



ATAMOSTEC

TECNOLOGÍAS FOTOVOLTAICAS DE ATACAMA

ATAMOSTEC: Memoria Anual 2019 - 2020

Programa Tecnológico "Desarrollo de Tecnologías de Energía Solar Fotovoltaica para Climas Desérticos y Alta Radiación", código 17PTECS-75830

RESUMEN EJECUTIVO

ATAMOSTEC “Atacama Modules & Systems Technology Consortium” es un consorcio tecnológico que reúne a Industriales, Centros de Investigación Aplicada (nacionales e internacionales), y Universidades en un trabajo colaborativo, y de alto impacto, para el desarrollo de tecnologías de nicho, específicamente en energía solar fotovoltaica, para zonas desérticas y de alta radiación. Tiene como foco la reducción de los costos de generación de energía eléctrica (LCOE, levelized cost of energy, por sus siglas en inglés), a través de mejoras y nuevas tecnologías fotovoltaicas que aprovechan las condiciones locales del Desierto de Atacama. Para ello, ATAMOSTEC considera toda la cadena de valor de la industria fotovoltaica.

ATAMOSTEC es un proyecto adjudicado por la Universidad de Antofagasta, como beneficiario transitorio, en representación del Solar Energy Research Center Chile (SERC Chile), centro que agrupa a las principales universidades nacionales que trabajan en energía solar. Además, están incorporados tres centros internacionales de investigación aplicada con amplia experiencia en la materia, los cuales son: CEA-INES (Francia), ISC-Konstanz (Alemania) y Fraunhofer (Chile), y un importante grupo de empresas chilenas e internacionales que forman parte de la cadena de valor de la industria fotovoltaica.

ATAMOSTEC busca 1) impulsar una alta penetración de energía solar fotovoltaica en Chile, poniendo un especial énfasis en el desarrollo y fortalecimiento de proveedores locales, y así crear un tejido industrial sofisticado orientado a la provisión de bienes y servicios para esta industria en Chile y el extranjero; y 2) posicionar a Chile, desde la Región de Antofagasta, como un polo de desarrollo tecnológico y de innovación de la energía solar fotovoltaica.

ATAMOSTEC posee 10 Líneas de Trabajo (Proyectos o Work Packages -WP- para efectos de este documento). Cada Línea de Trabajo es liderada por un responsable técnico que ha coordinado equipos de trabajo de los distintos coejecutores, y cuenta con un equipo interdisciplinario conformado por miembros de las Universidades pertenecientes a SERC Chile, de los centros tecnológicos y de las empresas, elegidos según sus competencias y aporte de valor en la obtención de los distintos resultados. De las 10 Líneas de Trabajo, 6 son de investigación y desarrollo tecnológico, aplicados en las siguientes 4 líneas de acción:

- a) Desarrollo de Módulos y Evaluación de Desempeño de Módulo y Derivados/ Infraestructura de la Calidad (WP1 y WP2),
- b) Balance de Sistema (WP3) y Operación & Mantenimiento (WP4)
- c) Caracterización Territorial (WP5)
- d) Demostración de Sistemas Fotovoltaicos (FV) en condiciones desérticas (WP6);

y las restantes 4 Líneas de Trabajo son dedicados a temas transversales, tales como: Optimización y Bancabilidad (WP7), Modelos de Explotación, Emprendimiento y Transferencia Tecnológica (WP8), y Educación, Entrenamiento y Diseminación (WP9). En estas Líneas de Trabajo están contenidas las actividades de apoyo (estudios, modelos) y actividades continuas conectadas a la administración y gestión. También, se incluye el desarrollo de la matriz productiva regional, que complementa la generación y captura de valor, y el cálculo y modelo de LCOE como objetivo del programa tecnológico (PTEC).

Se espera que las instituciones y empresas asociadas trabajen en forma activa con estos equipos de trabajo de I+D+i para que el resultado sea beneficioso para todas las partes y se cumplan las expectativas.

WPO ADMINISTRACIÓN

WPO ADMINISTRACIÓN

1. Resumen del proyecto

Nombre del proyecto	WPO - Coordinación
Objetivo del proyecto	2, 3, 4, 8, 9
Resultados Comprometidos	Distintas versiones de soluciones de módulos adaptados a las condiciones del Desierto de Atacama. Versión 1 AtaMo/Versión 2 AtaMo/Versión 3 AtaMo/Versión 1 AtaMo+ Materialización de la Línea de Módulos Medición de resultados e integración a Sistema en cada uno de los casos.
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica (TLR)	Dos tecnologías de módulo comercial 72 celdas ATAMO1 (nPERT y HET) @ TRL 7 y 5 Estado arte módulos e industria PV
Resultados No Obtenidos	Línea de módulos Happi Line (Etapa de Diseño de Ingeniería): Los costos asociados a la mantención de una línea de módulos a nivel comercial no es materializable comercialmente dados los costos de logística y bodegaje. Ver Informe de Avance y Continuidad 02.08.2019.
Porcentaje de Avance del proyecto(% avance real vs % Avance comprometido)	33% (Comprometido 3 versiones módulos) / 100%
Justificación de desviaciones	No existen desviaciones
Acciones de mitigación	Aún no necesarias

WPO ADMINISTRACIÓN

2. Indicadores : Resultados obtenidos por el PTEC

INDICADOR	METODOLOGÍA DE CÁLCULO	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Indicador Compr.	Indicador Obtenido	Indicador Compr.	Indicador Obtenido	Indicador or Compr.	Indicador Obtenido
			Año 1	Año 1	Año 2	Año 2	Año 3	Año 3
Reducción del Costo Nivelado de la energía (LCOE). Base 2016: 67 USD/MWh con lanzamiento programa y 36 USD/MWh según primer cálculo	100% - (LCOE tecnología alta radiación/LCOE otras tecnologías FV 2016)*10	Informe que acredita el LCOE por tercero independiente con reconocimiento (acreditación) de competencia internacional	0	0	0	28%	25% reducción	61% reducción según LCOE de llamado; 28% reducción según LCOE primer cálculo (a 21.5 USD/MWh para HJT)
Nuevas soluciones tecnológicas de sistemas solares fotovoltaicos	Número de nuevas soluciones tecnológicas	Informe Técnico que acredite la novedad tecnológica	0	0	0	0	3	6 (Módulo HJT, Módulo nPERT, POPDB, Optimiz. Potencia, Inversión Solar, Simulador comportamiento elect.)
Empresas proveedoras locales participando en los desarrollos del proyecto (módulos, BoS o servicios asociados)	Número de empresas (acumulado)	Carta de empresas	0	0	3	0	5	2
Inversión en fábrica de módulos FV para zonas desérticas y de alta radiación con capacidad mínima de 120MWp/año en Chile	KPI4	Inversión Nueva(s) empresa(s)	Caso de negocios/Estudio de prefactibilidad	Realización de estudio.	Inversión materializada mínima de 120MW de	Inicio 2019 se entregó estudio y resultado es desfavorable.	0	0
Empresas spin off comercializando servicios y producto	Número de spin offs	Inscripción en registro de proveedores nacionales del Programa Estratégico Solar	0	0	0	0	1	Sin posibilidad de crear Spin-offs dentro de 2020
Entidades tecnológicas participando del programa	Número de entidades (acumulado)	Convenios de coejecución o desarrollo	3	3	4	3	5	3 (Tecnalia, Sandia Labs, Cener)
Variación del número de profesionales trabajando en líneas de desarrollo del Programa	Incremento en número de profesionales	Inscripción de investigadores en registro nacional del Programa Estratégico Solar	10%	10%	20%	20%	30%	5%
Eventos de difusión o roadshows	Número de eventos (acumulado)	Actas de asistencia eventos	1	1	2	2	3	5

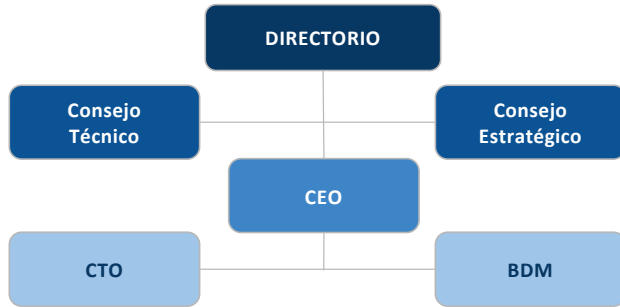
WPO ADMINISTRACIÓN

2. Indicadores del Programa: Resultados obtenidos por el PTEC (guía Técnica

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometid o a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
Reducción del Costo Nivelado de la energía (LCOE). Base 2016: 67 USD/MWh con lanzamiento programa y 36 USD/MWh según primer cálculo	Informe que acredita el LCOE por tercero independiente con reconocimiento (acreditación) de competencia internacional	25%	61% reducción según LCOE de lanzamiento 28% reducción según LCOE primer cálculo	LCOE obtenido a la fecha 26 USD/MWh
Nuevas soluciones tecnológicas de sistemas solares fotovoltaicos	Informe Técnico que acredite la novedad tecnológica	3	6	Módulo HJT, Módulo nPERT, POPDB, Optimizador Potencia, Inversión Solar, Simulador de comportamiento eléctrico (varían de TRL 4 al 8)
Empresas proveedoras locales participando en los desarrollos del proyecto (módulos, BoS o servicios asociados)	Carta de empresas	5	2	Solo se logran 2 empresas proveedoras, influye pandemia y completar traspaso.
Inversión en fábrica de módulos FV para zonas desérticas y de alta radiación con capacidad mínima de 120MWp/año en Chile	Inversión Nueva(s) empresa(s)	0	0	No hay objetivo en año 3
Empresas spin off comercializando servicios y producto	Inscripción en registro de proveedores nacionales del Programa Estratégico Solar	1	0	Se está a la espera del traspaso a la Corporación para decidir sobre la spin-off a crear.
Entidades tecnológicas participando del programa	Convenios de coejecución o desarrollo	5	3	Se está trabajando con Tecnalia pero aún no se formaliza la relación hasta no completarse el traspaso. Sandia Labs y Cener son parte del Comité Técnico quienes participan en los desarrollos del programa.
Variación del número de profesionales trabajando en líneas de desarrollo del Programa	Inscripción de investigadores en registro nacional del Programa Estratégico Solar	30%	5%	El número de profesionales principalmente son influenciados por Tesistas y Doctorados trabajando en el programa, sin embargo, considerando presupuesto limitado no permite un mayor aumento de este indicador.
Eventos de difusión o roadshows	Actas de asistencia eventos	3	5	A pesar de la pandemia, durante 2020 se ha participado en 5 eventos y durante abril y mayo tuvimos bastante cobertura de prensa debido a los primeros resultados del LCOE.

