fondo del mar o lagos. Estas bacterias, por coexistir en lugares a los que llega escasa iluminación, de manera natural usan la poca luz solar que se presenta en las profundidades como fuente de energía.

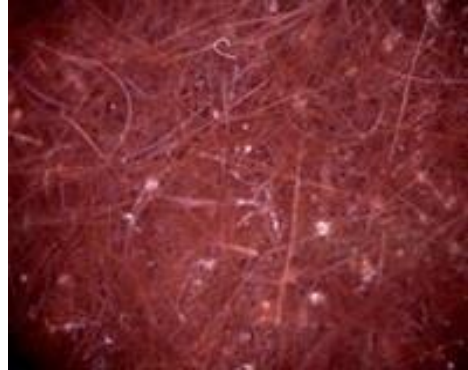


IMAGEN 28. BACTERIAS PÚRPURAS VISTAS POR MISCORCOPIO. FUENTE TENDENCIAS21

Bacterias Verdes Sulfurosas

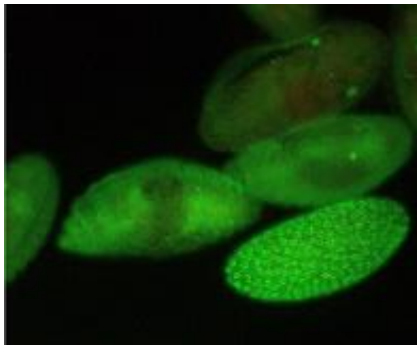


IMAGEN 29. BACTERIAS VERDES S VISTAS POR MISCORCOPIO. FUENTE NEOFRONTERAS

Habitan en las profundidades del mar, pueden usar la fotosíntesis para convertir el 100% de la luz que reciben en electricidad, ya que son capaces de mover los electrones a través de su sistema fotosintético sin perder energía en el camino. Mientras que un panel solar típico convierte alrededor del 15% de la luz que recibe en electricidad.

Bacillus mycoides

Son bacterias que viven en los suelos, y se pueden encontrar en ambientes como los terrenos volcánicos. Suelen tener un tamaño mayor a los 3 micrómetros y se presentan en forma de cadenas.

Estas bacterias pueden formar ácido a partir de glucosa, hidrolizar almidón, convertir peptona



IMAGEN 30. CULTIVO DE BACILLUS MYCOIDES. FUENTE ENCICLOPEDIA ABIS

(proteínas, una fuente de nitrógeno orgánico) en amoníaco, y sintetizar dióxido de titanio.

Es común su aplicación en pesticidas comunes ya que son capaces de inhibir el crecimiento de bacterias y hongos perjudiciales, sin haber ningún efecto negativo en los seres humanos o el medio ambiente descubiertos a la fecha, del presente documento.

Capítulo 3. Caso de estudio

Aplicación de Bacillus Mycoides en biotecnología blanca

La bacteria bacillus Mycoides se caracteriza por su habilidad de síntesis de moléculas complejas, lo que en el área de la biotecnología, permite la generación de materia prima, sin utilizar fuentes externas de energía.

En el campo específico de la Biotecnología Blanca, se han desarrollado investigaciones en las que se analiza la oportunidad de utilizar la bacteria Bacillus mycoides, como precursora de moléculas complejas aplicadas a la conformación de celdas solares.

Investigaciones como como H.K. Jun, M.A. Careem, A.K. Arof . Quantum dot-sensitized solar cells—perspective and recent developments: A review of Cd chalcogenide quantum dots as sensitizers. Centre for Ionics, Department of Physics, Faculty of Science, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia. 2013. Y Órdenes, N. Saona, L. Durán, V. Monrás, P. Use of titanium dioxide nanoparticles biosynthesized by Bacillus mycoides in quantum dot sensitized solar cells. Biomed Central, 2013. En las que sus resultados postulan la viabilidad de la utilización del dióxido de titanio, sintetizado por las bacterias, como parte del sistema fotovoltaico de una celda solar. Lo anterior, define grandes ventajas en el área de células solares, ya que al ser sintetizadas por procesos biológicos, la huella de carbono se reduce significativamente. Además, al tener un origen de síntesis orgánico, los elementos involucrados son biodegradables, y con una baja vida media cuando están en desuso.

Quantum dots

Los quantum dots, o conocidos también como puntos cuánticos, es un nano cristal de naturaleza semiconductor. Siendo lo suficientemente pequeños como para presentar propiedades de mecánica cuántica.



IMAGEN 31. QUANTUM DOTS . FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Entre las propiedades más particulares que tienen, está su capacidad de reemisión de luz., a través de una longitud de onda muy específica dependiente del tamaño del quantum dot. Mientras más pequeños son los puntos, menor es también la longitud de onda, y más acentuadas son las propiedades cuánticas de la luz que emiten. Esto último significa que el intervalo de banda en un punto cuántico que determina la gama de frecuencia de la luz emitida está inversamente relacionado con su tamaño.

El tamaño de un punto cuántico se establece cuando se hace, permitiendo controlar sus propiedades conductoras a través del tamaño que se define.

Se han estudiado aplicaciones de puntos cuánticos en transistores, células solares, LEDs y láseres de diodo. También se ha investigado su utilización como agentes para el tratamiento de imágenes médicas y como posibles qubits en la computación cuántica. Su primera aplicación comercial fue el 2013, en un televisor de pantalla plana de Sony (XBR X900A).

Celdas solares a partir de Bacillus Mycoides, sensibilizados con quantum dots, sintetizados a partir de la misma célula.

En la investigación de Órdenes, N. Saona, L. Durán, V, Monrás, P.(2013) Use of titanium dioxide nanoparticles biosynthesized by Bacillus mycoides in quantum dot sensitized solar cells. Biomed Centra, se propone el principio de una celda solar, conformada por electrodos de TiO_2 , sintetizada por Bacillus Mycoides. La gran ventaja de la utilización de esta bacteria

en especial, es su capacidad por sintetizar dióxido de titanio como un sólido en solución, el cual es una molécula de gran conducción eléctrica, lo que permitiría el desarrollo de una celda más eficiente que otras de su tipo. En la Imagen 32, extraída del último paper referenciado, se muestra:

“Nanopartículas antes (A) y después de lavados sucesivos en agua (b). El recuadro en (a) muestra la morfología esférica de nanopartículas de TiO_2 . El recuadro en (b) muestra el tamaño histograma de la distribución de las nanopartículas. Flecha cabezas indican NPs de TiO_2 individuales. Las imágenes se obtuvieron con una ampliación 100,000 x.”

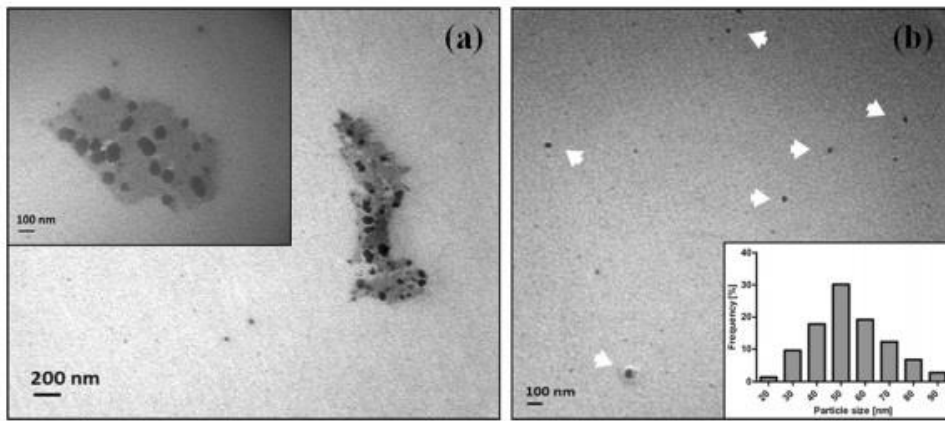


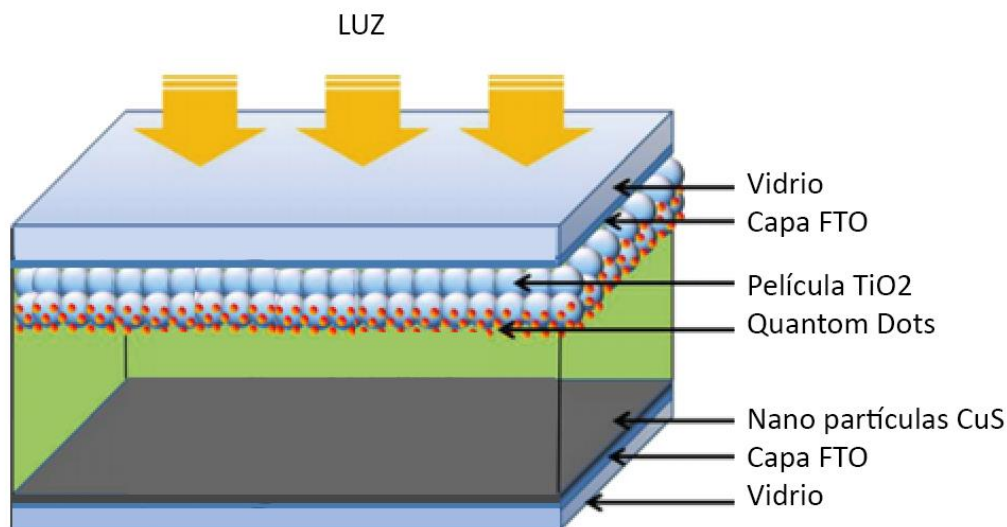
IMAGEN 32. NANOPARTÍCULAS DE TiO_2 SINTETIZADAS POR *B. MYCOIDES*. FUENTE USE OF TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES BIOSYNTHESIZED BY *BACILLUS MYCOIDES* IN QUANTUM DOT SENSITIZED SOLAR CELLS.

En la investigación, se desarrollaron probetas de celdas solares con propósito de estimar la factibilidad de los electrodos de TiO_2 , como ejes del sistema fotovoltaico.

A partir de la bacteria B.M. también se sintetizaron nano partículas metálicas llamadas Quantum dots, cuya función en el sistema fotovoltaico, fue absorber la energía solar como energía eléctrica.

El contacto de las nanopartículas, quantum dots, con la luz solar, produce la excitación de sus electrones. El flujo de corriente es la energía generada por el paso de los electrones excitados a través de la solución de dióxido de titanio.

Por otra parte, se utilizó como electrolito una solución llamada Redox, la que se ubicó entre el ánodo y el cátodo. La función del electrolito es mantener un flujo constante de corriente a través de la absorción y liberación de los electrones.



ESQUEMA DE CELDA SOLAR SENSIBILIZADA CON QUANTUM DOTS. FUENTE: USE OF TITANIUM DIOXIDE NANOPARTICLES BIOSYNTHESIZED BY BACILLUS MYCOIDES IN QUANTUM DOT SENSITIZED SOLAR CELLS..

Las probetas de celdas fabricadas durante la investigación, estaban constituidas por:

Ánodo: Vidrio FTO, recubierto por una película de nanopartículas de TiO₂ biosintetizada por B.M. Además, a esta película se le adicionaron Quantum Dots (CdTe-GSH), sintetizados también por la bacteria B.M.

Electrolito: Solución (líquido) Redox,

Cátodo: Película de platino sobre vidrio FTO.

Síntesis de hidróxido de titanio a partir de *Bacillus mycoides*

El dióxido de titanio se obtiene a través de la utilización de hidróxido de titanio Ti(OH)₃ como molécula precursora. Esta última se obtiene mediante la hidrólisis de isopropóxido de titanio, la cual se agita durante horas en condiciones frías con hielo hasta que se obtiene la solución de hidróxido de titanio. Para separar el hidróxido de titanio del alcohol isopropílico,

la solución se somete a centrifugaciones sucesivas y lavados con agua ultra pura. Finalmente, el hidróxido de titanio se suspende en agua y es secada por congelación (liofilización) durante 24 h.

Biosíntesis de nanopartículas de TiO_2

Los cultivos de mycoides se someten a crecimiento durante 12 horas a 37 ° C, mientras son expuestas a una agitación constante (150 RPM). Tras el crecimiento del cultivo, se les añade la solución de hidróxido de titanio y se incuba la mezcla a 37 ° C durante 24 h con agitación constante.

Después de este tiempo, la solución se incuba a temperatura ambiente durante 8 horas o hasta la aparición de un precipitado blanco que indica la producción de nano partículas de dióxido de titanio.

El precipitado se elimina del cultivo por centrifugación, se lava y se vuelve a suspender en agua ultra pura a través de sucesivas centrifugaciones.

En las imágenes, se muestra el proceso de síntesis de nano partículas de sulfuro de cobre (NPs CuS) como , realizado por Bioquímico Nicolás Órdenes, en el laboratorio de biotecnología y bioinformática de la universidad Andrés bello.

Todas las imágenes del proceso, presentadas a continuación, fueron tomadas durante el desarrollo de síntesis de nano partículas.



IMAGEN 33. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 34. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

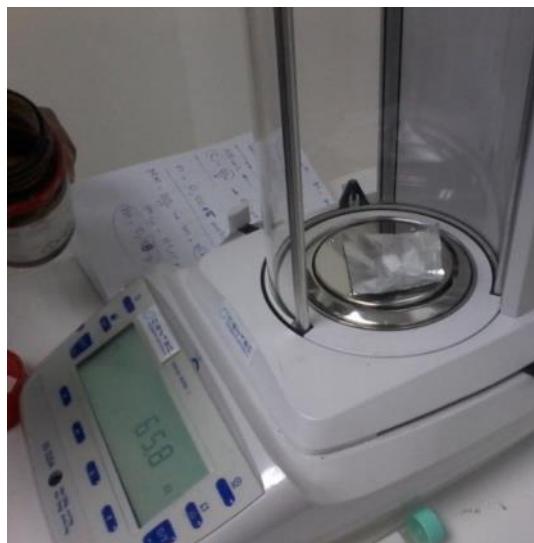


IMAGEN 35. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

En las Imágenes 33, 34 y 35, se muestra medición de masa del soluto para la concentración de síntesis de NPs CuS.



IMAGEN 36. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 37. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Imagen 36 y 37. Medición del volumen del soluble para la concentración de síntesis de NPs CuS



IMAGEN 38. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 39. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

CENTRIFUGACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN (MEZCLA SOLUTO Y SOLVENTE).



IMAGEN 40. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 41. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Imagen 40 y 41. Concentración para síntesis de NPs CuS en matras Kitasato, previamente esterilizada, con tapón de algodón y gaz



IMAGEN 42. CONCENTRACIÓN EN MATRAS KITASATO, AL INTERIOR DE DISPOSITIVO PARA AGITACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 43. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



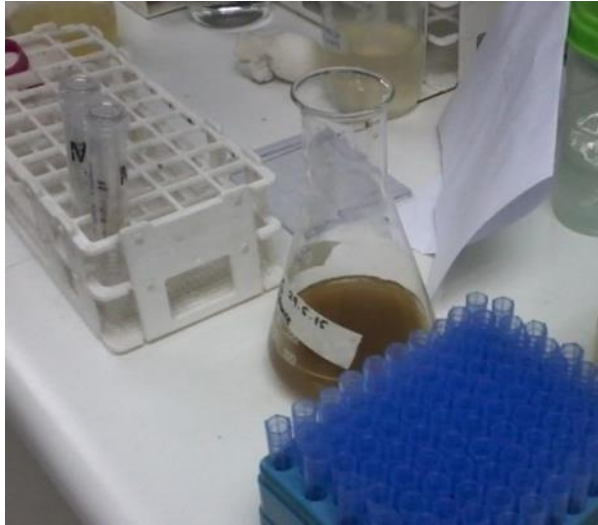


IMAGEN 44. CONCENTRACIÓN DE NPs CUS EN MATRAS KITASATO, TRAS 48 HORAS DE AGITACIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 45. CONCENTRACIÓN DE NPs CUS FILTRADAS EN CENTRIFUGADORA. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

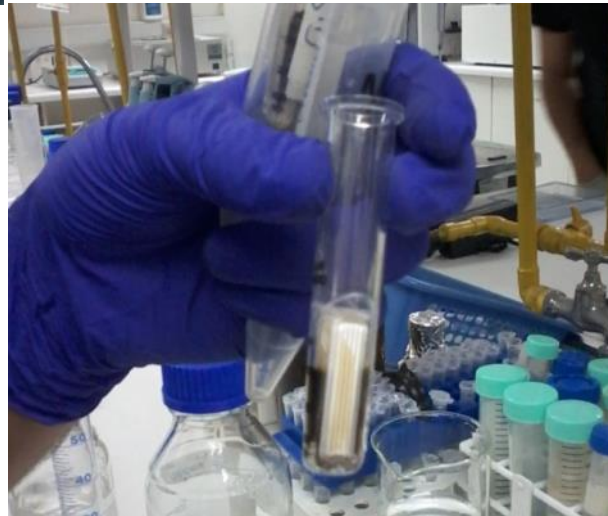


IMAGEN 46. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.



IMAGEN 47. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

Fabricación de células solares a partir de dióxido de titanio y quantum dots

Para fabricar los electrodos, se utilizó una cubierta de vidrio FTO (óxido de flúor de estaño dopado), con una resistencia superficial de $13 [\Omega / \text{SQ}]$ y con un 85% de capacidad de transmisión.

Los vasos conductores en los que se depositan las partículas se limpiaron mediante lavados sucesivos en etanol puro y agua desionizada, durante aproximadamente 10 minutos, con propósitos de eliminar los contaminantes orgánicos. Ya que éstos últimos, dificultan el proceso de transferencia de electrones en los electrodos.

El ánodo se conformó utilizando una suspensión de nano partículas de TiO_2 biosintetizadas que se depositaron sobre el vidrio mediante centrifugación, para homogeneizar el espesor de la película de nano partículas.

Los electrodos se sometieron a procesos de sensibilización a 450°C durante 30 min, gracias a la cual la película puede absorber directamente los puntos cuánticos y fijarse al vidrio.

El cátodo en particular, se prepara a partir de una solución en isopropanol, la que se vierte en un vidrio FTO por spin-coating y se calienta 20 min a 400°C .

El cátodo y el ánodo se ensamblan por capas y antes de cerrar la célula por compresión, se añade el electrolito en solución acuosa.

Para mantener comprimida la celda, se utilizaron arco clips.

Las celdas construidas durante la investigación de Órdenes, N. Saona, L. Durán, V. Monrás, P. Use of titanium dioxide nanoparticles biosynthesized by *Bacillus mycoides* in quantum dot sensitized solar cells. *Biomed Central*, 2013 , tuvieron como objeto establecer la viabilidad del uso de moléculas y nano partículas sintetizadas por la bacteria *Bacillus Mycoides*, como electrodos de una célula solar. Debido a lo anterior, los prototipos construidos no se proyectan como una opción de panel fotovoltaico, debido a sus características técnicas y formales. Ya que el propósito de su construcción, era validar la viabilidad del principio de la celda postulada, y no estimar su factibilidad como producto.

La construcción de las celdas, se realizó de manera artesanal. Es decir, con materiales y herramientas de fácil acceso, y fue ejecutado por el mismo científico que desarrolló la investigación, Nicolás Órdenes. El proceso de construcción consistió esencialmente en la síntesis de nano partículas, fijación de nano partículas en los vidrios FTO y el ensamblado de los vidrios y el electrolito.

El vidrio FTO, fue cortado en cuadrados de 2 cm por lado mediante un cortador de diamante.