WPO ADMINISTRACIÓN

3. Gobernanza del PTEC



Elías Urrejola D.
CTO



José Tapia Jelcic
CEO



María José Riquelme
BDM

<http://www.atamostec.cl>



Consejeros Internacionales Modulos



CEA INES
Delfina Muñoz



ISC KONSTANZ
Radovan Kopecek



UA
Edward Fuentealba

Asesor Afta BoS y O&M

WPO ADMINISTRACIÓN

3. Gobernanza del PTEC : Directorio

Miembros Permanentes

Directores Titulares



Lucas Malfetano / Gerente General
Vidrios Lirquén lucas.malfetano@cl.nsg.com
(Director Titular)



Dr. Delfina Muñoz / Directora de Desarrollo de
Proyectos en CEA-INES. Delfina.munoz@cea.fr
(Directora Titular)



Claudia Rahmann / Directora SERCCHILE
Universidad de Chile
(Directora Titular)



Marcos Crutchik / Decano FACING
Universidad de Antofagasta
(Director Titular)



Felipe Donoso / Gerente
Energica City felipe@energica.city
(Director Titular)



Jose Galindo/ Gerente General
Aiset jgalindo@aisetingenieria.cl
(Director Titular)



Soledad Zenteno / Independiente
solezentenor@gmail.com solezentenor@gmail.com
(Director Titular)

Directores Alternos



Juan Osses / Jefe de Proyectos
SYNTEC juan.osses@syntec.cl
(Director Alterno)



Frank Dinter / Director
Fraunhofer CSET frank.dinter@fraunhofer.de
Director Alterno



Luis Moran / Decano FACING
Universidad de Concepción
(Director Alterno)



Edward Fuentealba / Director CDEA, UA
Universidad de Antofagasta
(Director Alterno)



Patricio Valdivia / SubDirecto PTEC
Electromobilidad Fuel Cells - USM
patricio.valdivia@usm.cl
(Director Alterno)



Laurentzi de Sasia/ SubDirector PTEC
Aiset Global lsasia@aisetglobal.com
(Director Titular)

WPO ADMINISTRACIÓN

3. Gobernanza del PTEC : Comité Estratégico

Miembros Permanentes

Directores Titulares



Lucas Malfetano / Gerente General
Vidrios Lirquén lucas.malfetano@cl.nsg.com
(**Director Titular**)



Dr. Delfina Muñoz / Directora de Desarrollo de Proyectos en CEA-INES. Delfina.munoz@cea.fr
(**Directora Titular**)



Claudia Rahmann / Directora SERCCHILE
Universidad de Chile
(**Directora Titular**)



Marcos Crutchik / Decano FACING
Universidad de Antofagasta
(**Director Titular**)



Felipe Donoso / Gerente Energica City felipe@energica.city
(**Director Titular**)



Jose Galindo / Gerente General Alset jgalindo@alsetingenieria.cl
(**Director Titular**)



Soledad Zenteno / Independiente
solezentenor@gmail.com solezentenor@gmail.com
(**Director Titular**)

Directores Alternos



Juan Osses / Jefe de Proyectos
SYNTEC juan.osses@syntec.cl
(**Director Alterno**)



Frank Dinter / Director Fraunhofer CSET frank.dinter@fraunhofer.de
Director Alterno



Luis Moran / Decano FACING
Universidad de Concepción
(**Director Alterno**)



Edward Fuentealba / Director CDEA, UA
Universidad de Antofagasta
(**Director Alterno**)



Patricio Valdivia / SubDirector PTEC
Electromobilidad Fuel Cells - USM
patricio.valdivia@usm.cl
(**Director Alterno**)



Laurentzi de Sasia/ SubDirector PTEC
Alset Global lsasia@alsetglobal.com
(**Director Titular**)

ATAMOSTEC



GERENTE GENERAL por definir, mientras debe no exista de dirigir el Director del Programa**

CORFO



Fernando Hentzschel
Gerente Capacidades Tecnológicas en CORFO
(**Miembro Titular Corfo**)



Macarena Aljaro
Directora Consorcios y Programas Tecnológicos en CORFO
(**Miembro Suplente Corfo**)



Ruth Rain
Technology Programs Executive – CORFO
(**Ejecutiva Corfo**)

Miembros



Rodrigo Palma / Director Centro Energia
Universidad de Chile
(**Consejero Coejector Nacional**)



Laura Azpilcueta / Board of Directors - Chairwoman of Quality Committee - Solar United
laura@ipvea.com
(**Consejero Independiente**)



Patricio Cortés / Komatsu Reman Center Chile
patricio.cortes@global.komatsu
(**Consejero Asociado/Industrial Regional**)

WPO ADMINISTRACIÓN

3. Gobernanza del PTEC : Comité Técnico

Panel de Expertos externos



Expertos invitados*

Dr. Joshua S. Stein
Distinguished Member of
Technical Staff
Sandia National Laboratories
USA



Dr. Ana Rosa Lagunas Alonso
Directora Departamento de
Energía Solar FV
CENER ESPAÑA



PhD. Renate Egan
Associate Professor
UNSW AUSTRALIA
Co-founder
enosi.io



Expertos asignados por CORFO

Ruth Rain
Technology Programs Executive
en Corfo
CORFO



Ana María Ruz
Directora de Desarrollo
Tecnológico
Comite Solar e Inovación
Energética CORFO

CTO ATAMOSTEC



Coordinador WP técnicos

Dr. Elias Urrejola
CTO ATAMOSTEC
Coordinador

EMPRESAS ASOCIADAS



SYNTEC

Juan Osses
Gerente I+D
Empresa asociada Atamostec



CINTAC

Andres Weinreich
Subgerente Soluciones
Constructivas
Empresa asociada Atamostec.

Coejecutores ATAMOSTEC



CEA INES

Dr. Delfina Muñoz
Directora de Desarrollo de
Proyectos en CEA-INES.
Coejecutor.



ISC KONSTANZ

Dr. Radovan Kopecek
Director y CTO ISC-Konstanz
Conocimiento industrial.
Coejecutor.



CSET FRAUNHOFER

Alois Salmon
Research line leader
Conocimiento industrial.
Coejecutor.

WPO ADMINISTRACIÓN

3. Gobernanza del PTEC : Socios del PTEC ATAMOSTEC

SERC CHILE
 SOLAR ENERGY RESEARCH CENTER
 Co-Ejecutores

Asociados

Interesados

WPO ADMINISTRACIÓN

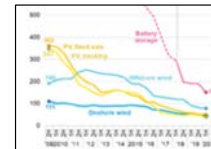
4. Diferencias con Centros Chilenos

ITEM	ATAMOSTEC "PSDA"	LABORELEC "EL AGUILA" Región Tarapaca - Arica	HUB ACCIONA – El Romero Solar Región Coquimbo - Coquimbo
Desarrollo de tecnologías	Desarrollo (I+D) y Benchmarking	Benchmarking	Benchmarking
Infraestructura	<p>Plataforma outdoor de referencia (sofisticado) (Alta Radiación y zona desértica)</p> <p>Medición a nivel de módulo, mini-módulo y sistema</p>	<p>Plataforma outdoor (Alta Radiación)</p> <p>Medición solo a nivel sistema</p>	<p>Plataforma outdoor</p> <p>Medición solo a nivel sistema</p>
Capital humano	Formación de capital humano avanzado para Chile	Desarrollo interno	Desarrollo interno
Propuesta de valor	Desarrollo país, co-desarrollo con industriales	Desarrollo interno	Desarrollo interno
Relación con ATAMOSTEC	n/a	<p>Partner industrial</p> <p>(3er reporte en preparación, 2 reportes pagados)</p>	Han mostrado interés en ATAMOSTEC



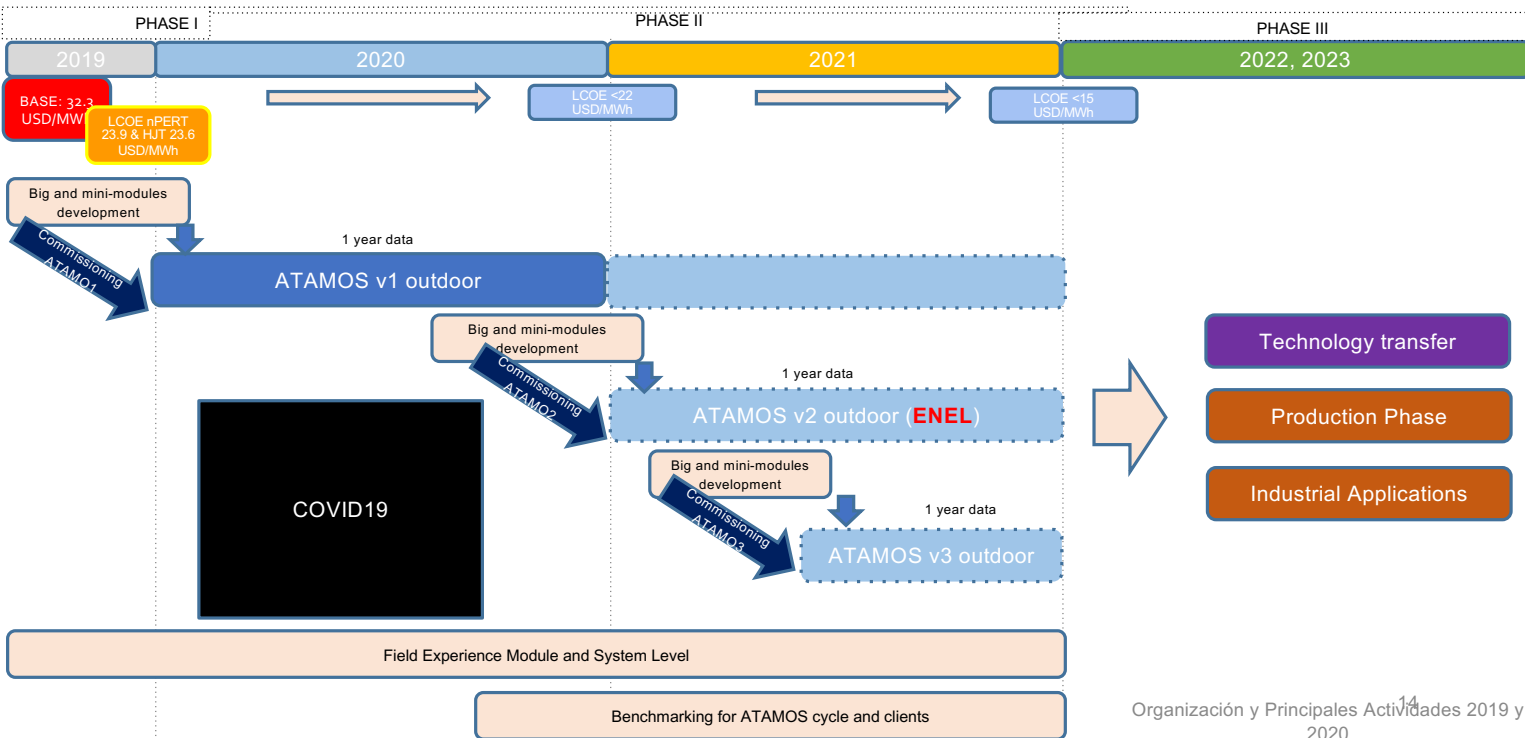
WPO ADMINISTRACIÓN

5. Proyectos Ejecutados en ATAMOSTEC



WPO ADMINISTRACIÓN

6. Ciclo ATAMOSTEC



WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

1. Equipo de Trabajo - 2020

ATAMOSTEC

Principal actividad	Principal actividad	Principal actividad
E Urrejola	Doctor ingeniero	CTO: experto, análisis roadmap
F Valencia	Doctor ingeniero	Análisis resultados, apoyo desert label

Coejecutor que participa:



CEA-INES

Principal actividad	Principal actividad	Principal actividad	Principal actividad
D Muñoz	Doctor ingeniero	20%	Experta, análisis, roadmap
JF Lelievre	Doctor ingeniero	100% contratado	Caracterización indoor + desert label
R Soulas	ingeniero	20%	ATAMOS2
E Pilat	Doctor ingeniero	30%	Caracterización soiling
Equipo plataforma	técnicos		Fabricacion modulos/minimodulos

+ support of R Kopecek from ISC Konstanz

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

2. Avance de la Ejecución a diciembre 2020

Nombre del proyecto	WP 1 DESARROLLO DE MÓDULOS
Objetivo del proyecto	Demostrar la tecnología de módulos mas adecuada para el desierto de atacama. Desarrollar la etiqueta del desierto basado en caracterización indoor
Resultados Comprometidos	Fabricación de módulos para el ciclo ATAMOS, desarrollo del procedimiento acelerado de degradación simulando el desierto
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	ATAMO2: TRL6
Resultados No Obtenidos	No procede
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	Retraso de instalación del ATAMO2 / 6 meses ATAMO 1 100% / 100% ATAMO2 90% / 100% falta envío ATAMO3 25% / 30% minimodulos hechos, falta monitoreo y decisión/fabricación ATAMOS3 2022
Justificación de desviaciones	COVID, instalación prevista con EGP y retraso del contrato con EGP
Acciones de mitigación	

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

3. Detalle de indicadores asociados al proyecto

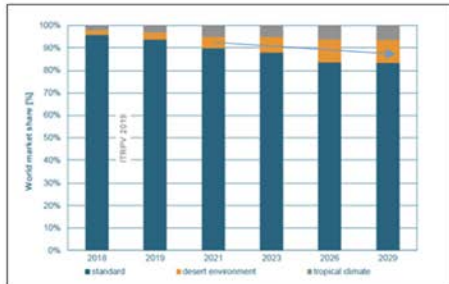
INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
ATAMO2: fabricación, primera medición, envío, instalacion	Primer dato	100%	90%	Retraso en el envío. Mutualizacion con modulos EGP
Protocolos para la certificación del desierto	Reporte con validación indoor-outdoor	60%	60%	No hay desvío. Primera proposición para marzo 2021
Protocolos para la certificación del desierto 2	Reporte con validación indoor-outdoor	0%	0%	
ATAMO3	Miminodulos instalados marzo 2021	30%	30%	
ATAMO3	Primer dato	0%	0%	

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

4. Motivación: ¿Por qué ATAMO?

ATAMOSTEC is aligned with the needs and prospects identified by the photovoltaic community as strategic axis for quick transfer to the industry:

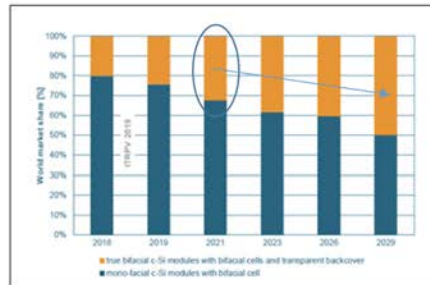
Market share for desert conditions



A steady increase in PV technologies adapted to desert climates is estimated (decrease LCOE locally).

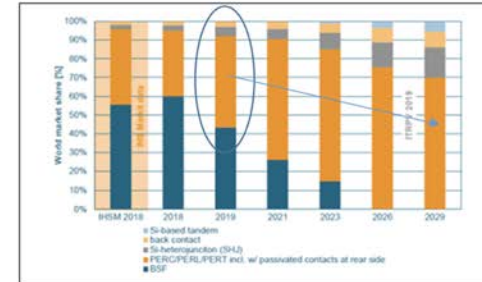
In Chile extremely important given the climatic diversity.

Market share for bifacial PV



Strong market penetration of bifacial modules expected (>50% of the market at 2029)

Market share for advanced PV technologies



Steady increase in the market for High-performance cells (>23%) in high-performance modules and Heterojunction PERT and passive contact technologies

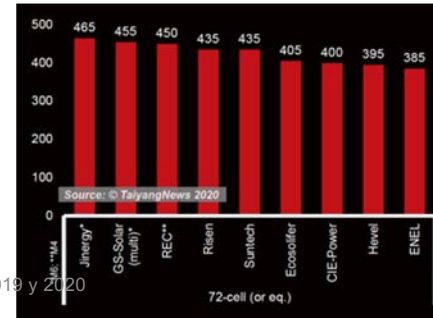
WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

5. Desafíos y proyecciones - WP1 Estado del arte

Company	Country	Rum-up phase (GW)	Future plans (GW)
EnCORE PV	Rusia	0.0	1.0
Hevel Solar	Rusia	0.3	1.0
Risen	China	0.5	2.0
GS Solar	China	0.6	10.0
Jinergy	China	0.2	1.2
Akcome	China	0.3	2.0
Talesun Solar	China	0.0	1.0
Tongwei	China	0.4	1.0 - 100.0*
REC Group	Noruega/Francia	2	2
ENEL Group 3SUN	Italy	0.2	3.0
Meyer Burger	Alemania	0.4	4.0
TOTAL (GW)		3.49	129.2

*2023

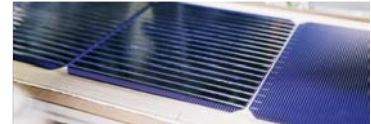
- 2020 es probablemente el año de la tecnología de producción de HJT.
- La tendencia y la producción en masa de la tecnología HJT es constantemente monitoreada por ATAMOSTEC.
- La mayoría de los fabricantes de módulos están usando multi-bus bar como método de interconexión y pocos lo combinan con half-cell
- China tiene actualmente 10GW en operación y en construcción para HJT [PVMAG281020].
- Los planes futuros podrían alcanzar hasta 129 GW (¡para 2023!)



WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

6. Resultados : WP01-A10 - Fabricación de módulos ATAMO2

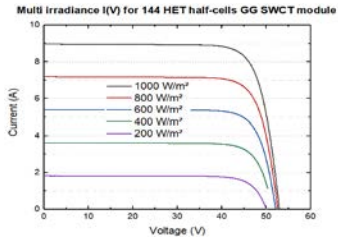
- **Objective: Generation 2 of ATAMO industrial-size bifacial HET modules to be installed at PSDA**
 - ☐ Two module interconnection technologies: SWCT and BB6
- **ATAMO2-SW 144 half-cell modules**
 - 8 modules + 2 extras to be installed in HSAT tracker at PSDA in 2021+ 2 modules for indoor ageing tests at CEA-INES
 - ☐ **Best encapsulant** from 1st year indoor accelerated ageing tests protocol (high cut-off POE2)
 - ☐ Busbarless (**BB0**) HET cells specially designed to improve module **bifaciality factor (BiFi) > 90%**
 - ☐ **Half-cell architecture** (minimization by 4 of the resistive losses)
 - ☐ **SmartWire Connection Technology (SWCT)**
- **ATAMO2-BB6 144 half-cell modules**
 - 8 modules + 3 extras to be installed in HSAT tracker at PSDA in 2021
 - + 3 modules for comparison with ATAMO2-SW
 - ☐ **Promising encapsulant** (high cut-off POE4): high durability at low cost
 - ☐ 6 busbars (**BB6**) HET cells applying Electrical Conductive Adhesive (**ECA**) and Light Capturing Ribbons (**LCR**)
 - ☐ **Half-cell architecture** (minimization by 4 of the resistive losses)



WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

6. Resultados : WP01-A10 - Fabricación de módulos ATAMO2

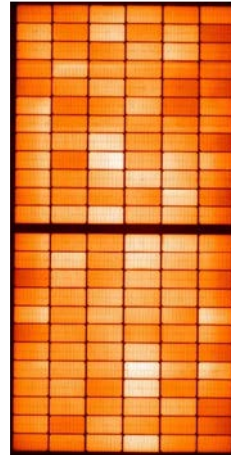
- Both higher performance and better durability in comparison with ATAMO1 modules
 - ☑ Tight IV parameter distribution for a good System implementation
 - ☑ ½ cells (resistive losses minimization, temperature management, thermomechanical properties..)
 - ☑ UV high cut-off and long-standing encapsulant (best results of 1st year indoor accelerated ageing tests)
 - ☑ New J-box sealed by potting agents to prevent oxidation
 - ☑ High bifaciality (91%) to take advantage of the high 30% albedo measured at PSDA



Component Assembly & Soldering

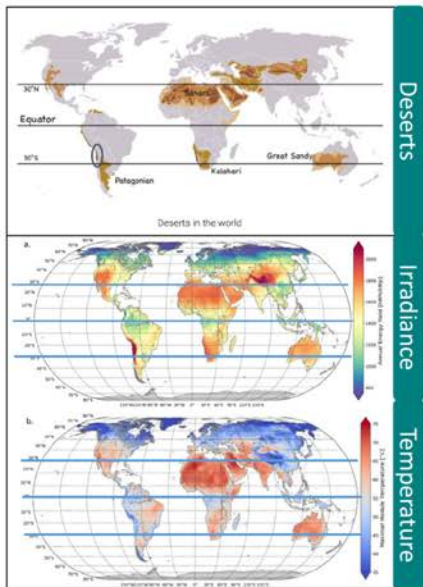


Lamination



Desert Certification: motivation

Desert & Atacama Desert Challenges



The pros of PV for Desert:

- About 35% of earth's continental surface > 33 million km²
- Very high and constant irradiance for PV production
- Low impact