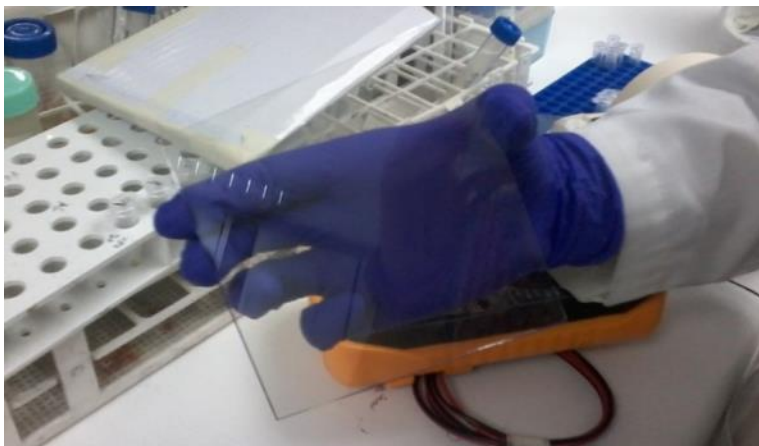


IMAGEN 46. VIDRIO FTO (ÓXIDO DE FLÚOR DE ESTAÑO DOPADO). FUENTE:
ELABORACIÓN PROPIA



IMAGEN 47 Y 48. VIDRIO FTO (ÓXIDO DE FLÚOR DE ESTAÑO DOPADO). FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

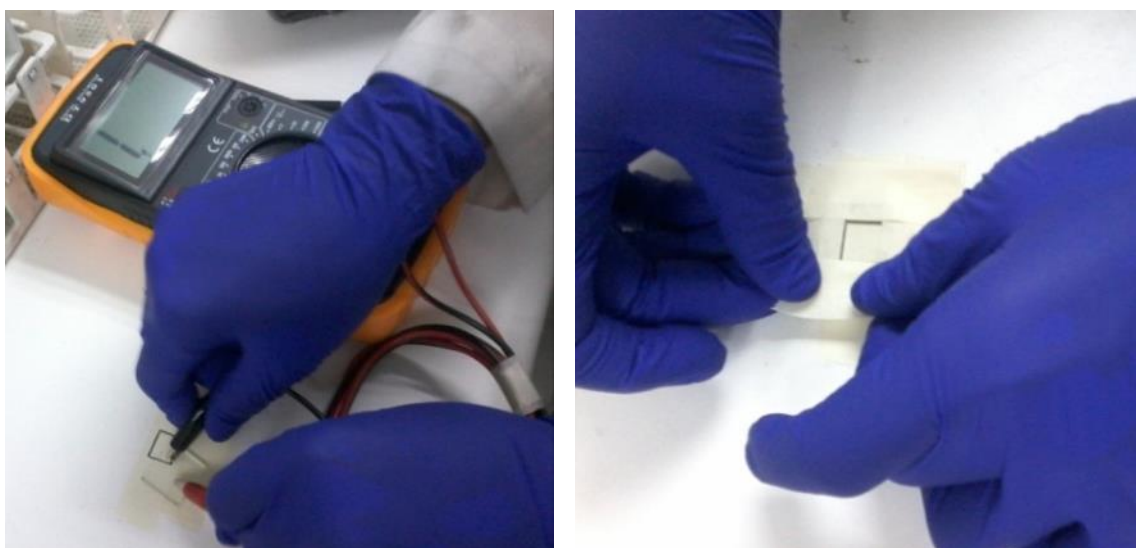


IMAGEN 49 Y 50. VERIFICACIÓN DEL LADO CONDUCTOR DEL VIDRIO Y DELIMITACIÓN DE PERÍMETRO. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

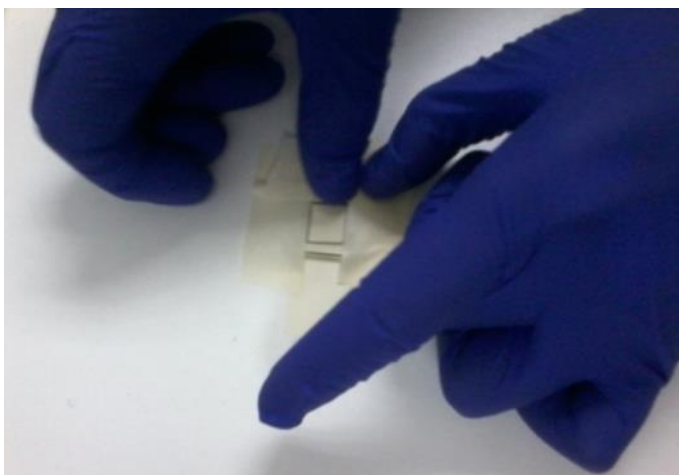


IMAGEN 51. SE DELIMITÓ EL PERÍMETRO EN EL QUE ESTARÍA LA PELÍCULA SOBRE UNA CINTA DE ENMASCARAMIENTO, PARA SER USADA COMO ESTADILLO
FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

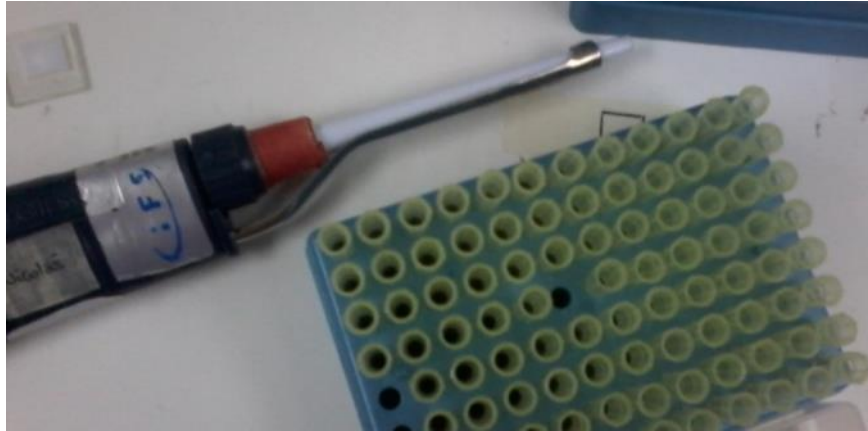


IMAGEN 52. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Con cinta de enmascaramiento se cubrió el área externa al cuadrado dibujado, a modo de plantilla.

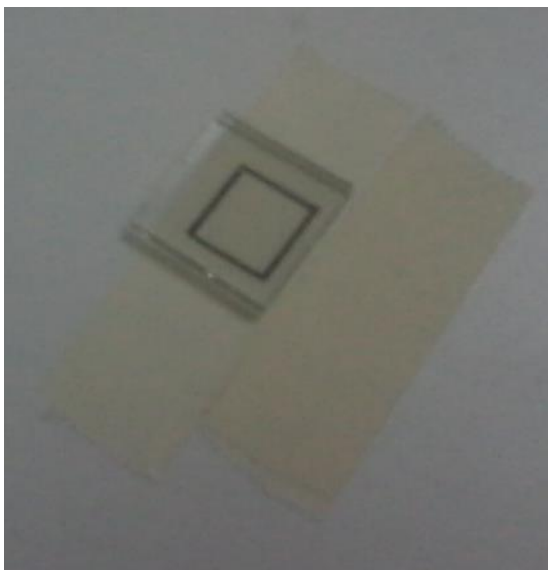
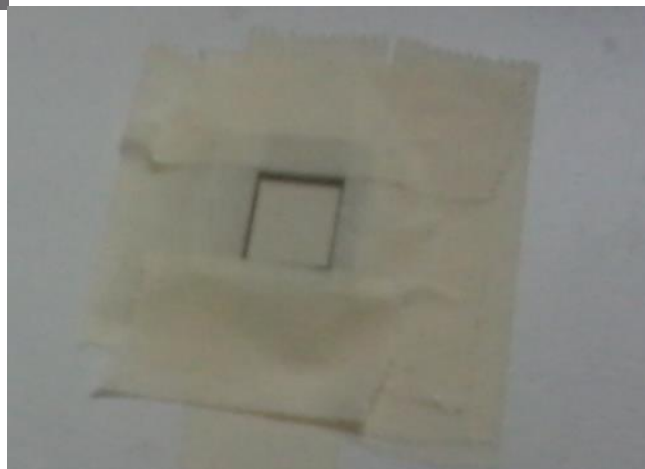


IMAGEN 53. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

IMAGEN 54. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Al agregar la solución con nanopartículas al vidrio, se centrifugó.



IMAGEN 55 Y 56. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

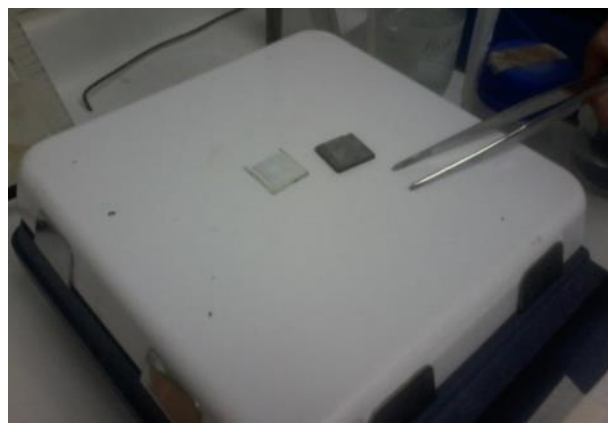
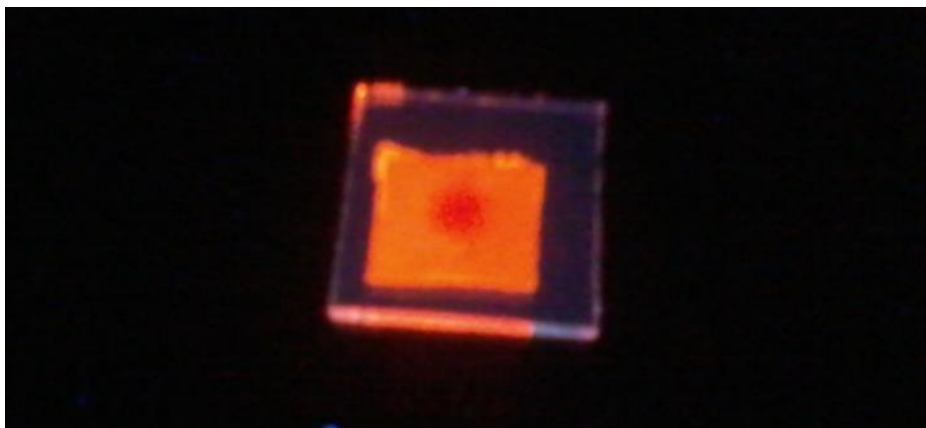


IMAGEN 57, 58 Y 59. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA



Para fijar la película a la superficie del vidrio, se aplica calor

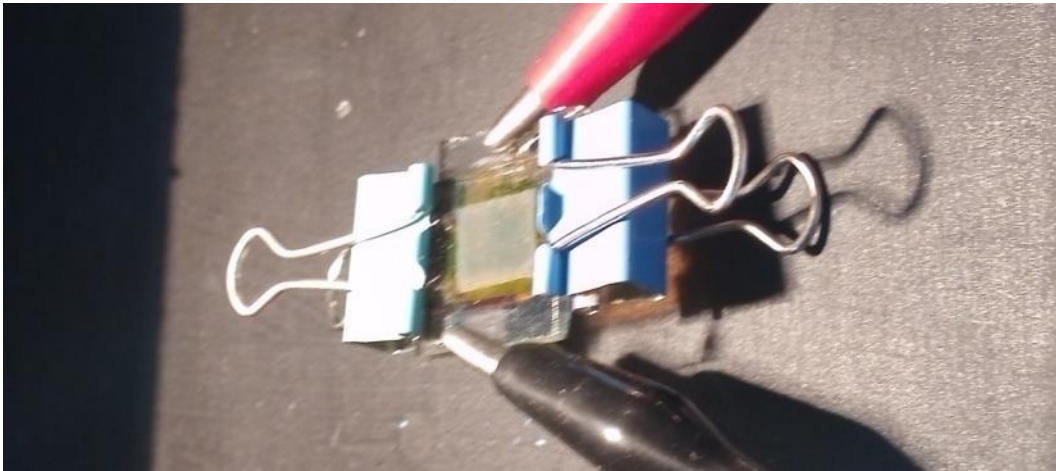


IMAGEN 60. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

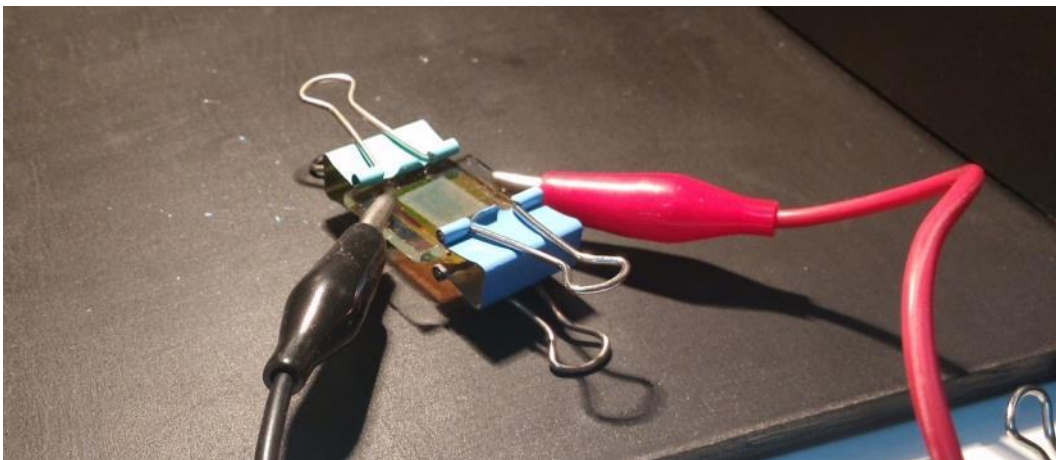


IMAGEN 61. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

La falta de herramientas y conocimientos en la fabricación de los prototipos de celdas, interfirió en los resultados de la investigación. Ya que si bien se logró establecer el objetivo principal; "determinar la viabilidad del uso de nano partículas de TiO_2 como electrodos de una celda, el espectro de los resultados obtenidos es acotado y propenso a error, por ser residuales de experimentos desarrollados con probetas de baja calidad. Además, otras variables como el estado líquido del electrolito, no fueron consideradas en la construcción de las celdas para pruebas de prototipos, interfiriendo también en los resultados. Tomando

.....

como ejemplo el estado líquido del electrolito, a medida que pasaba el tiempo, la eficiencia de la celda disminuía puesto que éste se evaporaba. Por lo tanto, se evidenciaba una problemática simple, pero de gran impacto en la investigación, ésta sería: **“falta de herramientas técnicas específicas para el desarrollo de experimentos de bioceldas y la medición de sus resultados”**. Esto último, a su vez, se presentaba como una clara oportunidad de intervención para el diseño industrial, como un agente facilitador de la investigación científica experimental

Proyección de la investigación nacional de biotecnología en los próximos años

El desarrollo de energías alternativas a partir de recursos renovables y amigables con el ambiente, son los ejes principales de las investigaciones de biotecnología blanca en el mundo. Ya que la preocupación constante por la sobreexplotación de recursos limitados y el daño medioambiental, son una crisis en potencia, de un alto impacto negativo.

El objetivo de las investigaciones del área es cambiar el paradigma energético actual, para sustituirlo por métodos eficientes, económicos y que no representen una fuente de alta contaminación mientras están en desuso.

La integración del diseño industrial en los procesos de investigación de biotecnología podría favorecer en diferentes aspectos los estudios, ya que podría actuar con un rol de agente facilitador en los procesos de laboratorios, haciéndolos más eficaces y rápidos en la obtención de resultados, así como también podría contribuir en las proyecciones de aplicación de los nuevos desarrollos. Transformando los laboratorios en incubadoras de innovación, enfocadas fuera de la academia, impactando con soluciones aplicables y replicables en diferentes áreas competentes a la sociedad.

Tendencias mundiales: Open Source

Open Source u fuente abierta, es el término con el que se denomina a los softwares y hardwares de libre acceso. Esta libertad está tanto en la gratuidad de su adquisición como en su desarrollo, sin restricciones de licencia. Este modelo se basa en el libre acceso, la co-creación y el desarrollo colaborativo de un proyecto. Esto permitiría la generación de un resultado de mayor calidad que además está en constante mejora.

El libre acceso se ha transformado en todo un movimiento social que se extiende a diferentes áreas de interés humano. Por ejemplo, además del mencionado Open source, se encuentran el Open Data (Datos Abierto), Open Access (Acceso Abierto), Open Designs (Diseños abiertos), Open Government (Gobierno Abierto), Open Science, entre otros.

Open Science por su parte, es el movimiento que busca darle acceso a la sociedad al conocimiento, datos, metodologías e información utilizada y desarrollada en la investigación científica. Además incita el trabajo colaborativo y la contribución de participantes externos al liberar el acceso a la información relacionada a una investigación. Información como los datos obtenidos, procesos, protocolos, metodologías, notas de laboratorio, etc. al ser liberadas, permite la continuidad de las investigaciones por otros científicos y a su vez, una mayor filtro de investigaciones cuestionables (de dudosos resultado) por ser su reproductibilidad una realidad (concreta y masiva).

Dentro del contexto de ciencia abierta además, existen espacio de trabajos que buscan la integración multi-disciplinar para convertir las investigaciones en aplicaciones concretas, ya sea para desarrollo tecnológico o como solución a problemas humanos y sociales. Los Lab space por ejemplo, son laboratorios científicos y de prototipado, cuyo objetivo es facilitar y potenciar el trabajo del investigador mediante el uso de prototipos especialmente diseñados para ellos, o bien, buscan transformar las investigaciones en emprendimientos.



Figura 12 Fuente: Santiago Lab Space, la tercera

Capítulo 4. Diseño

Definición de las instancias investigativas que se intervendrán a través de diseño.

El cliente: Laboratorio de Nanotecnología y microbiología y su relevancia durante el trabajo de observación.

La institución científica presentada en el caso de estudio, corresponde a un laboratorio de Nanotecnología y Microbiología, parcialmente dependiente de la Universidad Andrés Bello. Se sustenta mediante financiamientos CORFO, CONICYT, Fondecyt, etc. También desarrollan proyectos privados (solicitados por empresas), concursos, patentes, entre otras cosas.



Figura 13
Fuente:
Santiago
Lab Space,
la tercera

Como cliente del proyecto de intervención de diseño, era relevante entender la esencia del funcionamiento del laboratorio. Ya que, de cierta manera, la institución es un ecosistema en el que sub existen muchas investigaciones,, con dinámicas de trabajo, protocolos, lenguajes y ambientales que las concilia a todas ellas. Para intervenir una investigación entonces, era importante entender cómo funcionaba su contexto y cómo éste se definía. Por lo que se decidió integrar al diseñador a la rutina de trabajo del laboratorio durante parte del tiempo dedicado a la observación. Esta etapa se desarrolló durante, aproximadamente, dos de las cuatro semanas que se dedicaron al primer periodo de observación, y permitió generar el contexto que delimitaría cualquier intervención de diseño.



IMAGEN 61, 62 Y 63. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Tras el primer periodo de observación de la investigación experimental de Bioceldas solares, se definieron cuatro fases principales (véase gráfico página siguiente)

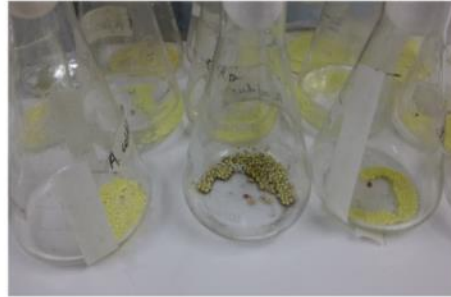


Figura 14: Fuente: elaboración propia basado en Time line designed byfreepick

BIOSÍNTESIS DE NANOPARTÍCULAS (NPs)

Las nanopartículas son el material utilizado como compuesto fotoeléctrico en la celda solar. Éstas son producidas por la bacteria *Bacillus Mycoides* mediante procesos biológicos, lo que hace que esta síntesis sea limpia; sin emisiones contaminantes y biodegradable.

El proceso de síntesis y extracción de NPs se realiza en el laboratorio de Nanotecnología y Microbiología. Y si bien se trata de un trabajo complejo, se realiza sin mayores problemas ya que es parte del área acostumbrada de conocimiento de este tipo de laboratorios, habiendo experiencia e infraestructura pertinente para manejarlo satisfactoriamente.



CONFORMADO DE CELDA SOLAR

Composición de una célula solar a partir de la integración del material biosintetizado y cualquier otro componente necesario para la conformación de un conjunto fotoeléctrico. Etapa compleja, propensa al error por falta de recursos específicos, conocimiento técnico y experiencia, ya que trasciende el marco epistemológico acostumbrado de la Nanotecnología y la Microbiología como ciencias.

En esta fase, se arriesga la integridad de los componentes constituyentes de la celda y se compromete la fiabilidad de los resultados por ser vulnerables a fallas y errores derivados de la confección y de la manipulación de las celdas y el resto del equipo utilizado. Esta etapa es crítica, ya que define los alcances, magnitud y proyecciones de la investigación.



PARÁMETROS FOTOVOLTAICOS

Medición del comportamiento eléctrico de las celdas, al ser sometidas a un foco emisor de luz. Gracias a la información obtenida, el científico puede caracterizar las células fotoeléctricas para establecer comparaciones, conclusiones y observaciones y variables para próximas investigaciones. Para la obtención de estos datos, la celda solar se debe conectar a dos instrumentos de medición; un amperímetro para medir corriente y un voltímetro para el voltaje, y una resistencia variable. Las investigaciones de este tipo presentan sus datos de caracterización, esencialmente mediante un gráfico de corriente y voltaje, por lo que las comparaciones entre las diferentes celdas se realiza a partir de este gráfico. Es importante mencionar, que el formato acostumbrado de caracterización de celdas biosintetizadas en las publicaciones, tienen un área activa de 1 cm

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Como en todo contexto académico, el objetivo principal de todo el trabajo que se realiza en el laboratorio, es la generación de conocimiento. EL educar, presentar y enseñar la información y datos obtenidos a un público heterógeno, fuera del contexto universitario es parte del trabajo que se realiza. Ya que permite extender la labor académica, y generar interés en otros contextos; creando redes, conexiones, financiamiento e inversiones de capital para distintos proyectos. Debido a lo anterior, la comunicación del conocimiento generado es tan importante como la Investigación en sí, ya que es el puente conector del trabajo del laboratorio y la sociedad



Capítulo 4. Propuesta de diseño

El presente proyecto, propone una intervención, en la que el diseño está enfocado en la etapa experimental de la investigación, considerando al científico como el actor protagonista del proceso, ya que valida su rol como usuario en el ejercer académico. Por lo tanto, el eje basal de la presente intervención de diseño, se resume en la siguiente proposición:

Facilitar¹ el trabajo experimental de celdas, para el investigador. (Véase objetivo general)

Entendiéndose por facilitar, como aquella cualidad de un objeto(s), que permite la ejecución de una tarea o actividad, de tal manera que no requiere de un gran esfuerzo, habilidad o capacidad del usuario. Permitiendo el desarrollo de dicha actividad, de un modo más eficiente² y eficaz³. Siendo éstos últimos conceptos, por una parte, la buena utilización de los recursos en el desarrollo de un proceso, en pos de alcanzar un objetivo determinado, y la capacidad para alcanzar dicho objetivo, independiente a los factores o condiciones contextuales.

¹ Facilitar: tr. Hacer fácil o posible la ejecución de algo o la consecución de un fin. (RAE 2015)

Fácil: adj. Que no requiere gran esfuerzo, habilidad o capacidad. (RAE 2015)

² Eficiente: adj. Que tiene eficiencia. (RAE 2015)

Eficiencia: f. Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado. (RAE 2015)

³Eficaz: adj. Que tiene eficacia. (RAE 2015)

Eficacia: f. Capacidad de lograr el efecto que se desea o se espera. (RAE 2015)

Usuario



IMAGEN 64. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

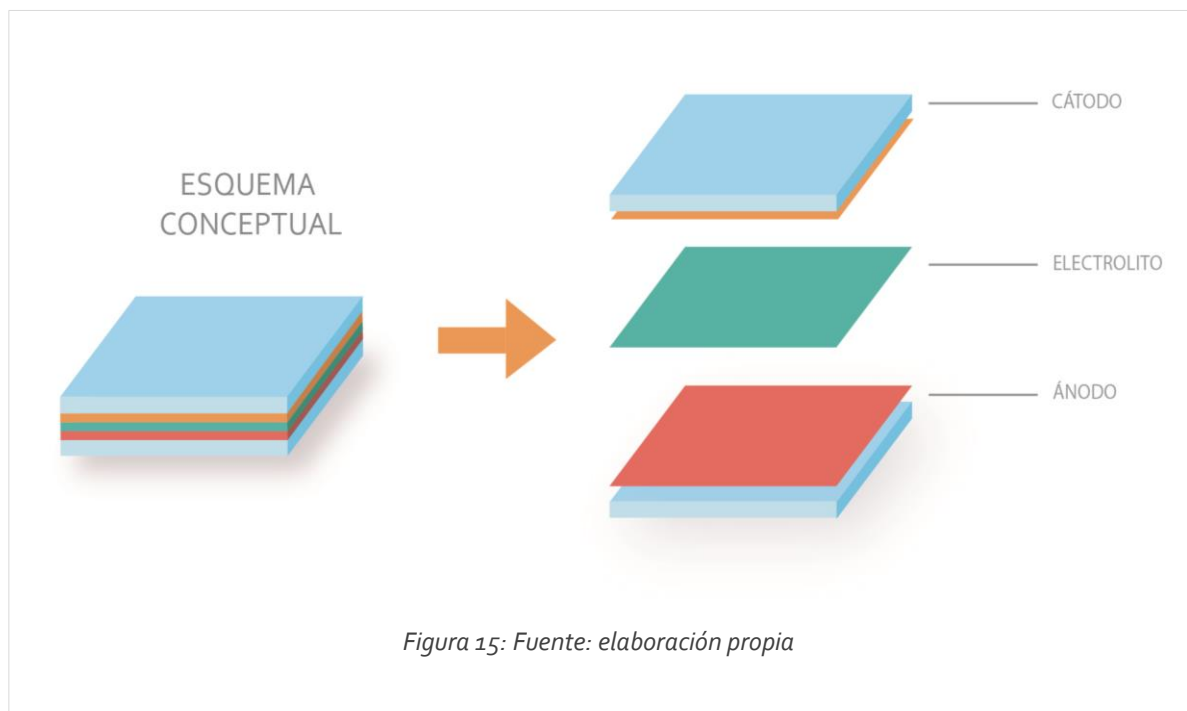
El usuario entonces, se define como el investigador académico, del área científico-química, en la especialidad de Nanotecnología. Y su perfil, si bien es dinámico por abarcar contextos nacionales e e internacionales, a un modo general, podría establecerse en las siguientes estipulaciones:

- Se abarcan todos los sexos y nacionalidades.
- De profesión bioquímico, microbiólogos o afín
- Suele estar entre el rango de los 23-45 años.
- Es estudiante de post-grado o doctorado.
- Realiza investigaciones en el área.
- Usa constantemente herramientas manuales durante el trabajo experimental.
- Desarrolla tareas de exigencia psicomotora de complejidad baja y media.
- Generalmente, utiliza guantes desechables para trabajar.



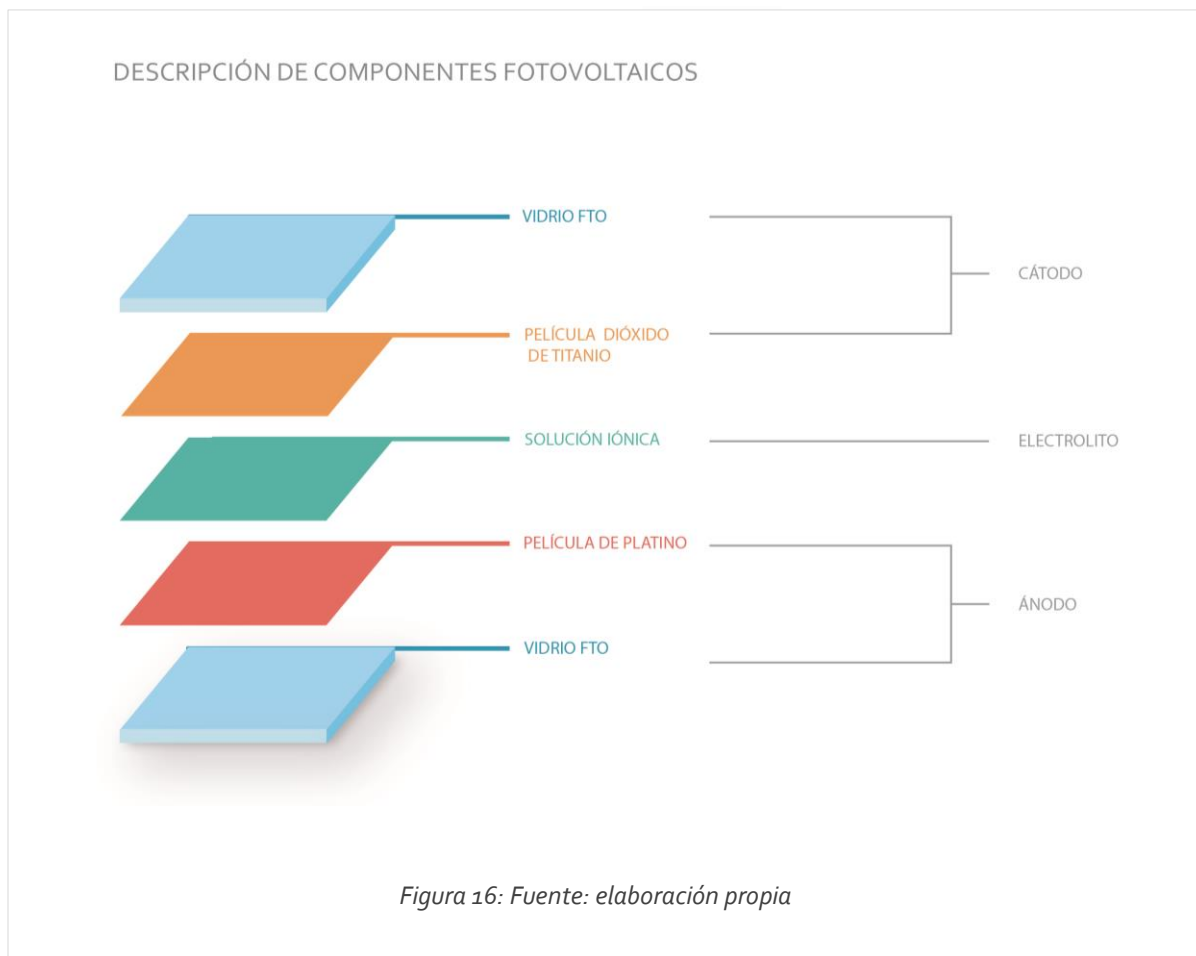
Modelo Fotovoltaico por capas

La experimentación de celdas biosintetizadas por bacterias, habitualmente, se realiza por la conformación de un modelo fotovoltaico por capas (cátodo-electrolito-ánodo) y vidrio conductor (FTO), como se muestra en las siguientes figura 15 y 16:



En la figura 15, se esquematizan las partes estructurales que conforman una celda fotovoltaica. Ésta configuración, es el modelo que constituye la esencia del principio eléctrico subyacente en un elemento fotovoltaico, por lo que es extrapolable a cualquier tipo de celda.

Siendo entonces necesario, conservar esta misma esencia en el diseño de la propuesta, y definirla como su principio estructural. Ya que así, dicha proposición, podría extrapolarse a otras investigaciones del área que usen este mismo patrón constructivo.



En la Figura 16, se exponen los elementos que se utilizan para conformar las partes estructurales de la celda. Siendo objeto de las investigaciones del área, la pesquisa de posibles partículas (usadas como películas) que se aplican en los electrodos, el tipo de solución iónica que se emplea como electrolito, películas sensibilizadoras de otras partículas en los electrodos, las combinaciones entre ellas, y los métodos y fuentes de síntesis de todas ellas.

Los axiomas anteriores, tanto de usuario como de principio constructivo, permitieron establecer los cimientos que en cursaron la propuesta de diseño, definiendo cuatro requerimientos generales:

	TEMÁTICA RELACIONADA	CONCEPTO ASOCIADO	REQUISITO	COMENTARIOS
1	ACADEMIA	OPEN SCIENCE	ACCESIBILIDAD	Materiales accesibles, en cuanto a precio y complejidad. Además el conformado o producción, debe ser mediante herramientas de prototipado rápido, equilibrando las variables precio-tiempo y además, se prioriza la producción local. Lo anterior, otorga consistencia desde el contexto de sustentabilidad que impulsa las investigaciones del área, ya que limita el gasto energético y polución asociada al transporte y se produce sólo lo demandado.
2	PROFILAXIS		CONSIDERACIONES HIGIÉNICAS	Tomando en cuenta que las celdas son conformadas por material biológico, y acorde a los protocolos de los laboratorios de Nanotecnología, las herramientas a utilizar en todo experimento deben ser fácilmente lavables (evitar materiales porosos) o desechables y cualquier suciedad o elemento externo debe ser fácilmente identificable (visualmente).
3	INVESTIGACIÓN COLABORATIVA	OPEN SCIENCE	DISEÑO DE SISTEMA	Estandarización y replicabilidad del proceso experimental de celdas biosintetizadas en modelo fotovoltaico por capas de vidrios FTO, de tal manera que pueda ser utilizado para evaluaciones de celdas con distintos biomateriales, sintetizados por distintas bacterias.
4	PROTOCOLO EXPERIMENTAL	FORMALISMO	CONSIDERACIONES HIERÁTICAS	Experimentación de celdas en triplicado, bajo las mismas condiciones, y evaluación del desempeño eléctrico de un área activa de 1cm ² por celda

Figura 17: Fuente: elaboración propia

Propuestas de Diseño

Una vez ya definidas las instancias investigativas a intervenir, y los requerimientos y condiciones generales que en cursarían los diseños, se desarrollaron distintas propuestas para complementar la investigación. Las que se concibieron paulatinamente, como resultado a un proceso de trabajo de aproximadamente 11 meses.

Para el desarrollo de este proyecto además, fue indispensable la ejecución constante de pruebas de medición de celdas (en diferentes formatos constructivos), para establecer las directrices técnicas y morfológicas necesarias de diseño, además de un contexto comparativo de evaluación. También se diseñaron y construyeron varios prototipos de celdas y de otros elementos auxiliares para los diferentes procesos involucrados.

Los prototipos presentados en el presente documento, son testimonio del trabajo conjunto realizado durante Marzo 2015 a Enero 2016, en el que el científico y el diseñador, trabajaron de manera colaborativa para crear una solución que considera la dimensión técnica y humana del investigador, y que busca ser una herramienta de trabajo, en la experimentación con celdas.

CRONOLOGÍA DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PROTOTIPOS

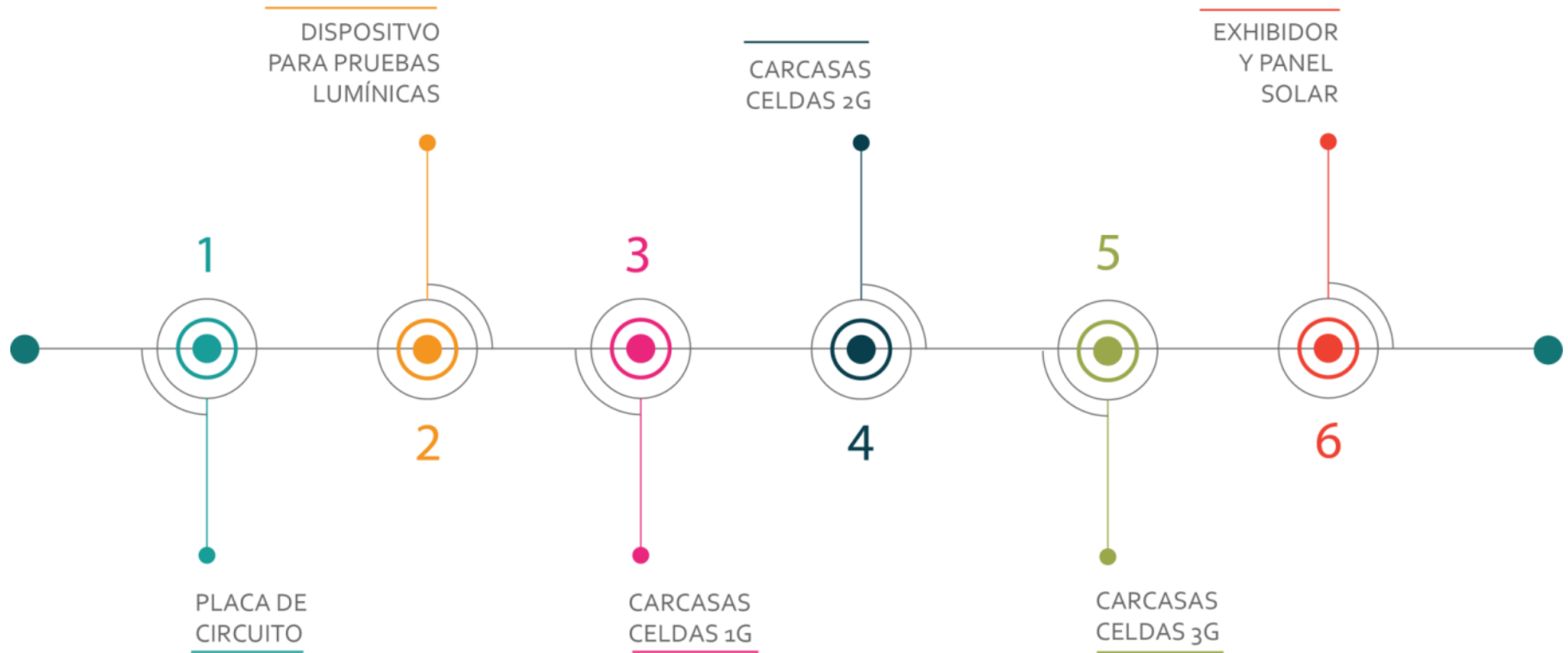
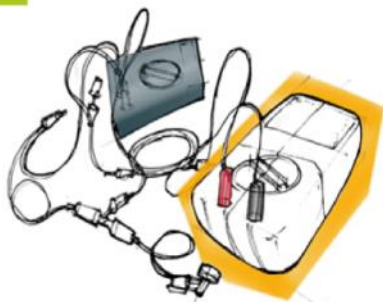


Figura 18: Fuente: elaboración propia

PLACA DE CIRCUITO

SITUACIÓN PROBLEMA

Pérdida de corriente en el circuito para medición de celdas, por longitud de cables conectores y presentación confusa de de sus conexiones, incentivando el error del operador y de los resultados, por fallas en la conexión del circuito.

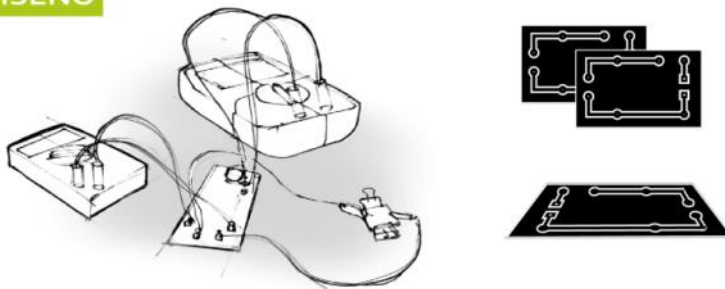


ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN



Disminuir la extensión de los cables mediante el uso de una placa de circuito (PCB) a la que se le conectan los dispositivos constituyentes del sistema eléctrico para medición. Es importante, que todos los dispositivos y cables conectores puedan ser removidos de la placa

PROPUESTA DE DISEÑO



Si bien la realización de una PCB trajo beneficios a la investigación al disminuir las interferencias en los resultados por errores de conexión, el mayor impacto de la Placa fue en el usuario; ya que facilitó su labor en la conexión de los diferentes componentes del circuito, haciendo así de la experimentación, un proceso mucho más rápido y eficaz durante las mediciones.

PROTOTIPOS



DESARROLLO DE PROTOTIPOS

COMENTARIOS

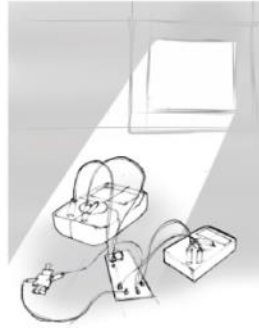
DISPOSITIVO PRUEBAS LUMÍNICAS

SITUACIÓN PROBLEMA

Las pruebas de iluminación de las celdas, se realizaban con la luz que se recibía desde una ventana del laboratorio, con dirección oriente.

Para las mediciones fotovoltaicas, a modo general, es importante que éstas se realicen bajo una iluminación que se mantenga constante, durante la evaluación de todas las muestras, e idealmente, sea el mismo en todos los experimentos.

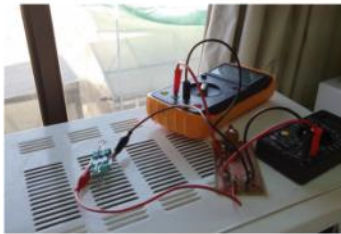
El rendimiento de una celda, por lo demás, varía según el ángulo de incidencia del rayo de luz sobre la superficie del electrodo.



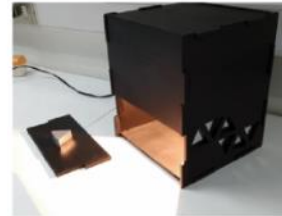
PROTOTIPO DIGITAL



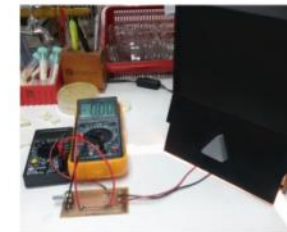
ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN



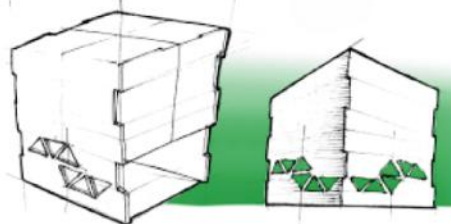
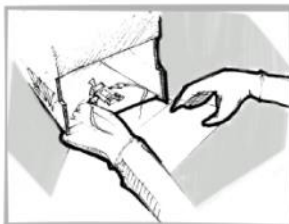
Desarrollar un foco de iluminación, único y constante, para la realización de pruebas lumínicas. Contener las células, durante las evaluaciones, en un dispositivo que pueda aislarlas de posibles interferencias que podrían ocasionar estímulos del medio, sobre la trayectoria de la luminiscencia. Además, dicha contención, permitiría aislar la muestra de la incidencia de otros focos de luz, no considerados, y que podrían interferir en los valores de los resultados obtenidos.



PROTOTIPO



PROPUESTA DE DISEÑO

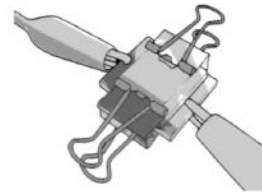


COMENTARIOS

La estandarización de la fuente de luz en la medición de las celdas, permite una comparación más certera en la evaluación de las distintas celdas, además de otorgarle una mayor validez a los resultados obtenidos en las investigaciones realizadas usando el dispositivo, ya que se disminuyen las variables ambientales relacionadas a la luz.

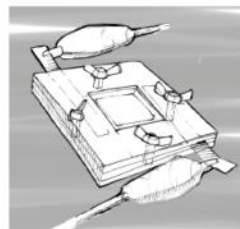
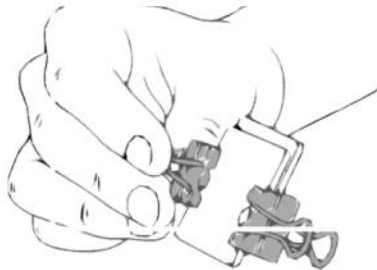
SITUACIÓN PROBLEMA

La constitución de las bioceldas, se basaba en un sistema por capas; Electrodo-Electrolito-Contra electrodo, fijados mediante dos prensas clips. Este sistema constructivo, si bien permitía configurar una celda solar, no lo hacía de una manera efectiva. Pudiendo mermar parte de su eficiencia e interfiriendo en datos como los valores resultantes con las mediciones o incluso interviniendo en la misma captura de datos. Además, las celdas tenían una vida útil muy acotada, por la falta de aislación del electrolito (en estado líquido) y las prensas clips fraccionaban la superficie de los electrodos con el uso.



ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN

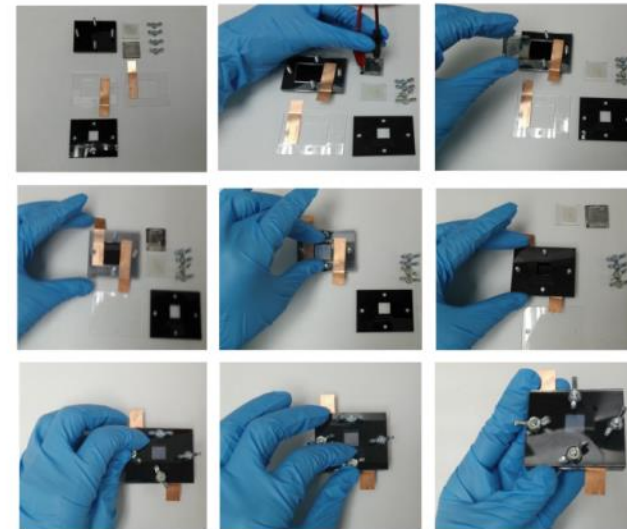
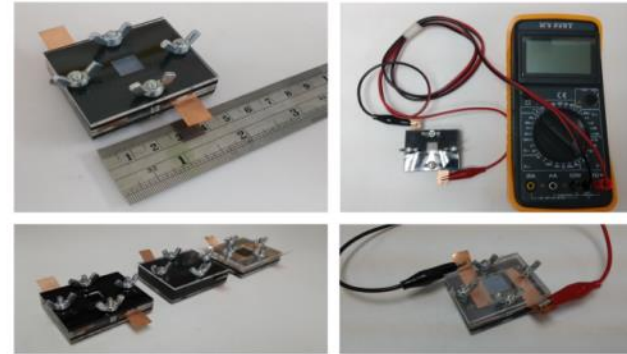
Contener los electrodos en un dispositivo, que además de darles soporte y mantenerlos fijos en una posición determinada, permita proteger los componentes fotovoltaicos del medio. El aislamiento parcial del electrolito, permitiría prolongar el período antes de su evaporación y así extender la vida útil de la celda. Para mejorar la captura de los datos eléctricos, se utilizarán pletinas de cobre para conexiones desde la célula.



PROPUESTA DE DISEÑO

El desarrollo de este prototipo permitió establecer que la celda no tiene un buen comportamiento eléctrico al estar sometida a compresión. Además, comprobó que el aislamiento del electrolito, efectivamente extiende su vida útil de minutos a días, y que el uso de pletinas de cobre permite una mejor captura de los datos. Sin embargo, la adición del electrolito a la celda sigue representando un problema. Finalmente, el corte irregular de los vidrios usados como electrodos, ocasionaba que la celda no fuera compatible con todos ellos, dejando fuera los que sobrepasaban en más de 0,51 mm a la medida del marco. Magnitud la cual fue definida como el rango variable de tolerancia del marco, puesto que una medición previa de 15 vidrios de , fue el valor de la variación máxima registrada.

PROTOTIPOS

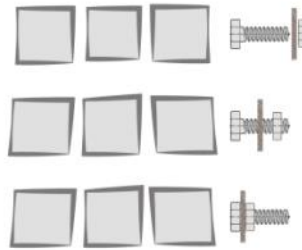


COMENTARIOS

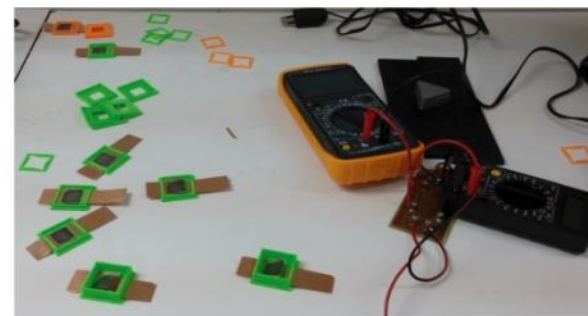
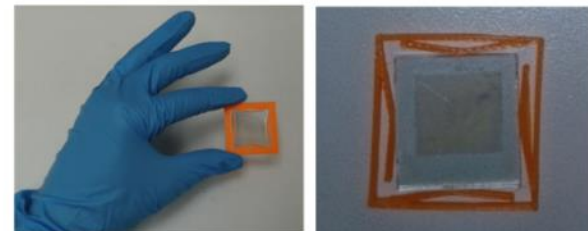
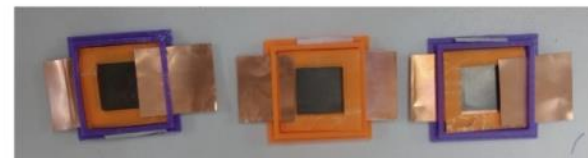
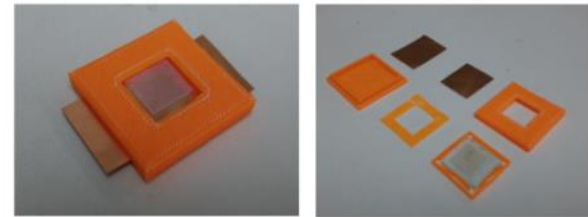
Figura 21: Fuente: elaboración propia

SITUACIÓN PROBLEMA

Tras la realización de las carcasas de primera generación (1G) se detectaron 2 problemas; por una parte, los vidrios FTO utilizados como superficies para los electrodos estaban cortados de manera irregular, llegando a haber diferencias de hasta 1,8 mm en las medidas de sus lados, lo que complicaba su sujeción al interior de la carcasa. Además, con las pruebas realizadas, se infirió que este tipo de celdas, no tienen un buen rendimiento eléctrico al estar sometidas a compresión, por lo que el usuario debía calibrar manualmente la presión que ejercían las tuercas sobre la celda.

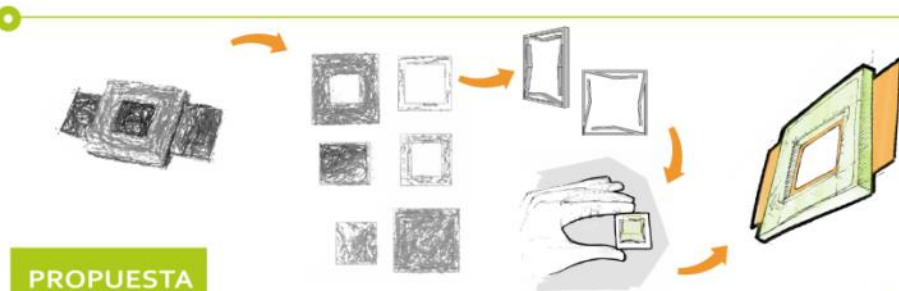


PROTOTIPOS



ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN

Contener la celda al interior de un dispositivo que mantenga los componentes fotovoltaicos fijos en una posición, sin que se ejerza fuerza perpendicular (Eje Y) sobre ellos. Para realizar lo descrito, se utilizó un modelo constitutivo por capas, y al igual que en la versión anterior de la carcasa, éstas tuvieron la huella tridimensional de los componentes fotovoltaicos, con objeto de usarlos como marcos contenedores. Para adaptarse a las diferentes medidas de corte de los electrodos, se diseñó un marco adaptable a variaciones de hasta 1mm por lado, el cual fue la pieza clave del objeto



PROPUESTA DE DISEÑO

El diseño de esta celda permitía mantener los componentes de la celda fijos en una posición, sin ejercer fuerza de compresión (eje Y) sobre ellos. Los resultados de corriente y voltaje eran mayores que en la celda anterior, por lo que desde el punto de vista eléctrico, era más efectiva. Sin embargo, la manipulación era más dificultosa y la aplicación del electrolito era irregular, tanto en la cobertura de la misma celda como respecto a cada una de ellas.

COMENTARIOS

SITUACIÓN PROBLEMA

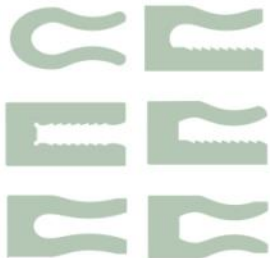
La aplicación del electrolito en la celda era una de las mayores problemáticas que se concluyó tras las carcasas 1G y 2G. Ya que si bien se probaron distintas maneras de aplicación, los mejores resultados se daban por capilaridad (a través del borde de la celda). Puesto que el desplazamiento más homogéneo del fluido se traducía un una variable de alto impacto sobre el rendimiento fotovoltaico. En base a lo anterior, la aplicación por capilaridad no sólo debía presentarse en la próxima generación de celdas, si no que éstas debían facilitarla. Considerando tanto el flujo del electrolito como la operabilidad del investigador.



PROTOTIPOS

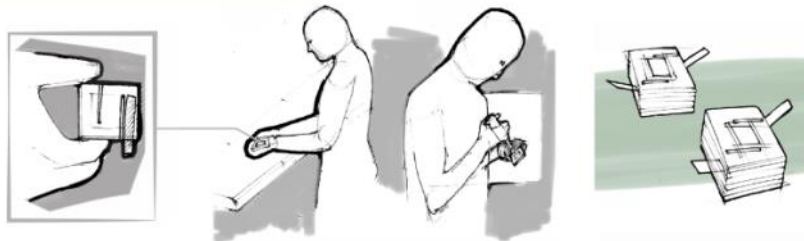


ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN



Fijación de electrodos (eje Y), por medio de un pasador que mantenga los vidrios en una posición inmóvil respecto a dicho eje. La presión que se ejerza deberá ser mínima o nula, y en pocos puntos de contacto. La fragilidad de los vidrios además, sugiere que la dinámica de ensamblado sea suave, a modo de un deslizamiento. Ahora bien, para restringir la fuerza ejercida por los pasadores, la carcasa deberá actuar como un sistema de ensamblaje en conjunto, trabajando en integración con las pinzas, y no por sí sola (en ambos casos). Entonces, el objetivo de la carcasa en el sistema es fijar los pasadores (eje x), proteger y aislar a los electrodos y electrolito. Además, facilita la manipulación de la celda, la aplicación del electrolito por capilaridad y la captura de los datos fotovoltaicos por medio de pletinas.

PROPUESTA DE DISEÑO



El desarrollo de este prototipo, además de favorecer el funcionamiento de la celda al extender su vida útil, mejorar su desempeño y proteger sus componentes, facilitó la captura de datos y la aplicación del electrolito. También favoreció el trabajo del investigador durante la experimentación, al amplificar las superficies y tamaños de interacción, siendo así más cómodo para el usuario, puesto que los vidrios se extraen de la interacción directa. Esto último convierte este diseño en la interfaz entre el usuario y los componentes fotovoltaicos, disminuyendo así los errores derivados de la manipulación y parte de la complejidad del proceso.



COMENTARIOS

SISTEMA EXHIBIDOR DE BIOCELDAS SOLARES

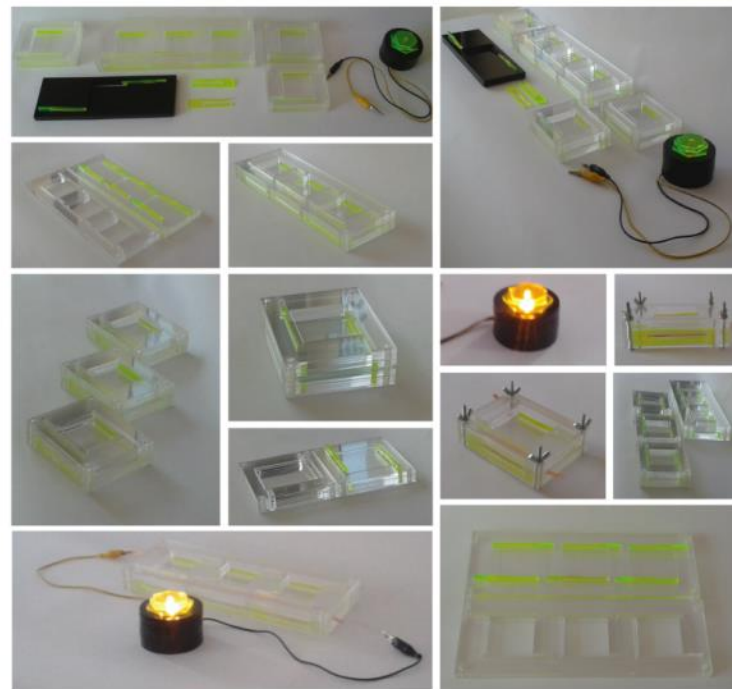
SITUACIÓN PROBLEMA

Las investigaciones científicas suelen mantenerse alejadas de las personas que están fuera de la academia. Esta situación, perpetúa el gran sesgo que existe entre ambos grupos. No obstante, el desarrollo de una nueva dinámica de relación, en la que el ciudadano común (fuera de la academia) se convierta en testigo del proceso de la investigación y/o de sus resultados, entendiéndolos e interesándose.

Sería muy beneficioso para la academia, y de alto impacto social, si los investigadores enseñaran el trabajo que realizan desde



PROTOTIPOS

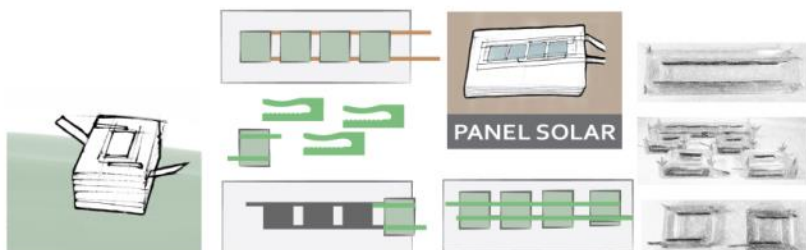


ESTRATEGIA DE SOLUCIÓN



Usar formatos de celdas ampliados respecto a los que se acostumbra en investigaciones del rubro (celdas de área activa de 1cm²). Mantener consideraciones formales y funcionales de las carcasas 3G y escalarlas al nuevo formato. Se deberán evaluar, por separado, las pinzas en la nueva escala, siendo posible un cambio en espesor del material. Las nuevas celdas deben poseer la cualidad de portabilidad y dar un aislamiento más hermético que en su versión anterior y pero a su vez, se debe evitar ejercer fuerza por compresión sobre los componentes fotovoltaicos. Desarrollar además, un panel en el que las celdas puedan funcionar como conjunto para capturar mayores volúmenes de voltaje y corriente

PROPUESTA DE DISEÑO



COMENTARIOS

La Amplificación del sistema de composición de celdas permitió el desarrollo de un sistema exhibidor que permite demostrar la aplicación de la capacidad y desempeño de las bioceldas. La importancia de lo anterior, es que permite acercar la investigación a un público heterogéneo, ya que se transforma en el medio y el lenguaje con el que el usuario comunica su trabajo a personas fuera de su contexto académico.

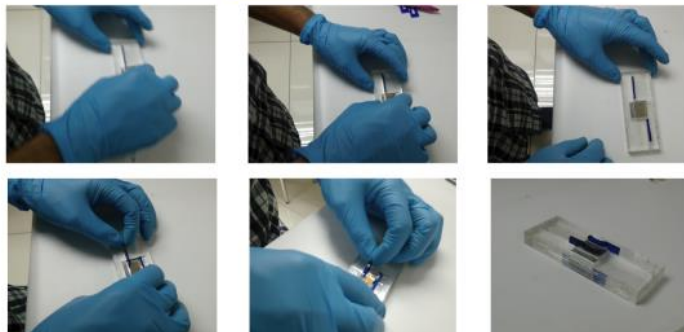
HERRAMIENTAS AUXILIARES

PLANTILLA PARA ENSAMBLAJE



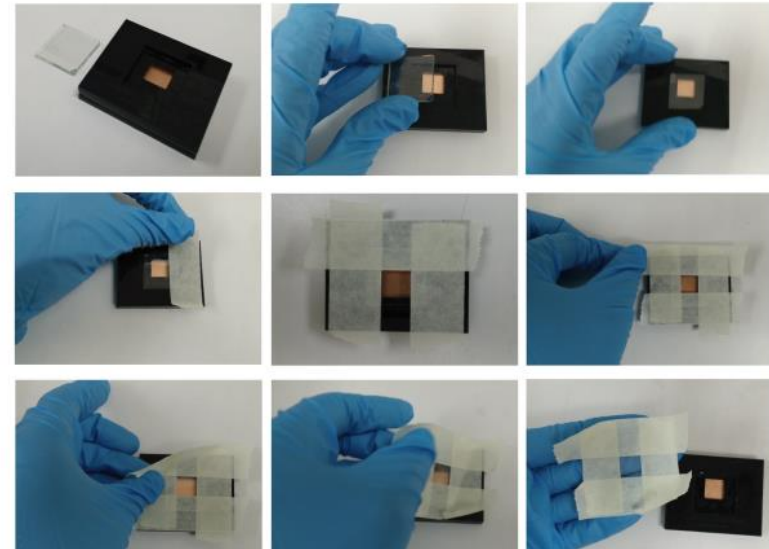
Desarrollo de elemento para el ensamblaje de la celda, que permite al investigador montar los electrodos en la posición definida y facilita la fijación de las pinzas sin cubrir el área activa.

PROTOTIPO



PLANTILLA PARA ELECTRODO

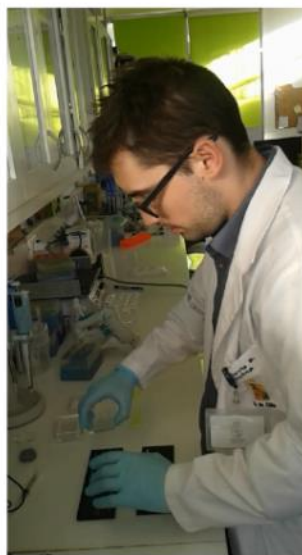
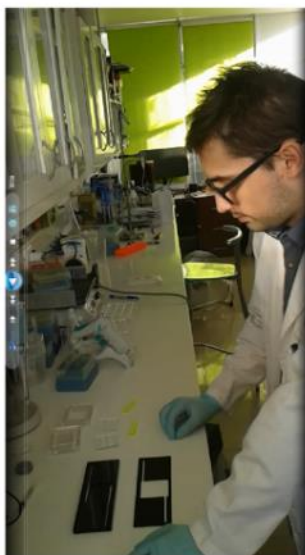
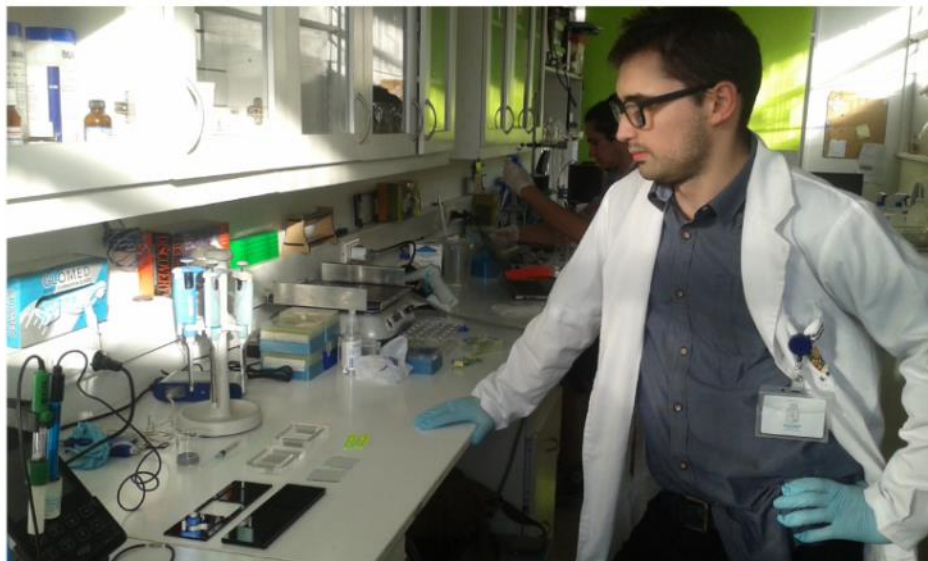
Desarrollo de plantilla que permite homogenizar el cuadrante al que se le adherirá el material fotosensible



COMENTARIOS

El uso de estos elementos auxiliares en el proceso de preparación de celdas, además de significar la estandarización de las muestras fotovoltaicas y disminución de los errores derivados a la construcción, significa también un beneficio para el usuario, ya que agiliza y simplifica su trabajo. Asimismo, la homogenización de las muestras, permite una mayor veracidad de las cifras eléctricas que se obtienen en los experimentos con propósitos comparativos. Finalmente, en el caso de la plantilla para ensamblado, además de los beneficios ya mencionados, se observa un bajo deterioro de los electrodos durante la construcción, lo que impacta en los resultados fotovoltaicos y que eventualmente se transformará en una mayor vida útil de los vidrios usados.