The pros of Atacama Desert

- **Highest DNI** in the world (3800 kWh/m²/y)
- **Scarce rainfall**
Relatively **low ambient temperature** (<30°C)
⇒ Perspective of elevated and constant electricity production
- **High energy needs** (mining activities)
- Ambitious solar program in Chile

Challenges are among others:

- **Thermal cycling & UV stresses**
Particularly high UVA+B irradiation
- **Soiling & Corrosion**
High partial humidity during night + High salt concentration in soil
⇒ "Camanchaca" ocean wind from the sea
Moisture ingress, soil cementation, corrosive reactions...
- More expensive **O&M** of PV plants
- Limited access to grid and **energy transportation...**

International standards

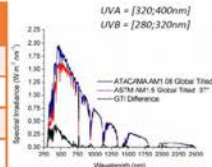
Accelerated ageing Standards applied in the photovoltaic industry largely **underestimate PV module degradation due to ultraviolet (UV)**

⇒ IEC61215-2016 = UV pre-conditioning sequence of 15kWh/m²

= *slightly more than 1 summer month*

⇒ UV photodegradations are largely underestimated regarding field data (I_{sc} losses)

Measurement at:	PSDA	Cadarache (France)
Max UVA+B irradiance level (summer) - W/m ²	80	50
1 year cumulative UV radiant dosage - kWh/m ²	175	100
incl. detrimental UVB (280-320 nm) - kWh/m ²	4.6	2,7
25 years of outdoor UV exposure - kWh/m ²	4375	2500



UV radiant dosage is 75% higher in Atacama than reference climate

ATAMOSTEC aims at developing **bifacial PV modules and systems** adapted to **desert high radiation and harsh climatic conditions**

ATAMOSTEC develops **indoor accelerated ageing protocols** that emulate the real desert conditions in order to select the adequate module components in a reduced time

ATAMOSTEC is also **testing PV panels in real outdoor conditions**, results that are being used to improve both indoor ageing protocol and current ATAMOS technology.

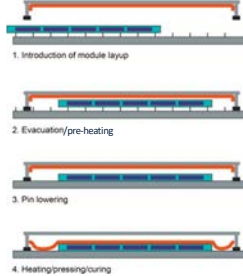
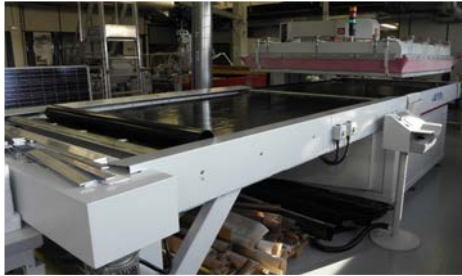


[1] J. Ascencio-Vásquez, et al. Solar Energy 191 (2019) 672–685
 [2] <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.12.018>
 [3] A. Marzo et al. Renewable Energy 127 (2018) 871–882
 [4] A. Zurita et al. Renewable and Sustainable Energy Reviews 92 (2018) 701–727
 [5] JF Lelièvre et al. EUPVSEC 2019

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

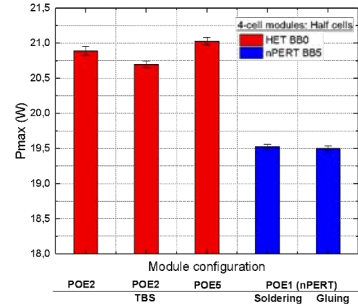
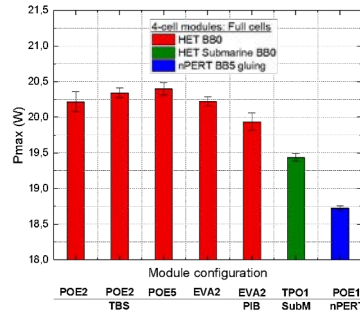
6. Resultados : WP01-A11 - Fabricación de minimódulos G3 HET

Development of new lamination recipes for SW Glass/Glass configuration (5 encapsulants)

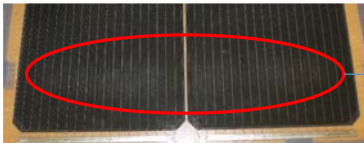


Characterization: IV, EL & Visual inspection

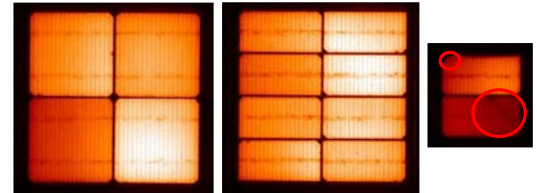
IV module configuration performance



Visual inspection, DSC (reticulation) and peeling strength (adhesion) lamination recipe validation



EL module integrity validation



WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

6. Resultados : WP01-A09 - Pruebas indoor de envejecimiento acelerado



Innovative indoor accelerated ageing test protocols adapted to Atacama Desert with the objective of defining a representative Desert Label.

- ☑ Balance between **sufficient acceleration** (and thus reduction of ageing sequence duration applying aggressive stresses) and **consistency with field degradation behaviour** (thus avoiding to create artificial defects).
- ☑ tests at mini-module (1-cell and 4-cell), cell and encapsulant levels

☑ Aggressive indoor sequences tested to date on 156 mini-modules (HET & nPERT):

Interconnection studies: *UV + 200PTC⁺ [-40; +100°C]*
200PTC⁺ + 50TC⁺⁺ [-60; +105°C] + 10HF⁺ [-60°C; 95°C/85%RH]

Encapsulant and UV ageing studies: UV only

UV+DH/HAST

UV+Salt Mist3 (+DH/HAST/UV)

HAST+UV

Combined cycles of UV+Spray+DH (50 cycles of 12h)

A range of UV parameters were explored ☑ Different **UV lamp spectra**;

- ☑ High **irradiance** (1X to 4X);
- ☑ High **temperature** (60 to 100°C)
- ☑ High **radiant dosage** (30 to 120kWh/m²)

Cell studies at cell and encapsulant levels

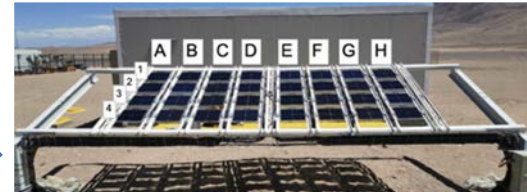
- ☑ **Expert knowledge on UV accelerated ageing**

Comparison and validation through module and sample outdoor exposure

Sister mini-modules to the desert →



Reciprocity law
UV parameters / UV photodegradations



Organización y Principales Actividades 2019 y 2020

UV4X climatic chamber

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

6. Resultados : WP01-A09 - Pruebas indoor de envejecimiento acelerado



Glass/Glass 4-cell modules featuring 3 generations of HJT solar cells, 3 interconnection schemes and 5 encapsulants

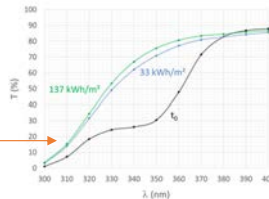
Encapsulant (cut-off)	Cell technology	Cell design	GG / GBS	Indoor accelerated ageing test ($\Delta P_{max}/P_{max} =$)							
				UV4X 30kWh/m ² 60kWh/m ² 80°C	UV3X 60kWh/m ² 90°C	Combined UV+Spray+DH 50 cycles	UV4X (30) +200PTC ⁺	200PTC ⁺ + 50 TC ⁺⁺	UV4X (30) +Salt Mist ³ +UV1X (30)	UV4X (30) +DH (1000h)	UV (30 / 60) +HAST (250h)
TPO1 (low)	HJT1	Full BB4	GG	😊 -0.9%			😊 -0.5%		😞 -2.4%	😊 -1.4%	😊 -1.1%
	HJT3	Full BB0	GG		😊 -1.9%	😊 -2.7%					
TPO2 (high)	HJT2	Full BB0	GG	😊 -0.2%				😊 -1.1%			
		Full BB6	GG	😊 +0.3%				😊 -1.6%			
EVA1 (low)	HJT1	Full BB4	GG	😊 -1.2%			😊 0%		😞 -4.2%	😡 -21%	😡 -7.5%
EVA2 (high)	HJT2	Full BB0	GG		😡 -11.5%	😡 -34.7%					😡 -6.0%
Ionol1 (high)	HJT1	Full BB4	GG	😞 -1.6%					😡 -5.8%	😊 -0.8%	😞 -2.4%

Configurations that fail the tests:

EVA1 = moisture sensitive

EVA2 = moisture
+ temperature sensitive

Ionomer1 =
temperature sensitive
+ UV blockers annihilation



Configurations that pass the tests:

HJT1 BB4 + TPO1
HJT2 BB0 + TPO2
HJT2 BB6 + TPO2
HJT3 BB0 + TPO1

Organización y Principales Actividades 2019 y 2020

WP1 DESARROLLO DE MÓDULOS

7. Perspectivas 2021 y trabajos futuros

- Primera versión del protocolo para el estándar del desierto 04/2021
- Comparación outdoor - indoor del ATAMO3 para preparación del protocolo para el estándar del desierto v2
- Tests pendientes:
 - Impacto de la bruma marina/ salinidad en las tecnologías, simulación Atacama
 - Nuevos encapsulantes eco-concebidos (2021-2022)
 - Ajuste carac indoor en función del outdoor
 - Soiling con polvo de atacama: impacto del vidrio anti-soiling en LCOE en indoor para prospección ATAMO3
- Definición ATAMO3 en función de resultados ATAMO2 y análisis LCOE

WP2 EVALUACIÓN Y DESEMPEÑO MÓDULOS

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

1. Equipo de Trabajo - 2020

ATAMOSTEC

Principal actividad	Principal actividad	Principal actividad
S. Delgado	Magíster	Instrumentación, análisis y procesamiento datos
Y. Pernia	Doctor ingeniero	Análisis resultados
Rolando Adamczyk	Técnico	Instrumentación y procesamiento de dato
Francisco Araya	Doctor (C)	Modelación de Albedo

CEA_INES y FRAUNHOFER

Principal actividad	Principal actividad	Principal actividad
Hervé Collin	Ingeniero	Análisis de datos
Sylvain Guillemain	Ingeniero	Análisis de datos
Álvaro Henriquez - Fraunhofer Chile	Doctor (C)	Análisis de minimodulos

Coejecutor que participa:



WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

1. Equipo de Trabajo - 2020

ACCIONES CEA WP2 DATOS

CEA-INES

Principal actividad	Principal actividad	HH	Principal actividad
H Colin	ingeniero	20	Monitoreo y diagnóstico
S Guillerez	Doctor ingeniero	20	Monitoreo y diagnóstico
F Haffner / Cl Gregoire / Th Capelle	Doctor ingeniero contratados	100	Programación y simulación . Data management
A Plissonier	técnico	10	Support in hardware
S Guillemin	Doctora ingeniera	20	PopDB