PASOS DE ENSAMBLAJE DE CÉLULA SOLAR, MEDIANTE EL USO DEL PROTOTIPO DE CELDA 3G MAGNIFICADA (Sistema exhibidor)



14 GEN 65. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Figura 25: Fuente: elaboración propia

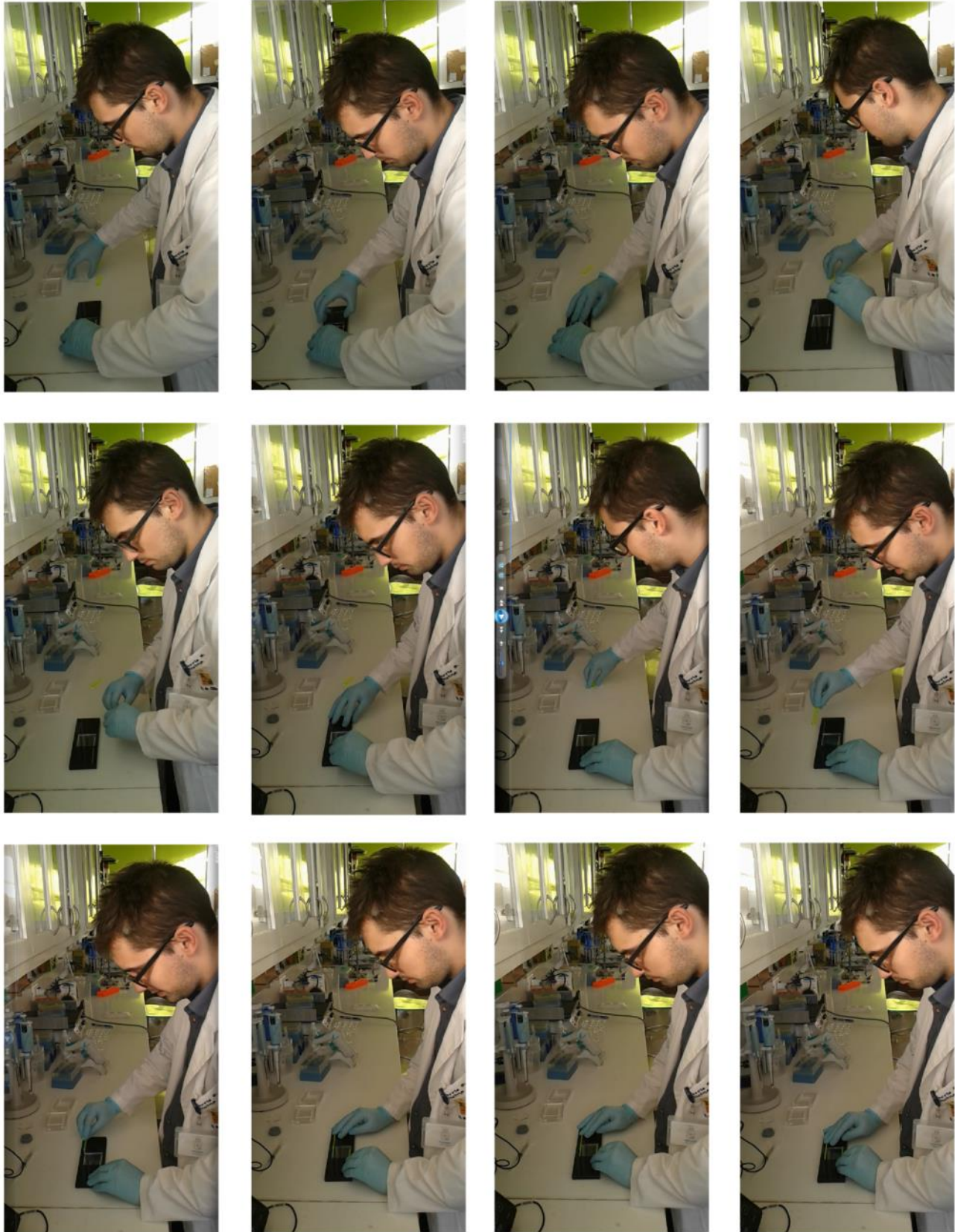
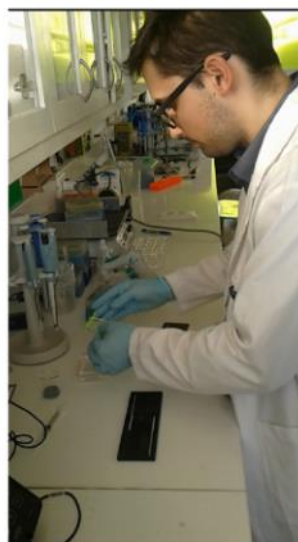
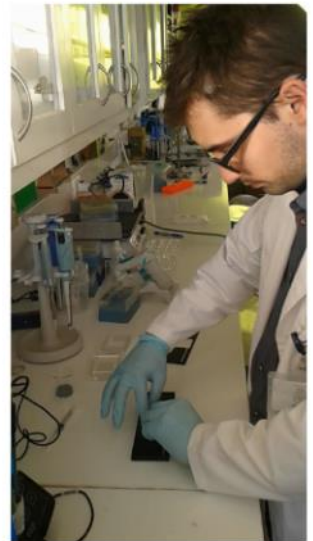
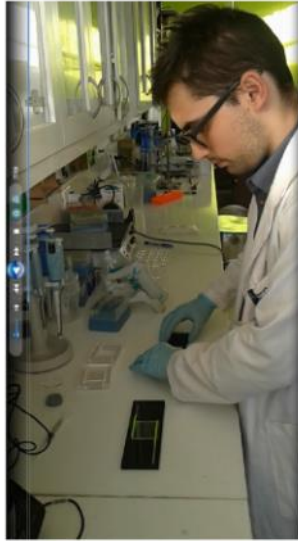


Figura 26: Fuente: elaboración propia



Las fotografías presentadas relatan los pasos desarrollados por el operador, en el ensamblaje de la celda solar. Este proceso dura aproximadamente 40 segundos.

Entre las ventajas principales:

- Menor deterioro de los vidrios FTO
- Estandarización del área activa
- Menor cantidad de repeticiones del proceso por error de ensamblaje
- Mayor veracidad de los resultados

Figura 27: Fuente: elaboración propia

PASOS DE ENSAMBLAJE DE CÉLULA SOLAR, MEDIANTE EL USO DEL PROTOTIPO DE CELDA 3G MAGNIFICADA (Sistema exhibidor) VISTA 2

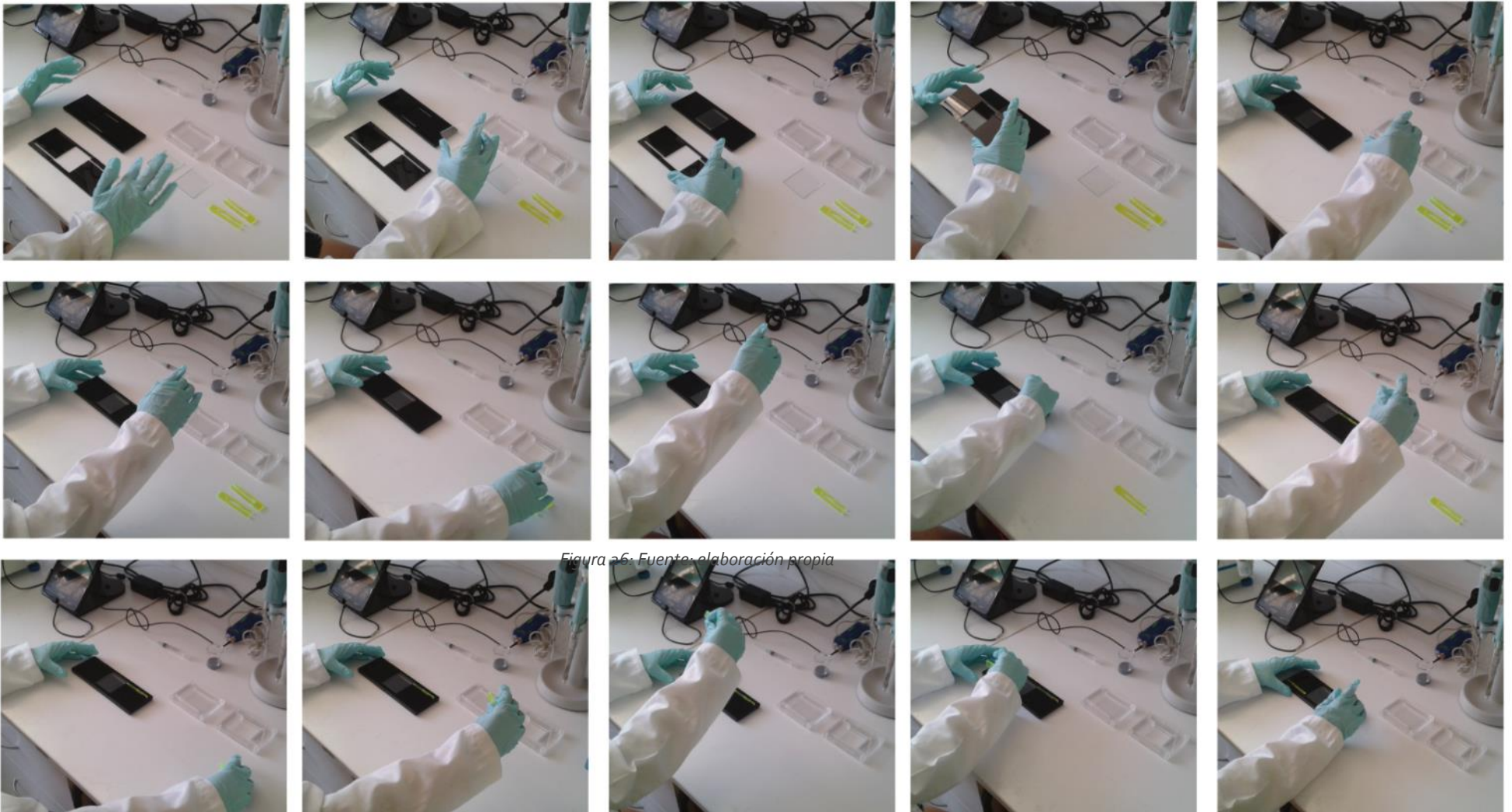


Figura 26: Fuente: elaboración propia

Figura 29: Fuente: elaboración propia

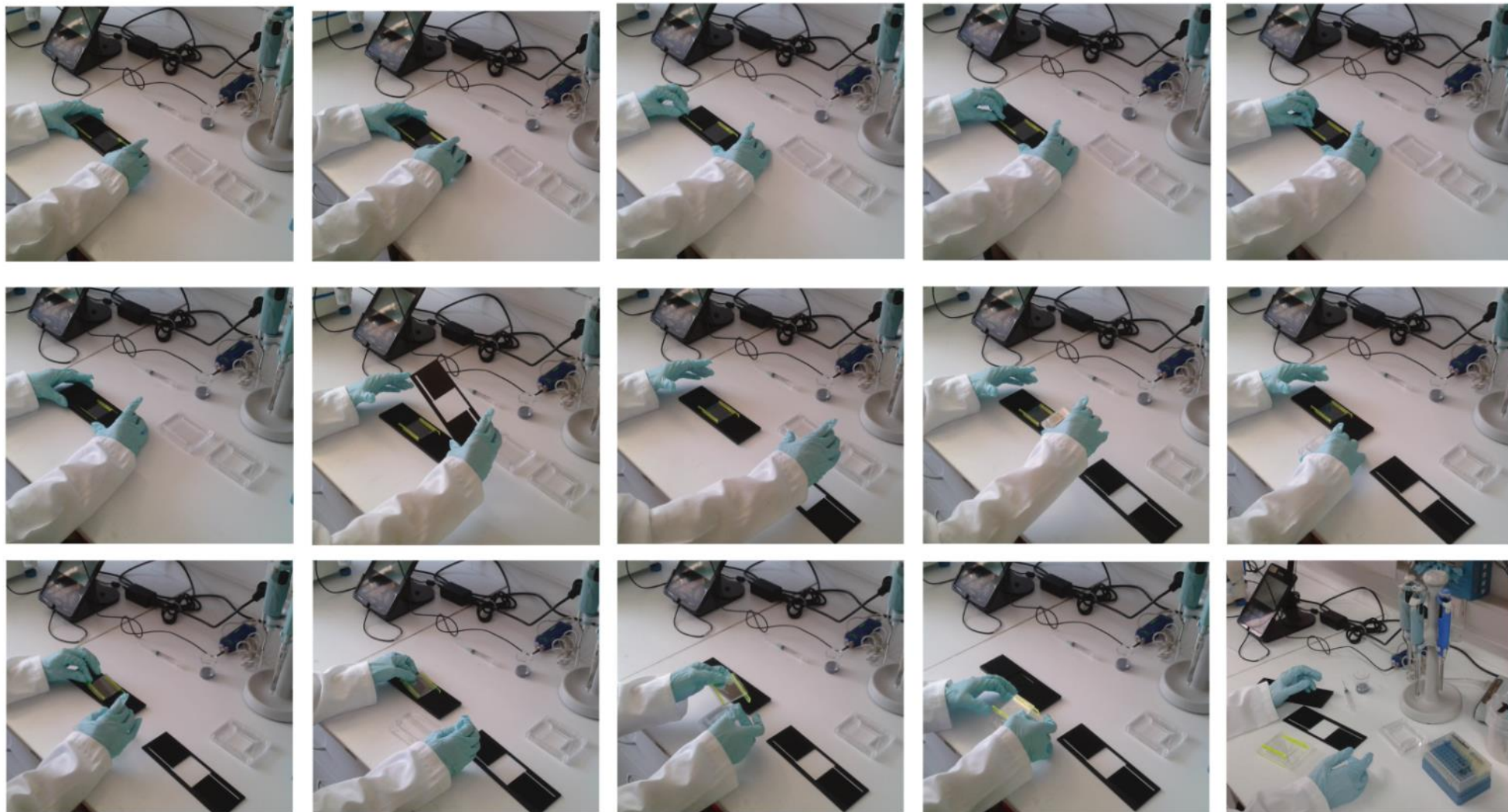


Figura 30: Fuente: elaboración propia

PASOS PARA LA APLICACIÓN DEL ELECTROLITO EN CÉLULA SOLAR, UTILIZANDO PROTOTIPO 3G MAGNIFICADO (Sistema exhibidor)

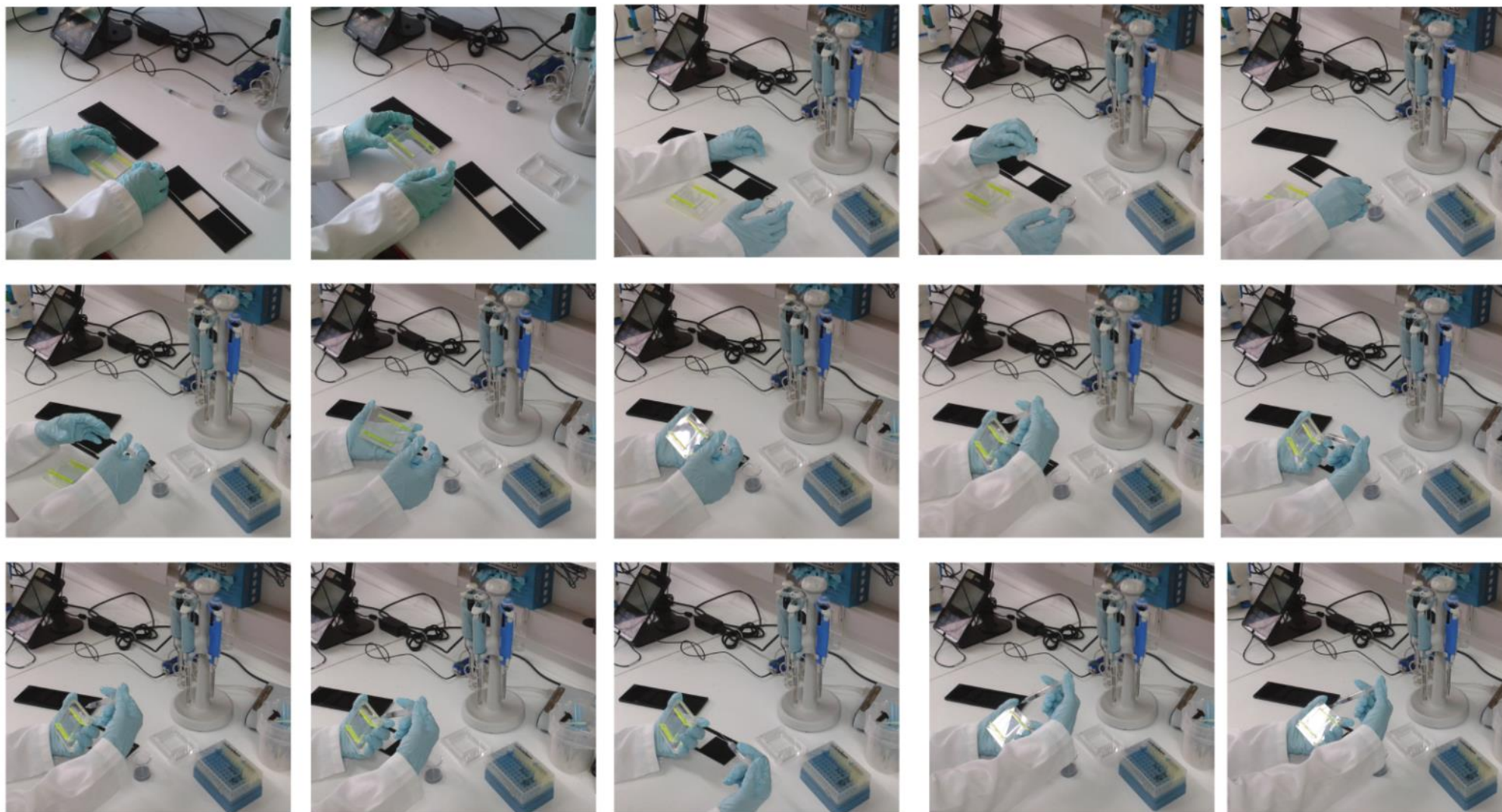
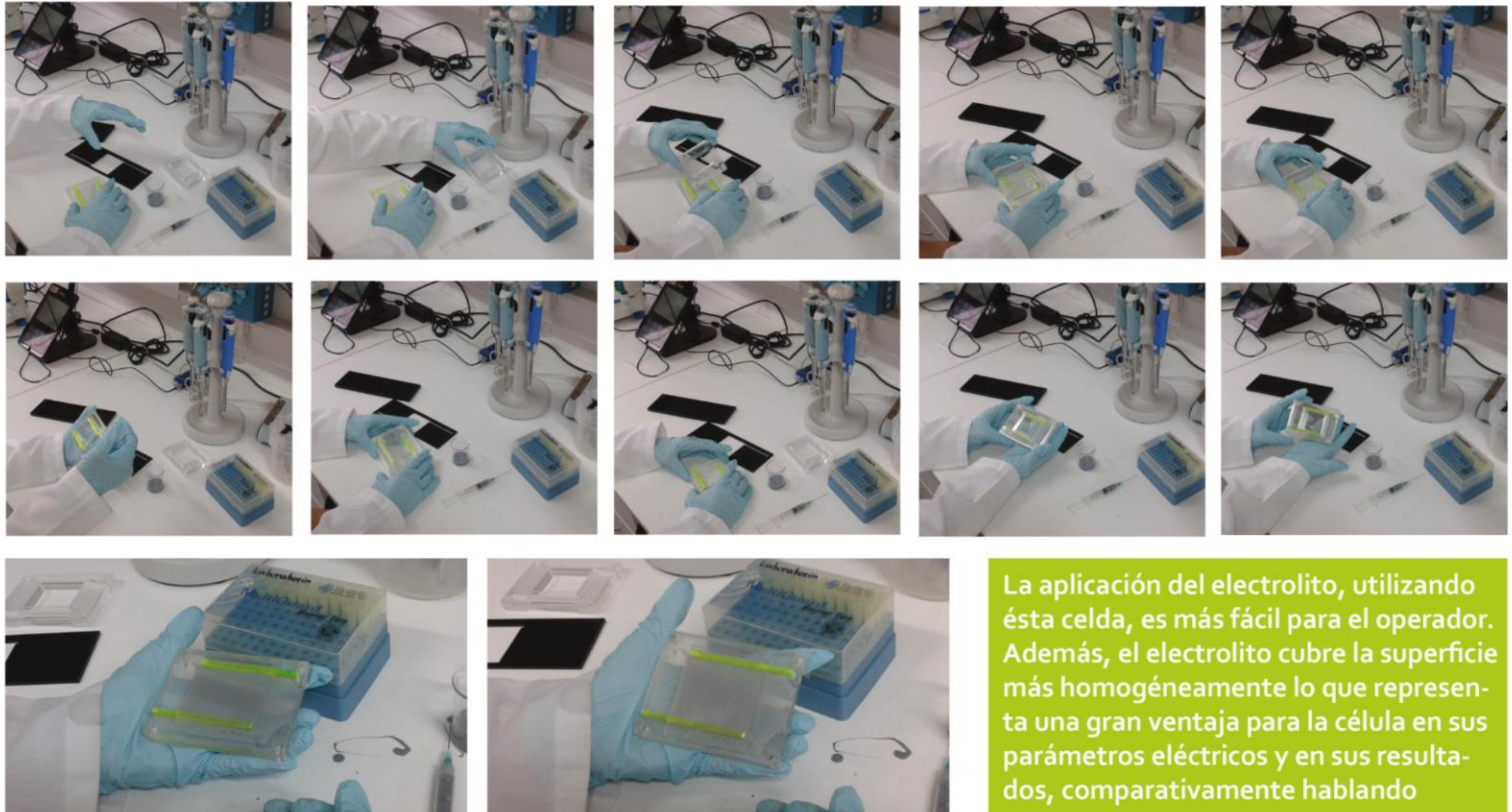


Figura 31: Fuente: elaboración propia



La aplicación del electrolito, utilizando ésta celda, es más fácil para el operador. Además, el electrolito cubre la superficie más homogéneamente lo que representa una gran ventaja para la célula en sus parámetros eléctricos y en sus resultados, comparativamente hablando

Figura 32: Fuente: elaboración propia

Valores fotovoltaicos de los prototipos de celdas y de los paneles solares desarrollados.