Reportes entregados:

- diagnostico ATAMOS1
- training PopDB: sesiones de training y documento completo
- simulacion

Resultados: see summary of reports:

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

2. Avance de la ejecución a diciembre 2020

Nombre del proyecto	WP2 EVALUACIÓN Y DESEMPEÑO MÓDULOS
Objetivo del proyecto	2, 3, 4, 5, 9
Resultados Comprometidos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laboratorio de pruebas en interiores para módulos fotovoltaicos (infraestructura, equipo, procedimientos de prueba, personal capacitado) 2. Informe Benchmarking sobre módulos fotovoltaicos disponibles 3. Informe sobre los mecanismos de ensuciamiento e impacto en el rendimiento de los módulos fotovoltaicos y plantas fotovoltaicas 4. Informe sobre los procedimientos de prueba para las condiciones del Desierto de Atacama 5. Informe sobre los mecanismos de envejecimiento en el Desierto de Atacama 6. Propuesta elaborada para una Etiqueta del Desierto de Atacama (Requisitos y Gobernabilidad)
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	Benchmarking de módulos comerciales y análisis técnico de Lab. Indoor. Reportabilidad de KPIs tecnología ATAMOV1
Resultados No Obtenidos	no aplica
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	42% / 51%
Justificación de desviaciones	No existen desviaciones
	<p style="text-align: center;">Organización y Principales Actividades 2019 y 2020</p>

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

3. Indicadores Asociados al Proyecto

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
DEFINICIÓN Y ADQUISICIÓN DE EQUIPO Y PROCEDIMIENTOS DE PRUEBA	Reportes	67%	67%	
EVALUACIÓN DE CALIDAD EN INTERIORES Y BENCHMARKING	Reporte de Benchmarking	100%	100%	
MECANISMOS DE DEGRADACIÓN Y SUCIEDAD - ANÁLISIS E IMPACTO	Reporte	87%	49%	
DESARROLLO DE LA ETIQUETA "DESIERTO DE ATACAMA	Reporte	0%	0%	
GESTIÓN DE DATOS DE ALTA CALIDAD	Reportes	26%	31%	
HERRAMIENTAS DE DIAGNÓSTICO Y MODELAMIENTO	Reportes	25%	5%	

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

3. Resultados : Comunicación y datos

Communication

I. Communication Network Infrastructure

Responsible: Sebastián Delgado
Collaborator: Rolando Adamczyk

All the instruments and infrastructure that make up the ATAMOSTEC instrumentation:

Sensors, digitizers, switch, dataloggers, servers, UPS, optical fiber, data network, inverters, equipment (DustIQ, etc).

☑ O&M Plan (Rolando, operators)

II. Data Acquisition (Software)

Responsible: Sebastián Delgado

Data acquisition software

PVSTAND, DAYSTAR, Labview, inverters.

☑ O&M Plan (Sebastian)

Data

IV. Data Quality Control and Management

Responsible: Yutriz Pernía

Data quality assessment, KPI calculation and data analysis.

Operation of POPDB, Data QA of monthly data, industrial reports.

☑ Data quality assessment report

☑ KPI report

III. O&M Plan

Responsibles: Sebastián, Rolando, Yutriz, Elias y Erik
Rolando, Operators ☑ O&M infrastructure

Sebastián ☑ O&M Data acquisition and Principales Actividades 2019 y 2020

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

3. Resultados: Evaluación de la calidad de datos y reporte de KPIs

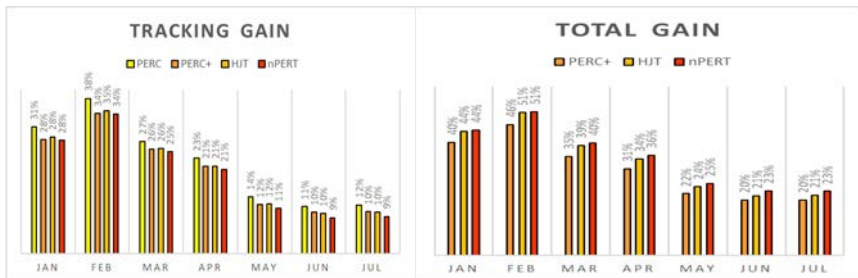
Data QA



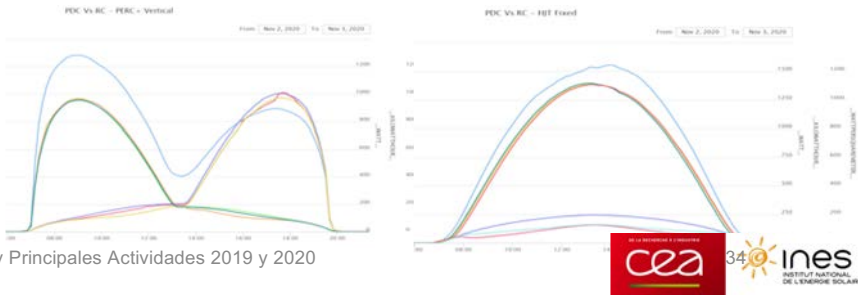
Example: Availability rate for October was 93,64 % due to a scheduled shutdown

Sefal	Fecha líneas faltantes	% Disponibilidad líneas faltantes	Datos faltantes	% Disponibilidad datos faltantes	%Disponibilidad
AC Power North	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
AC Power South	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
DC Power North	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
DC Power North	18 de Octubre de 2020	96,77 %	08 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
Mini Modules	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
RefCellFixed	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
RefCellSAT	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
RefCellVert	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
TempModFixed	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
TempModSAT	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
TempModVert	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
WindFixed	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
WindSAT	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%
WindVertical	18 de Octubre de 2020	96,77 %	14 de Octubre de 2020	96,77 %	93,64%

Benchmark Technologies



Data Analysis

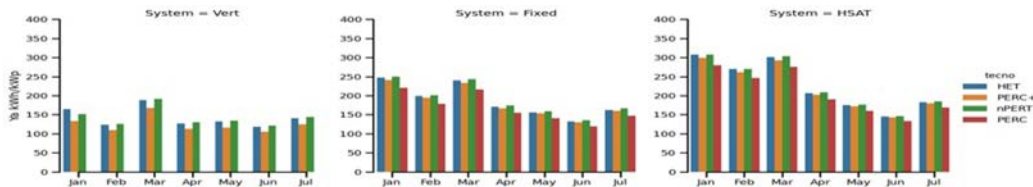


Organización y Principales Actividades 2019 y 2020

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

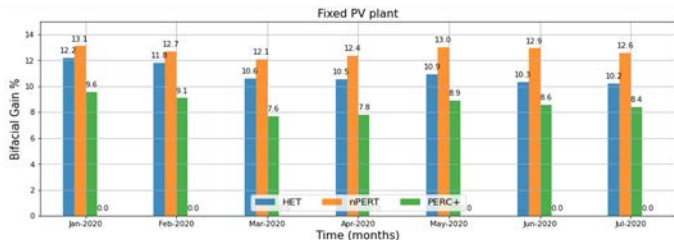
3. Resultados : Evaluación de la calidad de datos y reporte de KPIs

ATAMOSTEC is the only platform in the world that compares bifacial technologies on vertical, fixed tilted (20°) and tracker (HSAT) under the same conditions.



Energy Yield

nPERT > HET > PERC+ > mono PERC (reference)

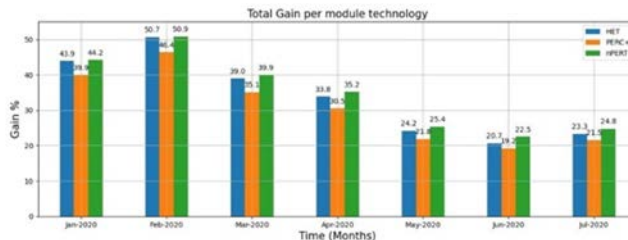


Average Bifacial Gain

nPERT: 12.7%

HET: 10.9%

PERC+: 8.6%



Total Gain (Bifacial Gain + Tracker)

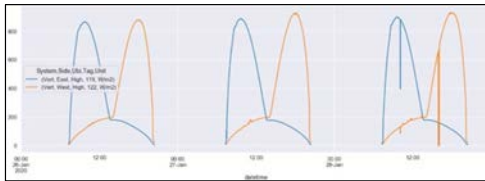
Maximum 50.9% in Summer.

Minimum 19.2% in Winter

WP2 Evaluación de Desempeño de Módulos y derivados

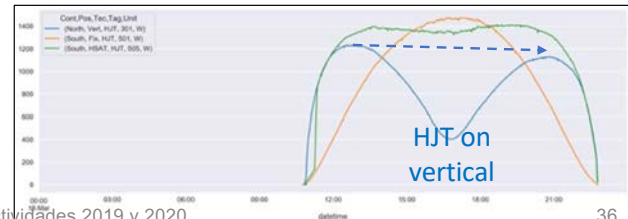
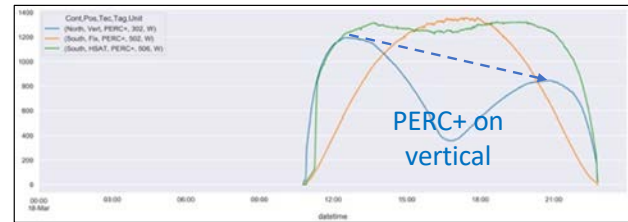
3. Resultados : Análisis preliminar de instalaciones verticales

- Vertical PV allows different applications as AGROPV or where use of land needs to be cost effective
- Furthermore the higher bifaciality of HJT (88%) vs PERC+ (65%) is visible



Morning (front)

Evening (rear)

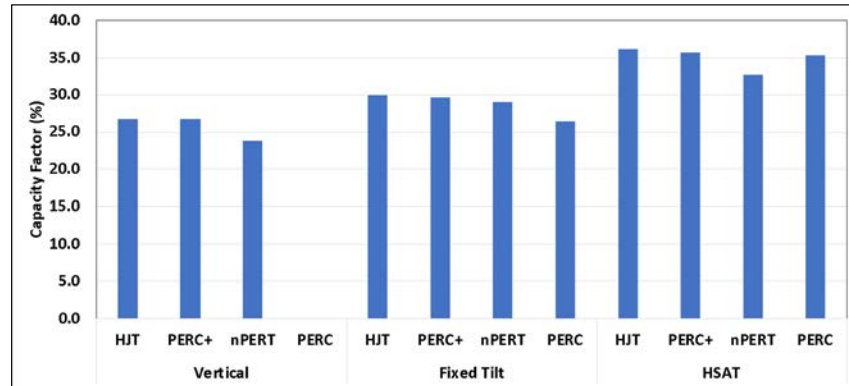


ATAMOV1 – Capacity Factor



Capacity factor of the PV installations
ATAMOV1 (for bifacial PV technologies):

- avg. 34.9% on HSAT
- avg. 29.5% on fix
- avg. 25.8% on vertical



January to July 2020: 5112 hours
 $CF = \text{Output Energy} / (W_p \cdot \text{hours})$

Perspectivas 2021 y trabajo futuro

- Un año de datos ATAMOV1
- Comienza toma de datos ATAMOV2 y ENEL
- Reporte 3 y 4 de Laborelec
- Reporte 1 y 2 a ENEL
- Monitoreo constante de señales
- Mejora continua en O&M y minimizar pérdida de señales
- Trabajo remoto
- Adquisición de señales para cálculo de LCOE ATAMOV1 y ATAMOV2

WP3 DESARROLLO DE BALANCE OF SYSTEM

EQUIPO DE TRABAJO WP3 2020

ATAMOSTEC

Nombre	Formación	Principal actividad
F. Valencia	Doctor	
J. Galleguillos	Ingeniero	Sistemas Eléctricos ATAMOSTEC
E. Mella	Ingeniero	Sistemas Mecánicos y Obras Civiles
E. Urrejola	Doctor	Coordinación
A.Cerda	Operador	Terreno
V.Sepulveda	Operador	Terreno

UA

Nombre	Formación	Principal actividad
J. Barrientos	Magister	Apoyo en diseños y Obras
S. Sasmay	Operador	Terreno
I. Saavedra	Operador	Terreno

Coejecutor que participa:



AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP3 - Desarrollo Balance de Sistemas
Objetivo del proyecto	2, 3, 4, 5, 8, 9
Resultados Comprometidos	1) Mejoras en Sistemas de Seguimiento, 2) Estructura Soporte Bifacial, 3) Manual de Buenas Prácticas de Montaje y Construcción, 4) Nuevos Diseños de Convertidores condiciones Desérticas, 5) Diseño de Sistemas de Almacenamiento , 6) Modelos de Integración y Operación, 7) Diseño de Soluciones de mejoramiento de fallas, 8) Ingeniería de Sistemas FV de Alto Rendimiento, 9) Malla de Tierra: Diseño y Recomendaciones de Operación, 10) Recomendng Practices Substation & Protection, 11) Definición de Recomendaciones Técnicas para operaciones de Plantas FV en zonas desérticas - Manual de Buenas Prácticas para Mejoras en Obras Civiles
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica (TLR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comparación de sistemas de seguimiento y evaluación de sus ventajas y desventajas en las condiciones del desierto de Atacama (100%) 2. Análisis de las estructuras convencionalmente empleadas para la instalación de módulos fotovoltaicos bifaciales, bajo las condiciones del desierto de Atacama (100%) 3. Desarrollo del concepto de convertidor parcial de potencia a nivel de laboratorio (TRL actual 4) 4. Desarrollo de un inversor fotovoltaico de 50 kW para plantas y laboratorios especializados (TRL actual 4) 5. Actualización de los desafíos actuales de la industria fotovoltaica en Chile (70%) 6. Metodología para la medición de albedo en el desierto de Atacama (servicio ya ofrecido a la industria fotovoltaica, TRL 9)
Resultados NO Obtenidos	no aplica
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	60% / 49%
Justificación de desviaciones	no aplica
Acciones de mitigación	lecciones aprendidas de ATAMOV1

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP3

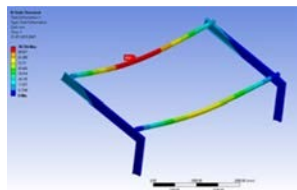
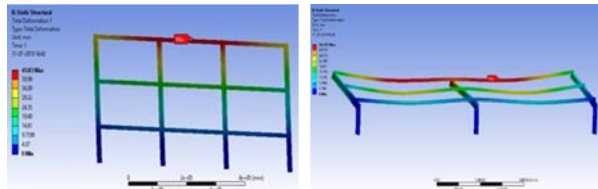
INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
Nuevas soluciones tecnológicas de sistemas solares fotovoltaicos	Informe sobre convertidores parciales de potencia; Informe con los productos y servicios de ATAMOSTEC susceptibles de ser protegidos mediante propiedad intelectual.		3	
Empresas proveedoras locales participando en los desarrollos del proyecto (módulos, BoS o servicios asociados)	Participación de ATAMOSTEC en el quinto y sexto ciclo de las semanas industriales de Antofagasta: reducción del consumo de agua en plantas fotovoltaicas, y reducción del robo de módulos en plantas fotovoltaicas de gran escala		2	

RESULTADOS OBTENIDOS

Análisis de los modos de oscilación de las estructuras utilizadas en la instalación de módulos bifaciales.

Esfuerzos estructurales.

	Deformation analysis		
	Vertical	Ángulo fijo	Mini-módulos
Alta Ingeniería	15.10 [mm]	34.53 [mm]	No se tienen los datos corregidos
ANSYS	43.83 [mm]	34.15 [mm]	78.56 [mm]

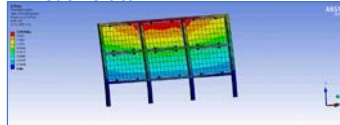


Vertical, ángulo fijo, mini-módulos

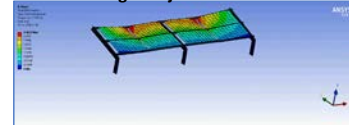
Análisis de vibraciones

Aceleración [m/s ²]	Vertical	Ángulo fijo	Mini-módulos	
Frecuencias naturales	1° modo	5.01	1.20	1.61
	2° modo	6.78	2.72	8.41
	3° modo	5.25	7.84	8.01
Modos de vibrar con carga	1° modo	4.99	1.19	1.54
	2° modo	6.48	2.72	8.11
	3° modo	5.14	7.94	7.91

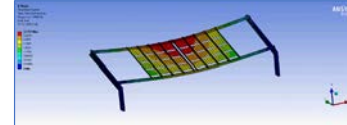
1° modo Vertical



1° modo ángulo fijo



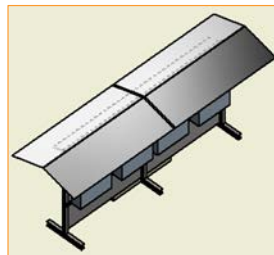
1° modo mini-módulos



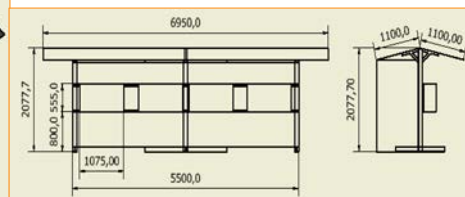
RESULTADOS OBTENIDOS

Diseño de la nueva estructura de montaje fijo para los módulos ATAMOV2

	FIJA ATAMOV1	FIJA ATAMOV2
Disposición módulos	2 Landscape	2 Landscape
Altura mínima del módulo	1.03 [m]	1.01 [m]
Ángulo de inclinación	20 °	20 °
Altura máxima	1.74 [m]	1.72 [m]
N° de fundaciones para 8 módulo	3	10
Peso aprox. Para 8 módulos	456.70 [kg]	135.78 [kg]
Dimensiones(Largo x Ancho)	8.92 x 2.38 [m]	8.91 x 2.07 [m]

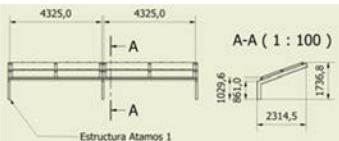


Estructura para inversores

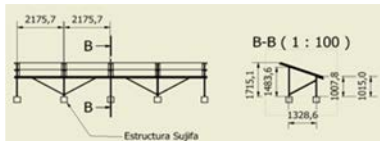


Principales dimensiones de la estructura para inversores

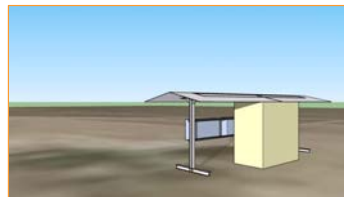
STRUCTURA: ATAMOV1



STRUCTURA: ATAMOV2



Simulación desarrollada para verificar la exposición de los inversores a la radiación solar: junio 20, intervalo: 7:30 a 17:30 horas.



VISTA NORTE



VISTA SUR

Perspectivas 2021 y trabajo futuro

- Continuar con el desarrollo del concepto de convertidor parcial de potencia (pasar de TRL 4 a TRL6)
- Continuar con el desarrollo del inversor fotovoltaico de 50 kW para plantas y laboratorios especializados (pasar de TRL 4 a 6)
- A partir de los desafíos identificados para la industria fotovoltaica chilena, proponer soluciones tecnológicas de balance de sistema para afrontar tales desafíos y a su vez reducir el costo nivelado de la energía
- Actualizar los manuales generados con información recabada y nuevas lecciones aprendidas a lo largo del año

WP4 DESARROLLO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN

EQUIPO DE TRABAJO WP4 2020

ATAMOSTEC

Nombre	Formación	Principal actividad
F. Valencia	Doctor	
J. Galleguillos	Ingeniero	Sistemas Eléctricos ATAMOSTEC
E. Mella	Ingeniero	Sistemas Mecánicos y Obras Civiles
E. Urrejola	Doctor	Coordinación
A.Cerda	Operador	Terreno
V.Sepulveda	Operador	Terreno

UA

Nombre	Formación	Principal actividad
J. Barrientos	Magister	Apoyo en diseños y Obras
S. Sasmay	Operador	Terreno
I. Saavedra	Operador	Terreno

Coejecutor que participa:



AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP4 - Desarrollo de Operación & Mantenimiento
Objetivo del proyecto	2, 3, 4, 5, 8, 9
Resultados Comprometidos	1) MVP de Software de Operación, 2) Manual de Políticas y Buenas Prácticas de Operación y Mantenimiento Eléctrico, 3) Manual de Políticas y Buenas Prácticas de Operación Temáticas Mecánicas, 4) Manual de Políticas y Buenas Prácticas de Operación Recurso Humano, 5) Diseño Layer de Comunicaciones, 6) Softwares de Operación, 7) MVP de Software de Mantenimiento, 8) Desarrollo de Sistema de Sensores, 9) Certificación y Calibración de Sensores, 10) Sistema Predictivo de Recursos y Generación - Asset Management
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica (TLR)	<ol style="list-style-type: none"> 1. Plataforma flexible para el monitoreo de plantas solares fotovoltaicas (POPDB, TLR 7) 2. Desarrollo de manual para la implementación, operación, y mantenimiento de plantas bifaciales (70%) 3. Manual de políticas y buenas prácticas para la operación y el mantenimiento de plantas fotovoltaicas (80%) 4. Manual de políticas y buenas prácticas para los operarios de plantas fotovoltaicas (90%) 5. Diseño e implementación del sistema de comunicaciones para la PSDA (100%) 6. Adopción de herramientas para la gestión de fallas y del recurso humano en la PSDA (100%) 7. Implementación del sistema de medición de la PSDA (100%) 8. Desarrollo de modelos de simulación del comportamiento eléctrico de módulos fotovoltaicos bifaciales (TLR 6) 9. Protocolo de pruebas aceleradas de ensuciamiento en condiciones controladas (laboratorio) para módulos fotovoltaicos (100%)
Resultados NO Obtenidos	no aplica
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	58% / 49%
Justificación de desviaciones	no aplica
	Organización y Principales Actividades 2019 y 2020
	48