A continuación se presentan los gráficos de voltaje (V) y Corriente (i) de la celda tipo (inicial) y de los prototipos desarrollados en el transcurso de este proyecto. Es importante mencionar, que el objetivo de estos gráficos es establecer comparaciones entre ellos y no caracterizar el comportamiento eléctrico de los modelos.

Los valores graficados corresponden al promedio de las cifras obtenidas en un universo de 3 muestras por categoría, ya que en este tipo de investigación, se acostumbra que las evaluaciones sean por triplicado. En todas las evaluaciones se utilizó la placa de circuito (PCB) y el dispositivo para pruebas lumínicas, expuestos anteriormente. Los instrumentos de medición utilizados fueron un amperímetro y un voltímetro (no profesionales), con los que se midió la corriente (20 amp) y el voltaje (20 v) respectivamente.

El circuito electrico fue de la siguiente naturaleza

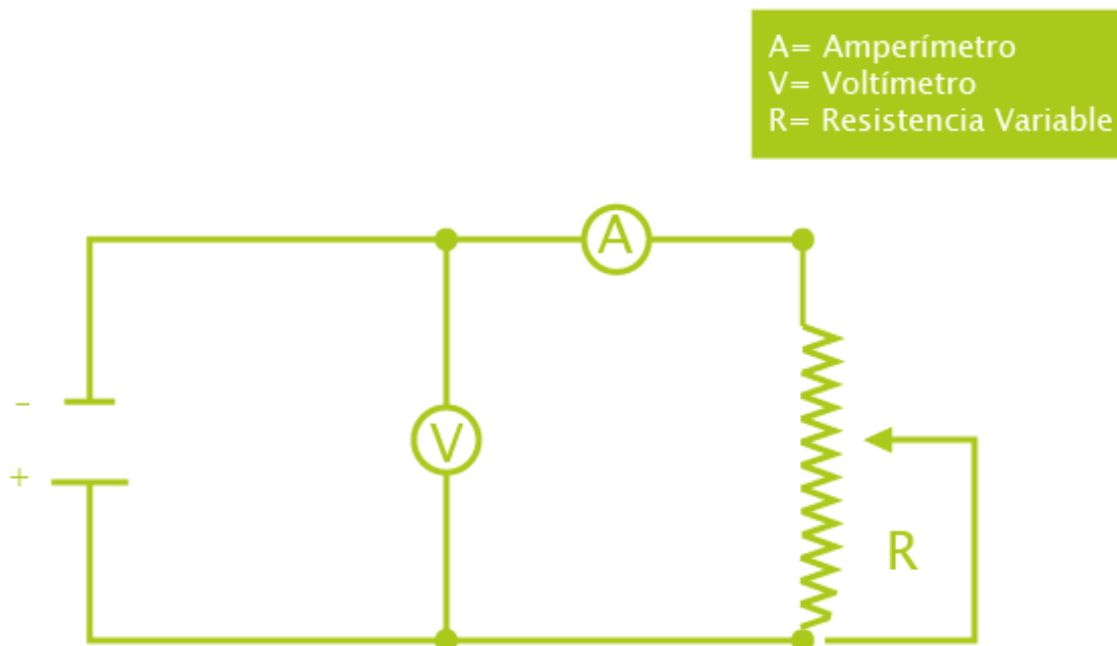
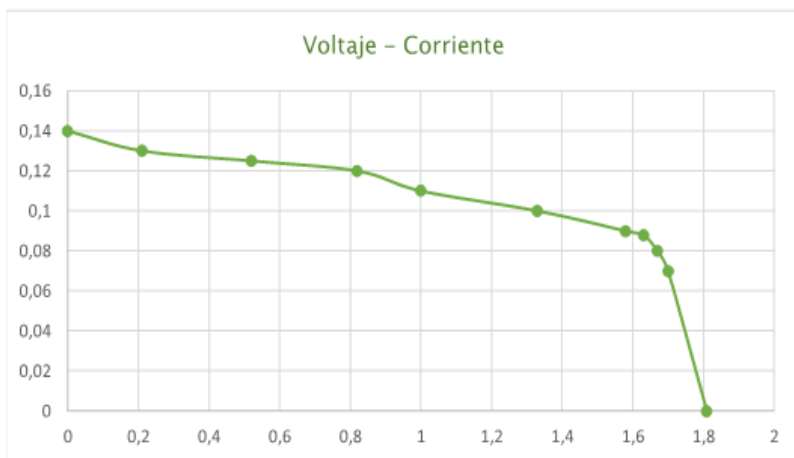


Figura 33: Fuente: elaboración propia

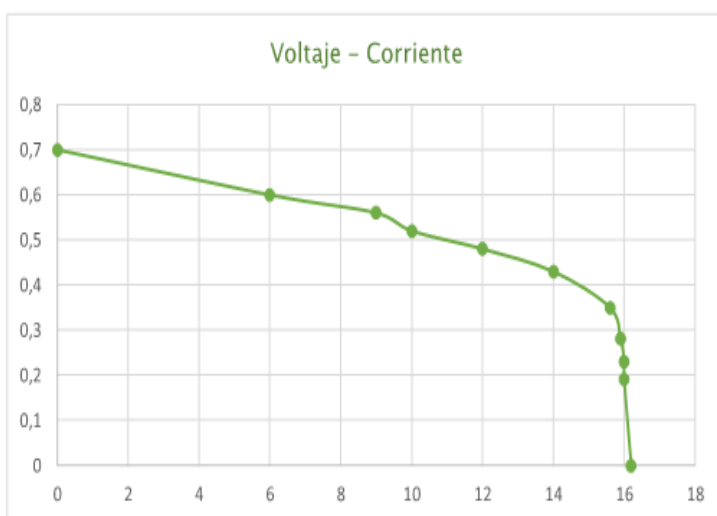
CELDAS SOLARES (Modelo previo a la intervención)



i	V
1,81	0
1,7	0,07
1,67	0,08
1,63	0,088
1,58	0,09
1,33	0,1
1	0,11
0,82	0,12
0,52	0,125
0,21	0,13
0	0,14
ISC	VOC
1,83	0,14
DCA	DCV
20	20

*Valores promedio de medición por triplicado

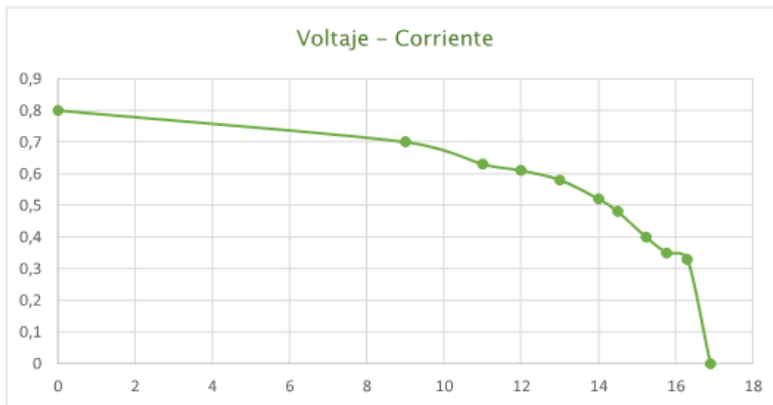
CELDAS SOLARES 1G



i	V
16,2	0
16	0,19
16	0,23
15,9	0,28
15,6	0,35
14	0,43
12	0,48
10	0,52
9	0,56
6	0,6
0	0,7
ISC	VOC
16,23	0,7
DCA	DCV
20	20

*Valores promedio de medición por triplicado

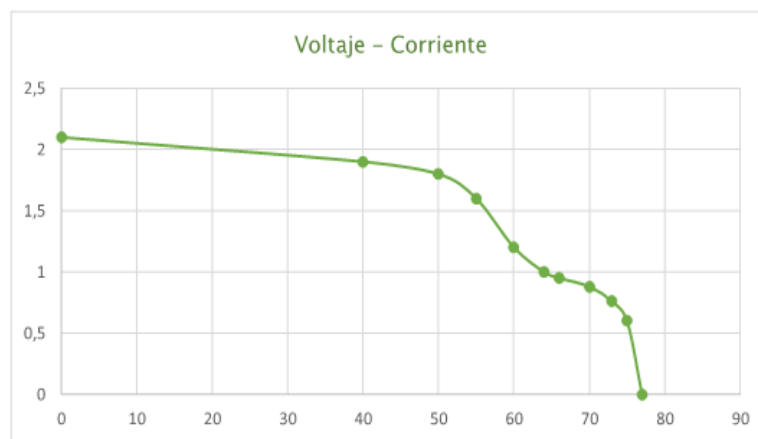
CELIDAS SOLARES 2G



i	V
16,9	0
16,3	0,33
15,77	0,35
15,23	0,4
14,5	0,48
14	0,52
13	0,58
12	0,61
11	0,63
9	0,7
0	0,8
ISC	VOC
16,9	0,8
DCA	DCV
20	20

*Valores promedio de medición por triplicado

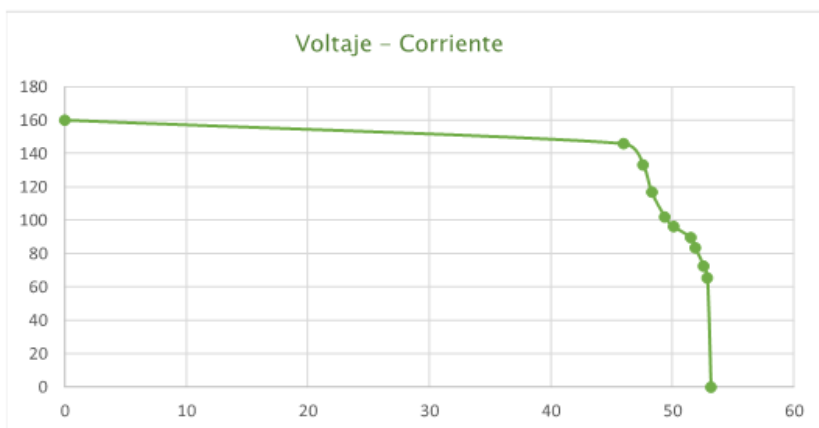
CELIDAS SOLARES 3G



i	V
66,3	0
65,3	43,2
64,4	60,2
63,2	80,3
62	90,5
58,3	123
54,4	155,4
52,3	180
50,1	200
40	240
0	250
ISC	VOC
66,6	250
DCA	DCV
20	20

*Valores promedio de medición por triplicado

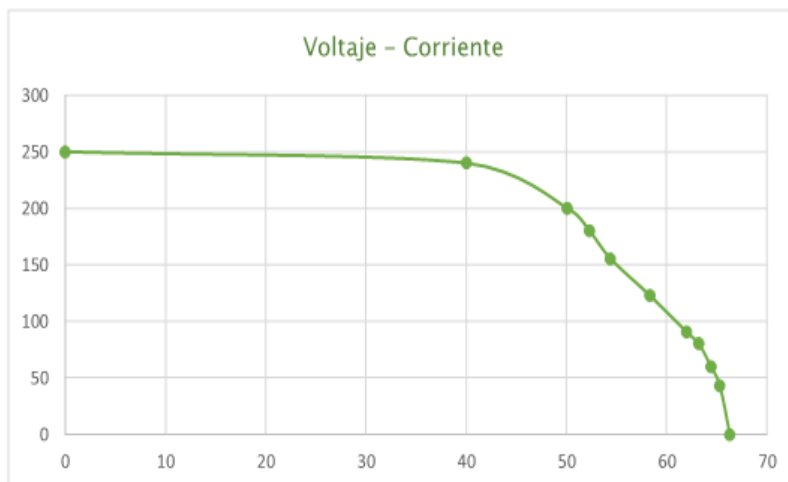
CELDAS SOLARES AMPLIFICADAS



i	V
53,2	0
52,9	65,6
52,6	72,5
51,9	83,4
51,5	89,7
50,1	96,3
49,4	102
48,3	117
47,6	133
46	146
0	160
ISC	VOC
54	160
DCA	DCV
20	20

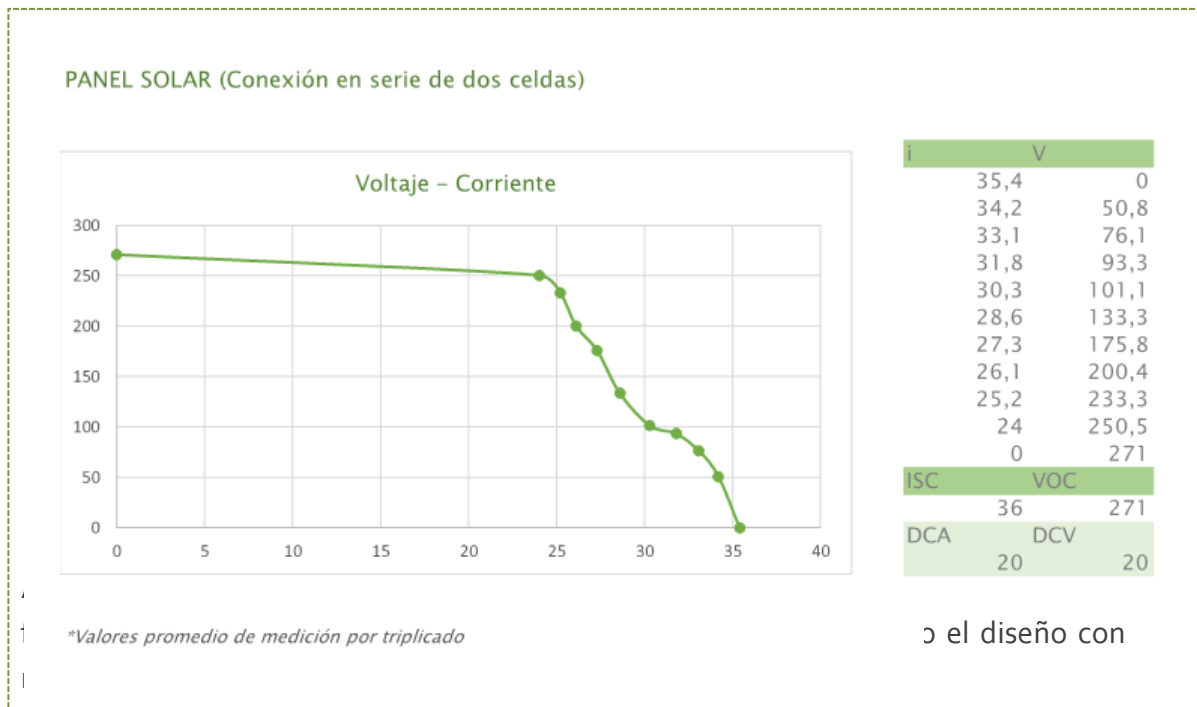
*Valores promedio de medición por triplicado

PANEL SOLAR (Conexión en paralelo de dos celdas)



i	V
77	0
75	0,6
73	0,76
70	0,88
66	0,95
64	1
60	1,2
55	1,6
50	1,8
40	1,9
0	2,1
ISC	VOC
78	2,1
DCA	DCV
20	20

*Valores promedio de medición por triplicado



Figuras 34, 35, 36, 37 y 38. Gráficos Voltaje. Corriente: Fuente: elaboración propia

Además, es importante declarar, que tanto en las celdas 1G, 2G y 3G, extendieron la vida útil de la célula de minutos a días.

Por otra parte, en términos comparativos, se puede inferir que este tipo de celda tiene los mejores resultados funcionando en conjuntos de conexiones en paralelo.

Modelo Canvas

SOCIOS CLAVES



- Laboratorios de biotecnología-microbiología (inter-relaciones)
- Instituciones relacionadas a la innovación y el emprendimiento (según cada país)
En Chile por ejemplo, CORFO, SERCOTEC y Fundación Chile.
- Laboratorios de prototipado rápido

ACTIVIDADES CLAVES

- Postulación a Fondos
- Desarrollo prototipos
- Pruebas de evaluación de prototipos
- Experimentos de celdas Solares
- Desarrollo de Paper
- Publicación
- PEXhibición de los resultados obtenidos en distintos contextos

RECURSOS CLAVES

- Herramientas Básicas de laboratorio
- Bacterias biosintetizadoras de materia prima
- Computador
- Dispositivos de medición de parámetros fotovoltaicos

PROPUESTA DE VALOR



Estandarización y replicabilidad del proceso experimental de celdas biosintetizadas en modelo fotovoltaico por capas de vidrios FTO, de tal manera que pueda ser utilizado para evaluaciones de celdas con distintos biomateriales, sintetizados por distintas bacterias.

Transformar los laboratorios de biotecnología en incubadoras de innovación, trascendiendo la academia. Impactando con soluciones aplicables y replicables en para la sociedad.



RELACIONES CLIENTES



OPEN SCIENCE (libre acceso a la información)

- Redes sociales
- E-mail



CANALES DE DISTRIBUCIÓN Y COMUNICACIÓN

- Revistas científicas
- Página web
- Redes sociales
- Papers
- Congresos y Seminarios
- Ferias expositivas



SEGMENTOS CLIENTES



Para el sistema experimental:

- Laboratorios de biotecnología
- Universidades
- Colegios

Para el sistema exhibidor



Público heterogéneo fuera de la academia como:

- Escolares
- Adultos con y sin educación superior
- Posibles inversionistas



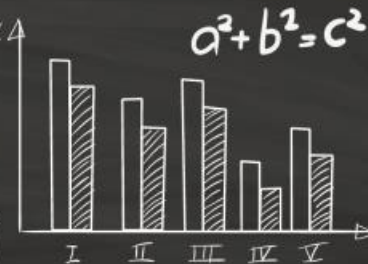
ESTRUCTURA DE COSTOS

Materiales

- Acrílico \$15.000
- Lámina Cobre \$2.000
- Pernos/tornillos \$7.000
- Varios (circuito eléctrico) \$3.000

Fabricación

- Corte Láser \$30.000
- Total: \$57.000



FLUJO DE INGRESOS

Específicamente para este proyecto: FONDECYT



Para otros laboratorios:

Financiamiento privado - estatal - concursos -



Conclusiones Específicas de Proyecto

El sistema de dispositivos desarrollados, con objeto de facilitar la investigación académica experimental de celdas solares biosintetizadas, representa un beneficio para el científico durante su trabajo, puesto que:

- 1) Actúa como complemento en instancias complejas y propensas a error del proceso de investigación, potencialmente beneficiables por la presente intervención. Estas instancias fueron definidas y caracterizadas como parte del trabajo de proyección del diseño. Y la intervención en algunas de ellas (etapas 2 y 4), tiene un impacto positivo en las investigaciones, puesto que facilita el desarrollo del proceso de trabajo realizado por el científico.



Lo anterior, conlleva por una parte a resultados más verídicos, ya que se utiliza un modelo experimental estandarizado. Y por otra parte, una menor cantidad de errores derivados a las herramientas experimentales y al operador.

2) Herramientas de soporte diseñadas para facilitar la labor del científico, durante la experimentación con celdas solares. Estas herramientas, por lo demás, son compatibles con la tendencia Open Science. Ya que su fabricación está proyectada en materiales accesibles (tanto en precio como en complejidad), suplementos de ferretería y otros elementos comunes en librerías. Además, se utilizan herramientas de prototipado rápido (corte láser) para su conformado.



IMAGEN 66. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Por otra parte, el sistema experimental desarrollado, significó un beneficio para la investigación en:

- h) Preparación de los elementos para la experimentación, a través de la plantilla de demarcación y de ensamblaje, respectivamente.

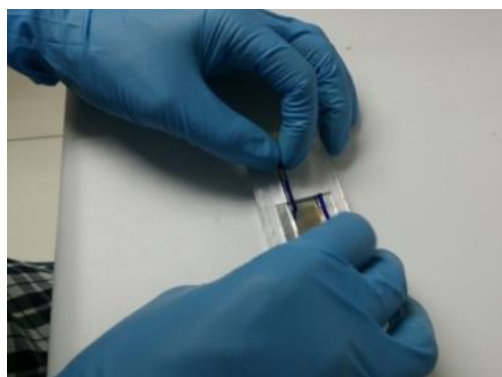
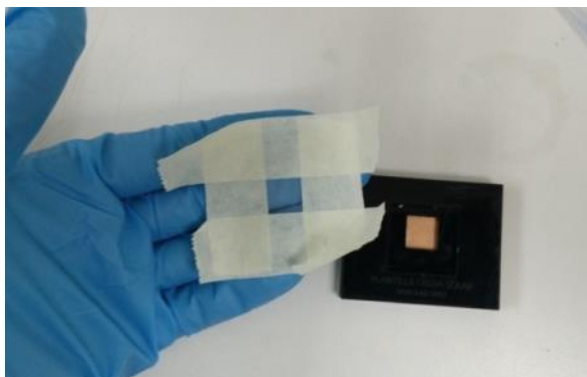


IMAGEN 67 Y 68. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- i) Aplicación del electrolito, al hacerlo más cómodo para el científico y un proceso más eficiente:

Aplicación del electrolito antes de intervención y después de intervención

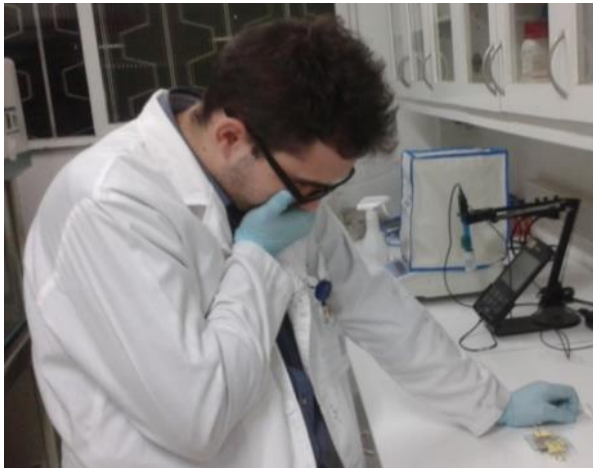


IMAGEN 69 Y 70. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Celda con el electrolito aplicado, antes de intervención y después de intervención

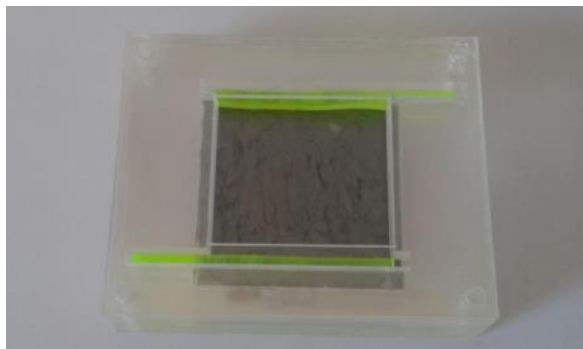
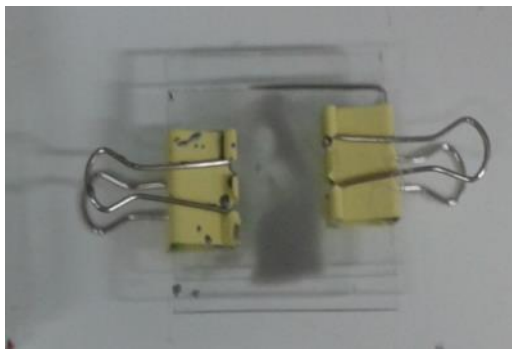


IMAGEN 71 Y 72. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

- j) Estandarización y simplificación del contexto experimental (fuente de luz y circuito eléctrico)

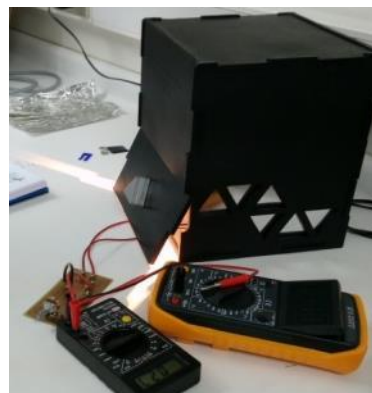
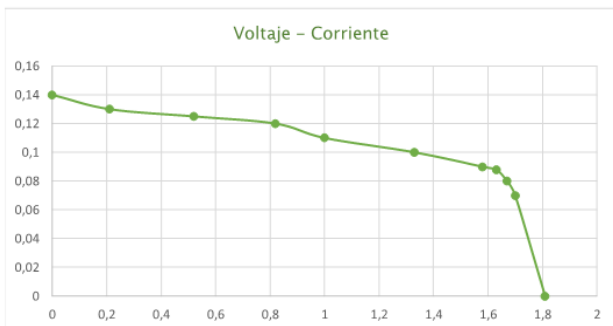


IMAGEN 73 Y 74. MEDICIÓN DE CELDAS ANTES Y DESPUÉS INTERVENCIÓN RESPECTIVAMENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

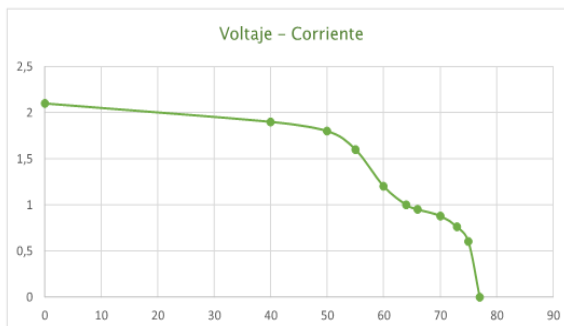
k) Mejora de los parámetros fotovoltaicos

CELDAS SOLARES (Modelo previo a la intervención)



*Valores promedio de medición por triplicado

CELDAS SOLARES 3G



*Valores promedio de medición por triplicado

- l) Extensión de la vida útil de las celdas, de 43 minutos en promedio a 7 días. Lo que representa una gran ventaja en la investigación, ya que le otorga más confiabilidad a los resultados (puesto que descarta bajas significativas en las propiedades eléctricas de la celda v/s tiempo transcurrido). Además permite la repetición de las evaluaciones con la misma muestra.
- m) Disminución del tiempo promedio total de experimentación (desde la preparación de los elementos hasta la evaluación de todas las muestras.) De 8,5 horas a 3,3 horas (en un 61%). Es importante aclarar, que este tiempo promedio considera repeticiones por errores del investigador y de las evaluaciones en sí.
- n) Mejor aprovechamiento de los recursos, ya que se requieren menos repeticiones en la construcción de las celdas, se cuida la integridad de los vidrios FTO (extendiendo su vida útil). Además, se requiere de una menor cantidad de electrolito por celda
- 3) Comunicación de los alcances principales de la investigación, a través de un medio que permite la interacción de los científicos con un público fuera del área académica, apoyados en el acto empírico que sustenta los alcances alcanzados. Complementando la teoría con la demostración in situ.



IMAGEN 75, 76, 77 Y 78. EXPOSICIÓN DE CELDAS EN EL CONGRESO DE FUTURO, LA MONEDA (ENERO 2016). FUENTE:

ELABORACIÓN PROPIA

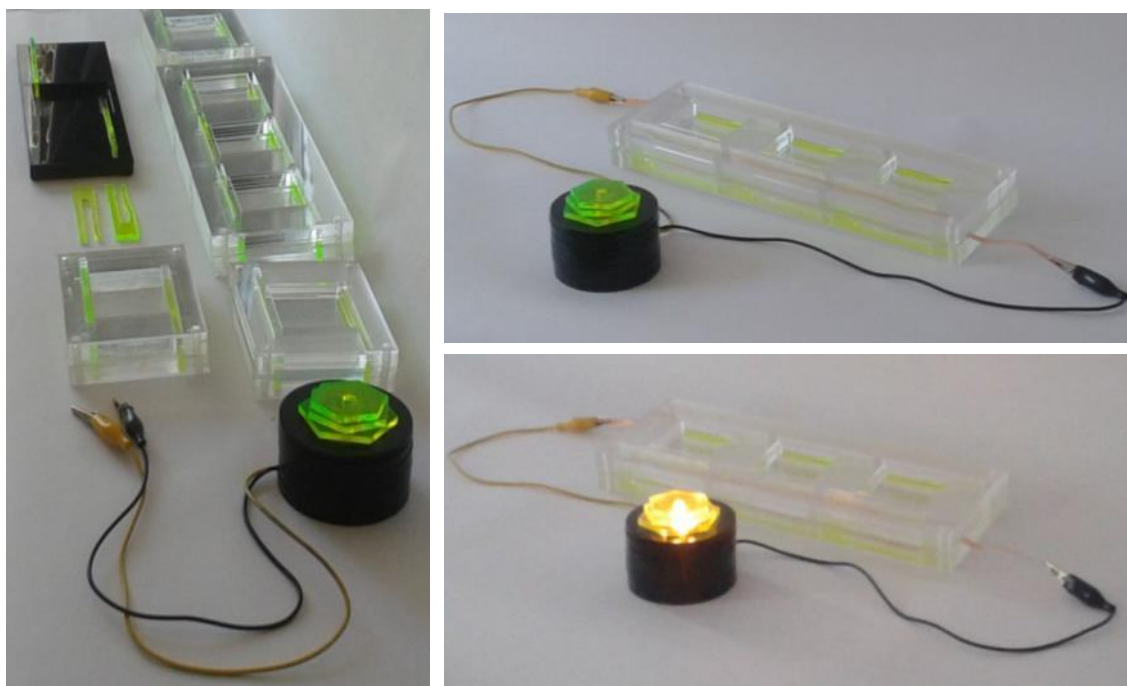


IMAGEN 79, 80 Y 81. SISTEMA PARA EXHIBICIÓN. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA

Sugerencias de mejora

Si bien el desarrollo de este proyecto significa una mejora considerable en la investigación de celdas, éste a su vez, puede ser mejorado en:

Morfología: Facilitar limpieza de celdas y volúmenes compatibles o complementarios para guardado. Simplificación o disminución de cantidad de piezas.

Modo de uso: Disminuir interacción del investigador en el armado de las celdas.

Función: Aplicación posterior del electrolito (para re-llenado)

Comentarios

Al momento de la impresión de la presente memoria, el proyecto conjunto fue invitado a exponer en el Congreso del Futuro, enero 2016. También la investigación de Biotecnología (caso de estudio), participó en financiamiento FONDECYT (adjudicado). Finalmente, los dispositivos experimentales se han utilizado para escribir dos papers del área, además de los constantes experimentos que se llevan a cabo en el laboratorio.

Todos los prototipos presentados y otros elementos utilizados para el desarrollo de este título, fueron financiados por el laboratorio de microbiología y Biotecnología de la Universidad Andrés Bello.

Conclusiones Generales

El Diseño Industrial como agente facilitador en la investigación y precursor de innovación, contribuye en la proyección de nuevos conocimientos en productos y servicios de alto impacto, ya que actúa con un rol conector e interpretador que facilita la transferencia de los conocimientos y tecnología concebidos en la academia y laboratorios hacia la sociedad.

Las investigaciones que integran el diseño al proceso, generan un trabajo colaborativo y participativo que puede conllevar un desarrollo más integral, en el que se fomenta la creatividad para la generación de soluciones tecnológicas y para el mismo desarrollo de la investigación. Al integrar consideraciones proyectadas en el objeto y los usuarios, se podría conducir los resultados y procesos a su aplicabilidad e impacto social. Lo que permitiría un desarrollo más eficiente y eficaz, en el que la investigación trasciende la academia para enfocarse en las posibilidades desprendidas de sus resultados, pudiendo transformarlas en soluciones aplicables y replicables, tanto para su entorno como para su contexto, de impacto económico y social.

El Diseño se integra al proceso como una agente facilitador de la investigación, pudiendo intervenir en puntos problemáticos del proceso a través de herramientas e instrumentos que ayuden a los investigadores en la etapa de experimentación. Permitiendo procesos

.....
..

más rápidos y simples, disminuyendo también los errores derivados de las tareas manuales y el equipamiento.

Referencias Bibliográficas

1. CAF. Biotecnología para el uso sostenible de la biodiversidad: capacidades locales y mercados potenciales, CAF. 2005
2. Transénergie SA. Estudio del mercado solar térmico chileno. Proyecto: Plan Nacional de fomento al uso de colectores solares. Solicitado por Gobierno de Chile. 2006
3. Enrique Domingo López. Régimen jurídico de las energías renovables y la cogeneración eléctrica. Editorial INAP.2000
4. H.K. Jun, M.A. Careem, A.K. Arof . Quantum dot-sensitized solar cells—perspective and recent developments: A review of Cd chalcogenide quantum dots as sensitizers. Centre for Ionics, Department of Physics, Faculty of Science, University of Malaya, 50603 Kuala Lumpur, Malaysia. 2013.
5. Aenishanslins, N. Saona, L. Durán, V. Monrás, P. Use of titanium dioxide nanoparticles biosynthesized by *Bacillus mycoides* in quantum dot sensitized solar cells. Biomed Central, 2013.
6. Dale, M. y Benson, S. Energy Balance of the Global Photovoltaic (PV) Industry - Is the PV Industry a Net Electricity Producer, Universidad de Stanford, USA 2012
7. Enguita, O. Raugei , M. Velo, E. Análisis del ciclo de vida para el desarrollo de las Reglas de Categoría de Producto de sistemas solares fotovoltaicos para la edificación. Escuela Superior de Comercio Internacional (ESCI), Universitat Pompeu Fabra en colaboración con UNESCO, 2012
8. G, Nawaz . N, Tiwari. Energy Policy, vol. 34. N. France, 2006
9. Nakamura L, Jackson M (1995) Clarification of the taxonomy of *Bacillus mycoides*. International journal of systematic bacteriology
10. Stanier RY (1942) A note on elasticotaxis in *Myxobacteria*. J Bacteriol PubMed/NCBI
11. Fontes M, Kaiser D (1999) *Myxococcus* cells respond to elastic forces in their substrate. Proc Natl Acad Sci USA
12. Nan B, Chen J, Neu JC, Berry RM, Oster G, et al. (2011) *Myxobacteria* gliding motility requires cytoskeleton rotation powered by proton motive force. Proc Natl Acad Sci USA.

-
- ..
13. Trepas X, Wasserman MR, Angelini TE, Millet E, Weitz D, et al. (2009) Physical forces during collective cell migration. *Nature Physics*
 14. Bullis, Kevin (2006). *Large-Scale, Cheap Solar Electricity*. *Technology review* magazine
 15. Kaminska, Izabella (2012). «The exponential growth in solar consumption». The financial Times Ltd.
 16. Kurzweil, Ray (2011). Climate change no problem, says futurist Ray Kurzweil. *The Guardian*.
 17. Real Academia Española.(2014). *Diccionario de la lengua española (23ª ed)*. Madrid, España. DRAE.
 18. Cristián Campos (2006). *Diseño de productos*. España. Maomao.
 19. Chris Lefteri (2002). *Plástico, materiales para un diseño creativo*. D.F., México. McGrawhill.
 20. EzioLaManzini (1986) *Materia de la invención, materiales y proyectos*. España. CEAC.

Referencias Internet

http://www.funcex.org.br/material/REDEMERCOSUL_BIBLIOGRAFIA/biblioteca/ESTUDOS_ARGENTINA/ARG_59.pdf. Extraído 16-03-2015

<http://www.ciechile.gob.cl/wp-content/uploads/2014/07/brochure-biotecnologia.pdf>.

Extraído 16-03-2015

<http://www.monografias.com/trabajos14/biotecnologia/biotecnologia.shtml#ixzz3FJC15oe>

S. Extraído 24-03-2015

BIOPLANET.2000. *Conceptos básicos en Biotecnología*. <http://www.bioplanet.net>.

Extraído 24-03-2015

http://umexpert.um.edu.my/file/publication/00011282_93170.pdf. Extraído 06-04-2015

<http://www.microbialcellfactories.com/content/pdf/s12934-014-0090-7.pdf>. Extraído 17-03-2015

<http://grupofenix.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/10/Solar-Panel-Construction-Manual-2007.pdf>. Extraído 16-03-2015

<http://renovableselicork.wordpress.com/2011/12/12/la-encapsulacion-de-paneles-solares/>. Extraído 17-03-2015

<http://www.gestiopolis.com/impacto-economico-y-social-de-la-industria-biotecnologica-cubana/> Extraído 19-05-2015

<file:///C:/Users/Koky/Downloads/IMPACTO%20DE%20LA%20BIOTECNOLOG%3%8DA%20EN%20LOS%20SECTORES%20INDUSTRIAL%20Y%20ENERG%3%89TICO.pdf>. Extraído 01-06-2015

http://www.suschem-es.org/docum/pb/aie_espanola_biotecnologia_industrial.pdf. Extraído 13-06-2015

<http://www.ainia.es/web/acerca-de-ainia/tecnologias/todos/-/articulos/Nzx3/content/biotecnologia-clave-en-el-desarrollo-de-la-industria-alimentaria-quimica-farmacuetuca-y-cosmetica>. Extraído 13-06-2015

<http://www.monografias.com/trabajos82/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones/energia-solar-fotovoltaica-y-sus-aplicaciones2.shtml> Extraído 13-06-2015

<http://www.cemaer.org/que-son-las-fotoceldas/> Extraído 18-06-2015

<http://energia.cemaer.org/coleccion-2015/> Extraído 21-06-2015

<http://cifes.gob.cl/tecnologias/solar/fotovoltaica-pv/> Extraído 08-07-2015

<http://www.sunpowercorp.es/> Extraído 18-08-2015

.....
 ..
<http://www.tgw1916.net/Bacillus/mycoides.html> Extraído 28-08-2015

<http://www.pvcycle.org/3rd-international-conference-on-pv-module-recycling/> Extraído 02-08-2015

Referencias Figuras

Figura 2. Fuente: Elaboración propia en base a diagrama desarrollado por Biotecnología DC

<http://bio-tecnologiadc.blogspot.cl/2008/10/biotecnologia-microbiana.html>. 12-04-2015

Figura 2. Fuente: Elaboración propia en base a información presentada por Centro de Biotecnología Universidad de Concepción

<http://www.centrobiotecnologia.cl/index.php/que-es-la-biotecnologia> 28-04-2015

(Figura 3 Tabla de procesos de obtención de biocombustibles. Fuente: Elaboración propia con base en tabla extraída de porquebiotecnología.com

<http://porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=58>

Figura 4 Fuente: Elaboración propia con base en información presentada por Chile renueva energías

http://www.chilerenuevaenergias.cl/index.php?option=com_k2&view=item&id=14:ventajas

Figura 5 Gráficos de distribución de empresas de biotecnología por sector. Fuente: Invierta en Chile, Oportunidades en Biotecnología. Gobierno de Chile.

Extraído de documento descargado de <http://www.ciechile.gob.cl> en 11-04-2015

Figura 6. Fuente: elaboración propia en base a diagrama presentado por force solar7 2:
<http://porquebiotecnologia.com.ar/index.php?action=cuaderno&opt=5&tipo=1¬e=58>
21-03-2015

FIGURA 7. ESQUEMA DE PRODUCCIÓN PANEL SOLAR. FUENTE ELECTRICIDAD GRATUITA
<HTTP://WWW.ELECTRICIDAD-GRATUITA.COM//IMAGES/FABRICACION-MODULO-FOTOVOLTAICO.GIF>.22-
09-2015

FIGURA 8 . ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN

http://www.empresaeficiente.com/images/empresas/tecnologias/28/img_04.jpg 22-
09-2015

FIGURA 9 . ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN

[http://www.mpptsolar.com/es/images/pannelli-fotovoltaiaci/pannelli-fotovoltaiaci-in-
serie-paralelo.jpg](http://www.mpptsolar.com/es/images/pannelli-fotovoltaiaci/pannelli-fotovoltaiaci-in-serie-paralelo.jpg) 22-09-2015

FIGURA 10 . ELABORACIÓN PROPIA CON BASE EN

[http://www.mpptsolar.com/es/images/pannelli-fotovoltaiaci/pannelli-fotovoltaiaci-in-
serie-paralelo.jpg](http://www.mpptsolar.com/es/images/pannelli-fotovoltaiaci/pannelli-fotovoltaiaci-in-serie-paralelo.jpg) 22-09-2015

Figura 11: Gobierno de Chile. Invierta en Chile, Oportunidades en Biotecnología. 2014.
Extraído de <http://www.ciechile.gob.cl> en 11-04-2015

[http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/08/659-644327-9-santiago-lab-space-
lanza-su-programa-open-science.shtml](http://www.latercera.com/noticia/tendencias/2015/08/659-644327-9-santiago-lab-space-lanza-su-programa-open-science.shtml). 20-10-2016

Referencias Imágenes

Imagen 1: Extraído de artículo en Cuba debate, tomado de la declaración de Gerardo Guillén para La radio del sur

http://www.cubadebate.cu/noticias/2012/03/05/cuba-expondra-su-vacuna-contra-la-hepatitis-b-en-biotecnologia-2012/#.VSWn2PmG_E4.04-04-2015

Imagen 2: Extraído de artículo escrito por Juan R. Coca <http://biodiesel.com.ar/tag/boeing> 5-04-2015

Imagen 3: Extraído del artículo 7 mitos y realidades del maíz transgénico según Greenpeace <http://elsemanario.com/93502/7-mitos-y-realidades-del-maiz-transgenico-segun-greenpeace/> 4-04-2015

Imagen 4: Extraído de artículo escrito por Alicia Rivera <http://biodiesel.com.ar/tag/microalgas/page/2/> 4-04-2015

Imagen 5: Extraído de noticias del ayuntamiento de Madrid <http://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Ayuntamiento/Medios-de-Comunicacion/Notas-de-prensa/El-primer-surtidor-de-bioetanol-E85-de-Madrid?vgnextfmt=especial1&vgnextoid=2b75d801c9f6c110VgnVCM2000000c205a0aRCRD&vgnnextchannel=6091317d3d2a7010VgnVCM100000dcoca8coRCRD&tipofichero=imagen> 11-04-2015