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP 4

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
Nuevas soluciones tecnológicas de sistemas solares fotovoltaicos	Informe con los productos y servicios de ATAMOSTEC susceptibles de ser protegidos mediante propiedad intelectual.		2	

RESULTADOS OBTENIDOS

en colaboración:



Identificación de los desafíos de operación y mantenimiento en condiciones desérticas

Radiación:

El desierto de Atacama posee niveles de radiación UVA y UVB superiores a los de Europa y estados Unidos, luego:

- Los módulos se degradan con mayor rapidez (encapsulantes, celdas, coberturas)
- Cables y sujetadores deben ser evaluados constantemente para prevenir problemas de operación.
- Aislamiento, estructuras de montaje, y puntos de conexión también se ven afectados.

Calor y salinidad:

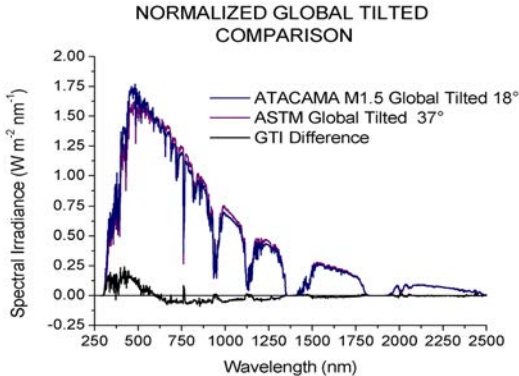
Las oscilaciones térmicas y la presencia de sales agregan desafíos adicionales para el diseño de plantas fotovoltaicas:

- Oxidación acelerada de las estructuras de montaje.
- Degradación de los polímeros y consecuente flata de adhesión de los componentes.
- Alto estrés térmico en los componentes de la planta.

Polvo y viento:

La presencia de polvo fino y de fuertes corrientes de viento también generan dificultades en la operación de plantas fotovoltaicas:

- Las plantas deben ser limpiadas regularmente factor que incremente los costos de operación y mantenimiento (US\$ 37,645-US\$ 112,293 por año en limpieza).
- Las corrientes de viento hacen que los sistemas de seguimiento se posicionen en modo seguro durante las horas de mayor producción.
- La acumulación de polvo en los sistemas de refrigeración y en las partes móviles de los seguidores genera fallas recurrentemente.



Organización y Principales Actividades 2019 y 2020



RESULTADOS OBTENIDOS

Sistema de monitoreo de plantas fotovoltaicas POPDB

Objectifs:

- Assess PV plants performance
- Inform operators
- Benchmark technologies
- Compare operating conditions



Monitoring

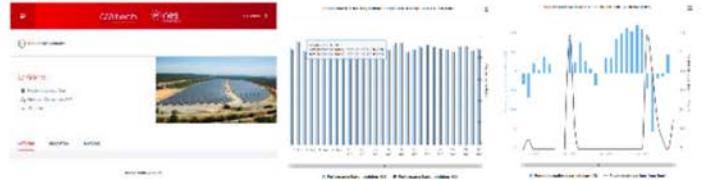


« CLOUD »
Algorithms

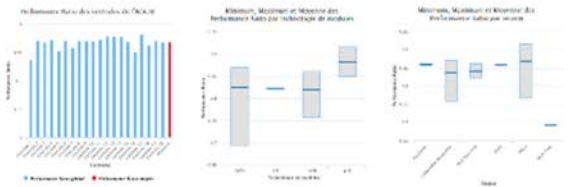


Web Interface

160 MWc as today
600 MWc forecasted



Private access by PV plant with detailed data:
Performance, loss items, impact of soiling



Aggregated and anonymized public data:
Performance, technology and localization impacts

RESULTADOS OBTENIDOS

Sistema de monitoreo de plantas fotovoltaicas POPDB

Objectives:

- Centralize the operation data of all power plants
- Detect, locate and identify defects
- Quantify defects to trigger maintenance actions

Development of 7 diagnostic algorithms allowing:

- Identify "shading" type defects
- Identify defect categories when detecting underproduction:
 - System shutdown type when the production loss >95%
 - Of the "light degradation" type when the production loss <5% (dirt, pb insulated module,...)
 - Of the "major malfunction" type, between these 2 thresholds, with subcategories according to the electrical architecture (prolonged inverter shutdown, loss of a string, etc.)

The daily losses identified vary from 10 kWh to several hundred kWh, up to 10% of the production.

Information System

Data collection and integration, modelling for generic interfacing

Fail detection

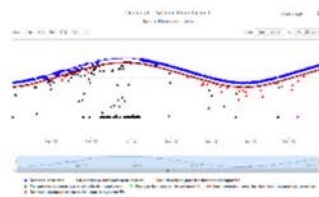
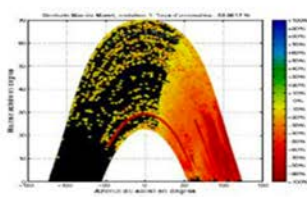
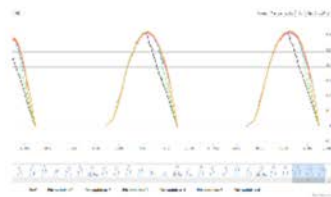
From monitoring, loss assessment and fault location

Shading defect detection

Through the temporal analysis of the losses recorded

Detection of monitoring defects

To assess the proper functioning of the data collection system



RESULTADOS OBTENIDOS

en colaboración:



Gestión de fallas y personal

- Entrenamiento de los operarios, por parte de José G. y Erik M. en riesgos relacionados con las plantas fotovoltaicas.
- Implementación de un sistema en línea de verificación tanto de las instalaciones como de las condiciones para realizar las tareas (Kizeo fue la plataforma utilizada para ello).

Operarios entrenados



Sesiones teóricas de entrenamiento



Entrenamiento en la PSDA



Sesiones teóricas de entrenamiento



Plataforma en línea para la verificación de las instalaciones

Descripción de los componentes a ser inspeccionados.

RESULTADOS OBTENIDOS

en colaboración:



Procedimiento para la limpieza de módulos en la PSDA

- La limpieza que se realiza en la PSDA utiliza agua como elemento para remover la suciedad.
- Se realiza de acuerdo al procedimiento establecido para ello con el fin de afectar lo menos posible las mediciones que se están teniendo en terreno de las tecnologías.
- Cuenta con tres etapas principales: pre-limpieza, limpieza, y post-limpieza.
- Se registran las fechas en que estas etapas se llevan a cabo para mantener un registro dentro de la base de datos.

3.6. Desconexión eléctrica de campo FV y circuito AC

Antes de intervenir el campo FV, se debe aplicar el procedimiento de aislación, bloqueo y verificación de energía 0 en la entrada en corriente continua hacia los inversores mediante eligió, ESS, ubicado en el Inversor. Así como también, las alimentaciones en corriente alterna hacia los tableros de campo (sensor BOX). El encargo de esto será José Galleguillos el cual dará autorización para comienzo de trabajo previa firma de los responsables del trabajo (hoja anexa).

4. Limpieza de módulos

Se deben seguir las siguientes instrucciones para la limpieza adecuada de módulos FV (ver Carta Gantt).

Trabajo previo a la limpieza:

1. Realizar levantamiento termográfico y visual (termografía y fotografía) de los módulos antes de limpieza para reportar su estado inicial.
 - a. En caso de existir una anomalía, tomar fotografía adicional detallada.
 - b. Evitar los reflejos del sol tanto en la termografía como en la fotografía.
 - c. La misma persona que saque la imagen termográfica debe sacar la foto con, más o menos, el mismo encuadre y posición, para que pueda dar una idea de la zona de la que se ha sacado la imagen termográfica.
2. Previo al día oficial de limpieza, se debe destinar un día a hacer ensayo de limpieza en módulos Dummies y limpieza de manchas difíciles, para identificar el correcto procedimiento.

Trabajo de limpieza:

- 1) El primer día oficial de la limpieza, se parte realizando una inspección rápida visual del módulo a trabajar. Cualquier observación es de utilidad para la obtención de información. Esta se debe registrar en la lista "Registro de tareas".
- 2) Humectar el módulo FV. En esta tarea se debe tomar el tiempo desde el inicio de la humectación hasta el término de la limpieza por módulo. Además, se debe calcular la cantidad de agua utilizada por módulo (por tiempo o por peso). Se debe de considerar que por tecnología y tipo de estructura la deposición de suciedad no es igual, por lo tanto, los tiempos de trabajo serán distintos. La humectación del módulo parte desde el extremo superior derecho y se termina en el extremo inferior izquierdo, siguiendo un zigzag (Figura 1), independiente de la posición del módulo (**horizontal o vertical**).

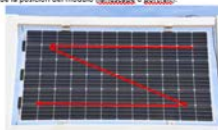


Figura 1. Forma de humectación.

- 3) Luego de ser humedecidos los módulos, el operador debe asegurarse que no exista material arenoso que este depositado (evitar abrasión de los módulos), en caso contrario, volver a humectar el módulo. Luego de esto se pasarán plumillas para eliminar el exceso de agua. Posterior a eso se pasará un paño de microfibra para eliminar manchas de humedad. Una vez sueltos los paños, estos deben ser depositados en un recipiente para que sean lavados y queden en condiciones de ser reutilizados. El uso de plumilla debe ser desde arriba hacia abajo (Figura 2), teniendo precaución con los módulos con sensores de temperatura debido que se encuentran en medio del módulo. El paño de microfibra debe pasarse tal como se muestra en la Figura 3.

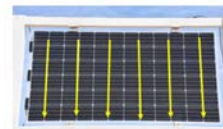


Figura 2. Trayecto de plumilla.

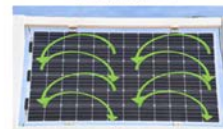


Figura 3. Trayecto de paño de microfibra.