Imagen 6: Extraído de catálogo Aquaterm Brasil <http://aquaterm.com.br/cat/page/5/> 11-04-2015

Imagen 7: Extraído de artículo escrito por Antonio Astudillo <http://diario.latercera.com/2012/06/16/01/contenido/negocios/10-111556-9-australiana-pacific-hydro-instalara-su-primer-parque-eolico-en-chile.shtml> 11-04-2015

Imagen 8: Extraído de artículo de ciencias <http://actualidad.rt.com/ciencias/view/118727-islandia-saca-jugo-volcan-energia-magma> 11-04-2015

Imagen 9 Madrid.es: Extraído de artículo escrito por Jéssica Esturillo <https://www.df.cl/noticias/empresas/energia/hidroelectricidad-llega-a-nivel-mas-bajo-de-la-ultima-decada-en-planificacion-del-gobierno/2015-03-24/191333.html> 11-04-2015

Imagen 10: Extraído de artículo sobre los pellets de madera a partir de residuos industriales <http://www.infobiomassa.com/es/que-son-los-pellets/> 12-04-2015

Imagen 11: Extraído de artículo sobre proyectos creados con la energía oceánica <http://oceanenergyextreme.blogspot.com/2010/10/proyectos-creados-con-la-energia.html> 12-04-2015

Imagen 12: Extraído de artículo en el portal lainformación.com sobre entrevista del premio nobel de química Mario Molina con agencia EFE http://noticias.lainformacion.com/medio-ambiente/energia-alternativa/el-nobel-mario-molina-dice-que-la-energia-nuclear-es-parte-de-la-solucion-al-cambio-climatico_2nyU92hv6DhxAv7EYolqE5/ 13-04-2015

Imagen 13: <https://latingene.wordpress.com/2010/11/26/algunos-datos-sobre-la-industria-biotecnologica-en-chile/> 21-04-2015

Imagen 14: <http://actualidad.rt.com/ciencias/view/118727-islandia-saca-jugo-volcan-energia-magma> 02-02-2014

Imagen 15: <http://erenovable.com/energias-renovables/> 05-'05-2015

Imagen 16: <http://diario.latercera.com/2012/06/16/01/contenido/negocios/10-111556-9-australiana-pacific-hydro-instalara-su-primer-parque-eolico-en-chile.shtml>. 05-05-2015

Imagen 17: <http://www.mihuella.cl/2010/12/01/paneles-solares-con-cabello-humano/>. 12-05-2015

.....
..
Imagen 18: <http://blogs.elpais.com/eco-lab/2010/05/lo-que-contamina-una-placa-fotovoltaica.html> 12-05-2015

Imagen 19: <http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2011/02/como-construir-un-panel-solar.jpg> 12-05-2015

Imagen 20: <http://ingemecanica.com/tutorialsemanal/tutorialn192.html> 21-09-2015

Imagen 21: http://vbn.aau.dk/files/36989298/soeren_baekhoej_kjaer.pdf 21-09-2015

Imagen 22: <http://html.rincondelvago.com/000015915.png> 24-08-2015

Imagen 23: <http://www.dforcesolar.com/wp-content/uploads/2011/02/como-construir-un-panel-solar.jpg> 24-08-2015

Imagen 24: <http://www.biodisol.com/wp-content/uploads/2010/02/energia-solar-termica-colectores-solares.jpg> 26-09-2015

Imagen 25: <http://www.seeedstudio.com/depot/images/product/3wsp.JPG> 26-09-2015

Imagen 26 <http://www.cemaer.org/como-funciona-un-panel-solar/> 28-09-2015

Imagen 27 <http://www.cemaer.org/que-son-las-fotoceldas/> 28-09-2015

IMAGEN 28. BACTERIAS PÚRPURAS VISTAS POR MISCORCOPIO. FUENTE TENDENCIAS21

ILUSTRACIÓN 1 <http://www.tendencias21.net/photo/art/default/2075713-2881255.jpg?v=1289406366> 28-09-2015

IMAGEN 29. BACTERIAS PÚRPURAS VISTAS POR MISCORCOPIO. FUENTE NEOFRONTERAS 28-09-2015

Imagen 30: http://neofronteras.com/wp-content/photos/chromatium_okenii.jpg 28-09-2015

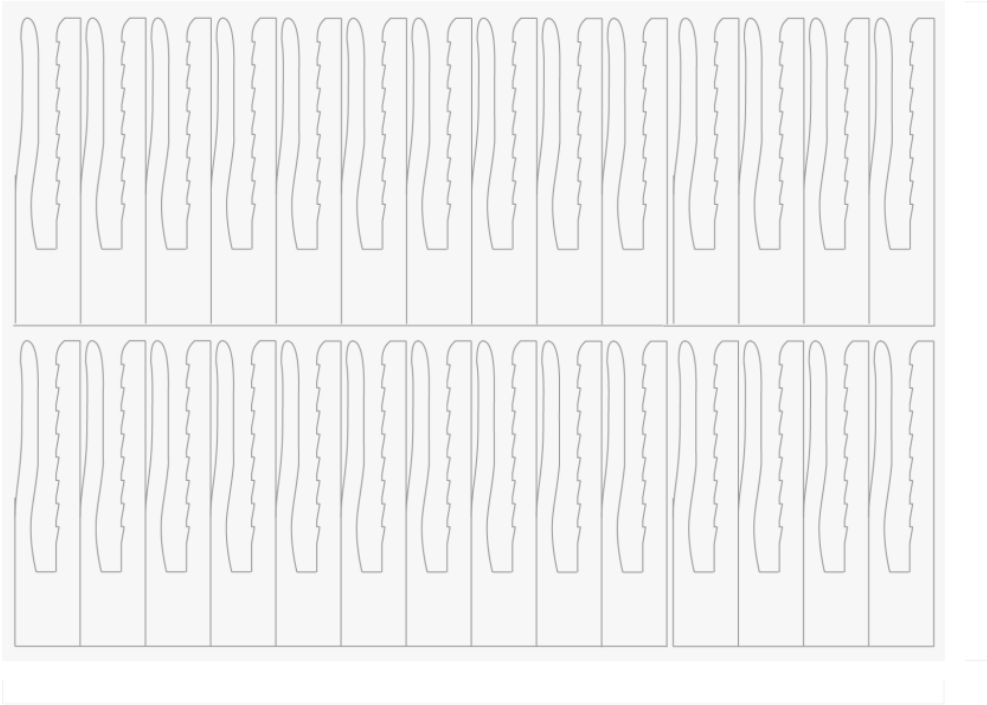
Imagen 31: http://www.tgw1916.net/images/CIMG4593_B_mycoides.jpg 30-09-2015

Anexos

NESTING

SISTEMA EXPOSITOR

Diagramación Corte Láser
Sistema Exhibidor
PINZAS

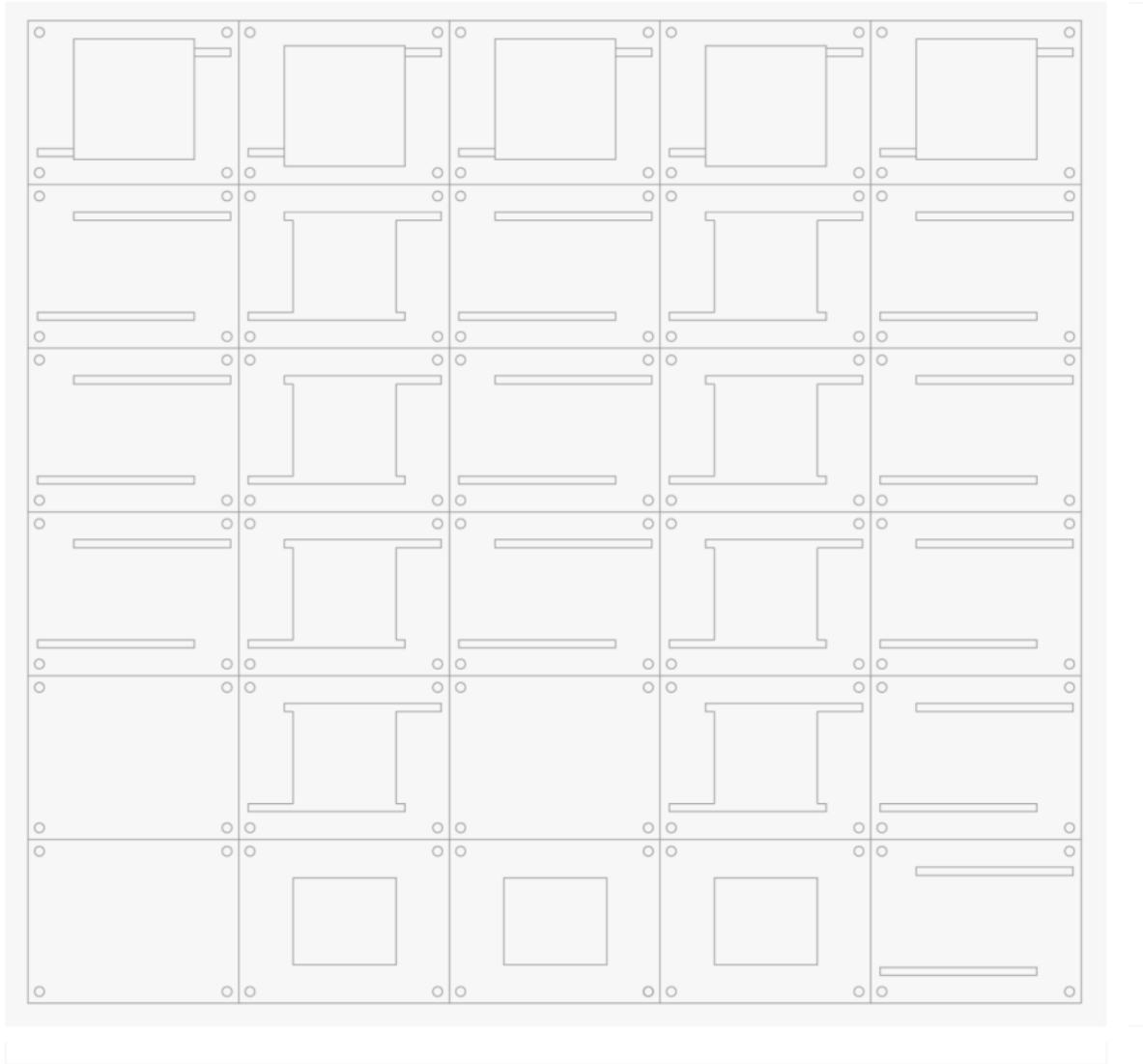


200 MM

140 MM

Descripción
Acrílico de Color 2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Exhibidor
CELDAS

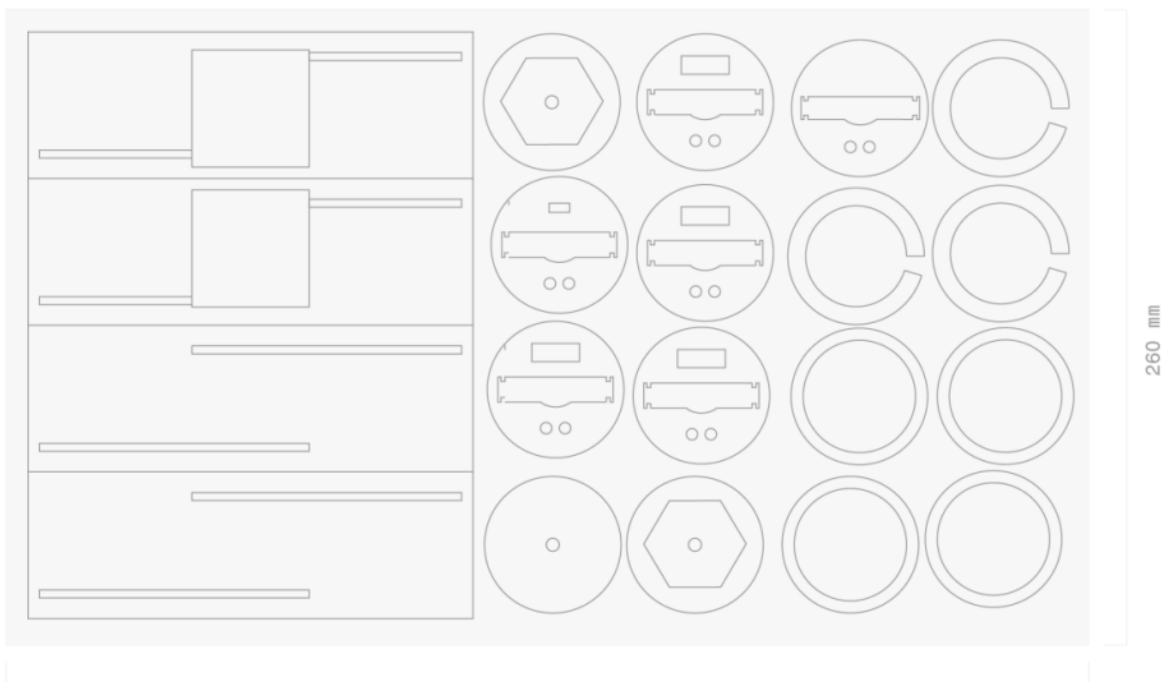


160 mm

150 mm

Descripción
Acrílico transparente 2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Exhibidor
Lámpara



460 MM

260 mm

Descripción

Acrílico Negro
2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Exhibidor
PANEL

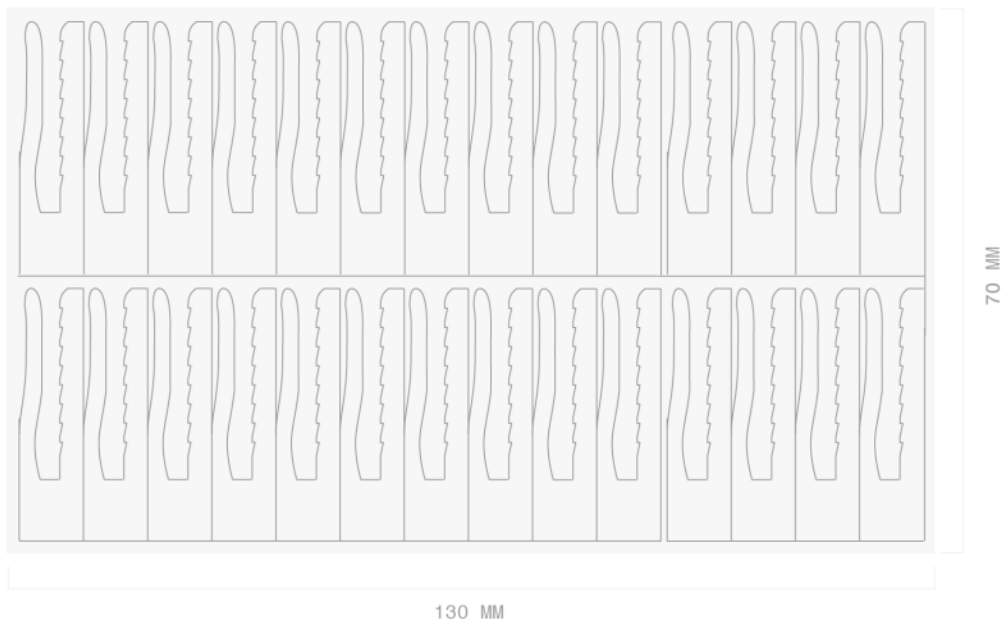


Descripción
Acrílico transparente 2mm de espesor

NESTING

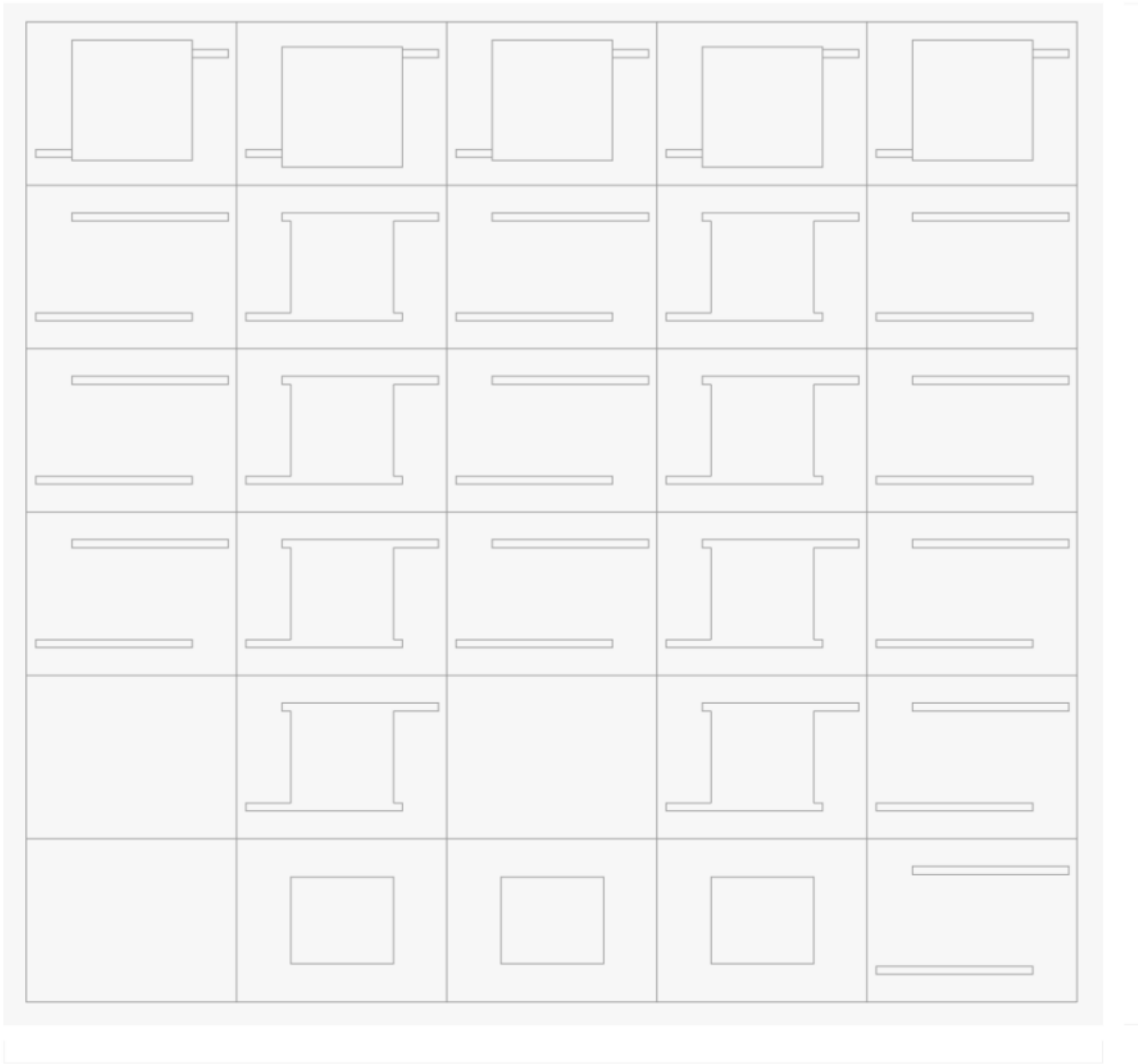
SISTEMA PARA LA
EXPERIMENTACIÓN

Diagramación Corte Láser
Sistema Experimentación
PINZAS



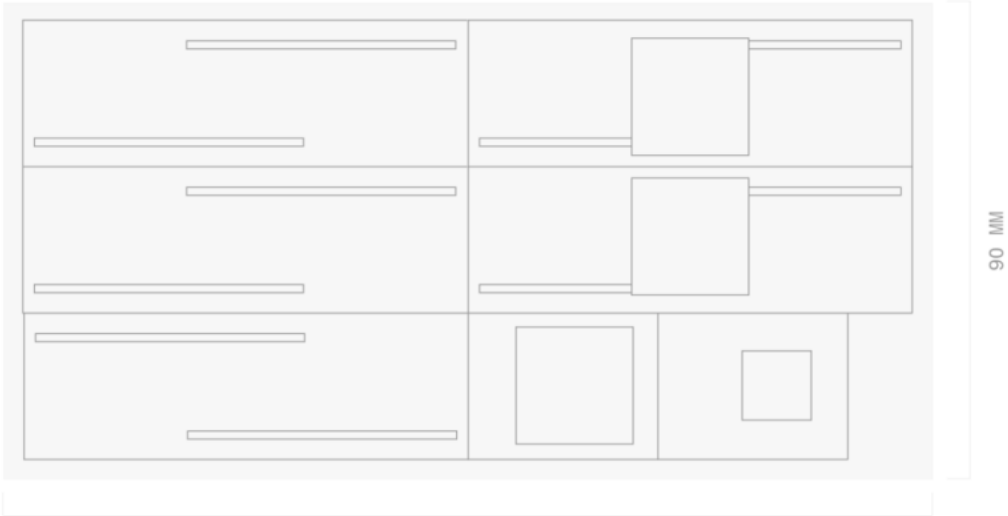
Descripción
Acrílico de Color 2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Experimentación
CELDAS



Descripción
Acrílico transparente 2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Experimentación
PLANTILLAS



120 MM

90 MM

Descripción
Acrílico Negro 2mm de espesor

Diagramación Corte Láser
Sistema Experimentación
PANEL



Descripción
Acrílico transparente 2mm de espesor