- 4) En caso de existir manchas difíciles se deben tratar el mismo día y ser informadas al responsable (por fotografía en el reporte).
- 5) Para la limpieza de módulos en estructura tracker, es necesario cambiar la inclinación el eje rotacional según conveniencia de la limpieza (ya sea con dirección este o este, según corresponda, Figura 4) previamente al trabajo de limpieza, esta actividad será responsabilidad de José Galleguillos.

Perspectivas 2021 y trabajo futuro

- Actualización de los manuales generados con información recabada y nuevas lecciones aprendidas
- Integración de la herramienta de monitoreo POPDB en otros proyectos fotovoltaicos nacionales
- Desarrollo de nuevas soluciones de operación y mantenimiento enfocadas en reducir los desafíos de la industria fotovoltaica chilena y a su vez el costo nivelado de la energía

WP5 CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL:

EQUIPO DE TRABAJO WP5 2020

ATAMOSTEC

Nombre	Formación	Principal actividad
E. Urrejola	Doctor	Coordinación
S. Delgado	Magister	Instrumentación y Datos
A.Cerda	Operador	Terreno
V.Sepulveda	Operador	Terreno

UA y CEA

Nombre	Formación	Principal actividad
A.Marzo	Doctor	Análisis y generación de información
D. Olivares	Doctor(C)	Análisis de caracterización territorial
M.Trigo	Doctor(C)	Análisis de radiometría
S. Sasmay	Operador	Terreno
I. Saavedra	Operador	Terreno
D. Muñoz	Doctor	Coordinación
E.Pilat	Doctor	Análisis de soiling

Organización y respuestas: Unidades 2019 y 2020

Coejecutor que participa:



AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP5 - Caracterización Territorial
Objetivo del proyecto	3, 4, 5, 8
Resultados Comprometidos	1) Informes sobre recursos solares, 2) Informes sobre albedo para sistemas bifaciales, 3) Informes sobre irradiancia UV (UV-A, UV-B), 4) Informe: Condiciones ambientales para el clima 1 (costa), clima 2 (zona hiperárida) y clima 3 (zona árida y semiárida), 5) Informes sobre Soiling, 6) Informes sobre Degradación de Materiales y 7) Plataformas informáticas que permiten desplegar las aplicaciones anteriores en la forma de plataformas de apoyo a la toma de decisiones.
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica (TLR)	Informe anual de recurso Solar y UV (Clima 2) / Se realiza campaña de medición de Albedo en Andes Solar Se ha caracterizado el ensuciamiento: sus mecanismos y efecto. Se complementan recursos con FICR Antofagasta (359 MM\$). Se realiza en colaboración con CIEMAT y DLR estudio de corrosividad atmosférica bajo norma ISO 9223.
Resultados NO Obtenidos	no aplica
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	37% / 56%
Justificación de desviaciones	No existen desviaciones
Acciones de mitigación	Aún no necesarias

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP5

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
EVALUACIÓN DE RECURSOS SOLARES	Reporte	49%	30%	
EVALUACIÓN AMBIENTAL	Reportes	100%	100%	
FUNDAMENTOS DE ENSUCIAMIENTO Y DEGRADACIÓN DE MATERIALES	Reportes	49%	0%	
CONTINUACIÓN EVALUACIÓN DE RECURSOS SOLARES	Reportes	25%	17%	

Territorial Characterization



Setup para la medida del recurso solar en banda ancha y en UVA y UVB. Los componentes de la radiación solar medidas son: GHI, DNI y DHI.



El sunphotometer, incluido en la red Aeronet de la NASA, proporciona información sobre el contenido de aerosoles atmosféricos, agua, ozono, NO₂, distribución de tamaños de partículas atmosféricas, etc.



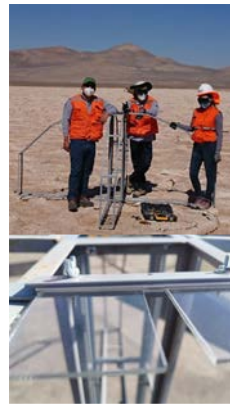
El sensor de visibilidad monitorea las condiciones climáticas y atmosféricas locales, por ejemplo, visibilidad (MOR), niebla (camanchaca), precipitaciones (mm), n° partículas precipitadas, etc.



Otras variables de interés que se miden en la PSDA: albedo, velocidad y dirección del viento, humedad relativa, temperatura ambiente y presión atmosférica



Setup para estudio de corrosividad atmosférica según norma ISO 9223, en colaboración con DLR



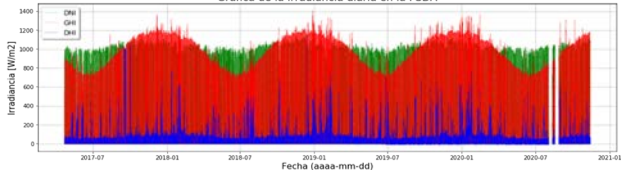
Setup para medida del ritmo de cementación del material depositado

Meteorological station at PSDA

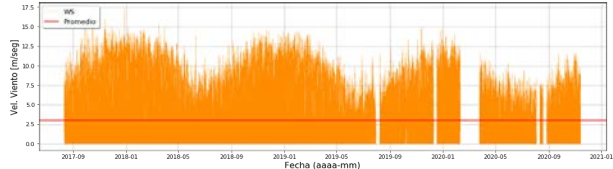
1. Solar resource and other climatic variables assessment

3 years of measurements at PSDA

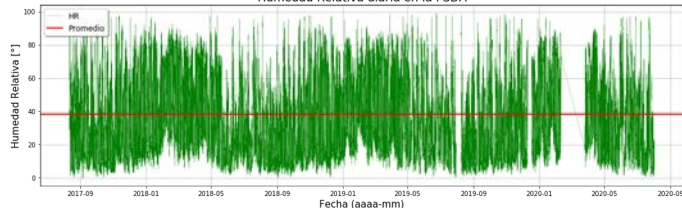
Gráfica de la Irradiancia diaria en la PSDA



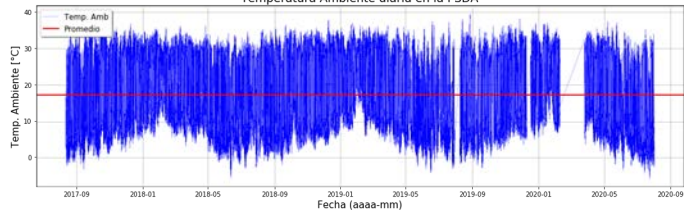
Velocidad Viento diaria en la PSDA



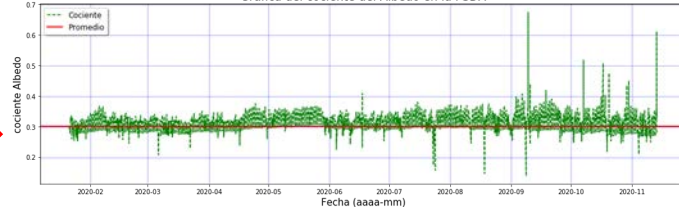
Humedad Relativa diaria en la PSDA



Temperatura Ambiente diaria en la PSDA



Gráfica del cociente del Albedo en la PSDA



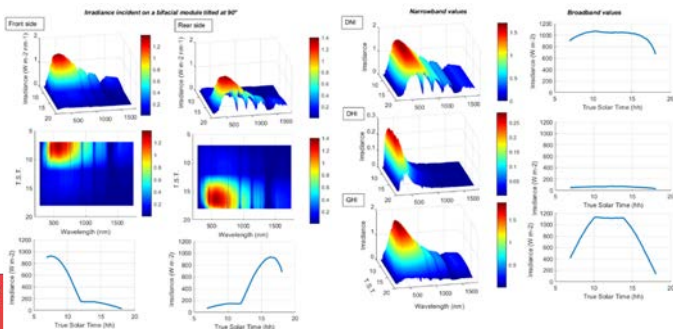
10 months of measurements of albedo at PSDA

Meteorological station at PSDA

2. Aerosols and atmospheric components characterization for spectral irradiance and satellite correction

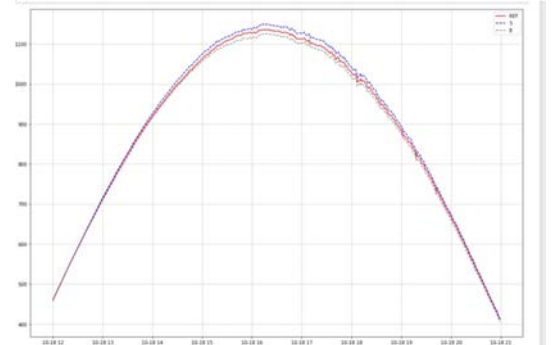
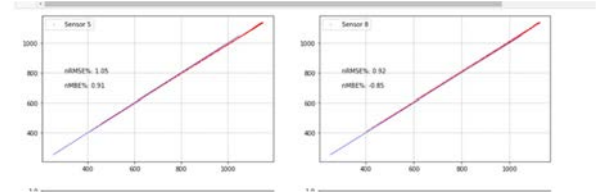
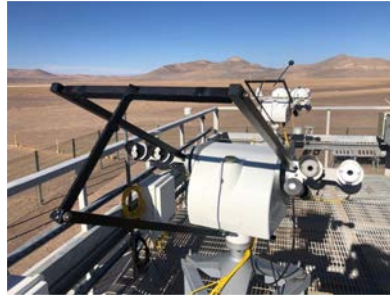


27 August 2019 was the last measurement to be sent for calibration. Unfortunately, the funding for its shipment was cancelled until today when it is already at NASA



Meteorological station at PSDA

2. Instrument validation



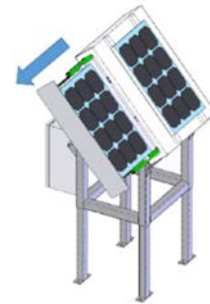
Soiling assesement and mitigation strategy

- **Running:** 2 years collaboration between UA, CEA, ATAMOSTEC for studying soiling
- **Running:** FIC soiling GORE Antofagasta 359MM\$ (CDEA-UA)
- Subproject 1: performance of different soiling devices (DustIQ vs SoilingKIT)
- Subproject 2: soiling losses at system level
- Subproject 3: cleaning strategy for ATAMOSTEC.
- Main results: publications

DustIQ (ATAMOSTEC)



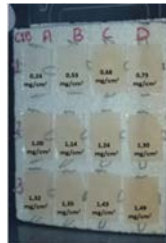
Soiling KIT (CEA)



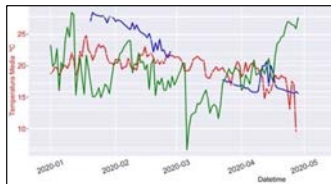
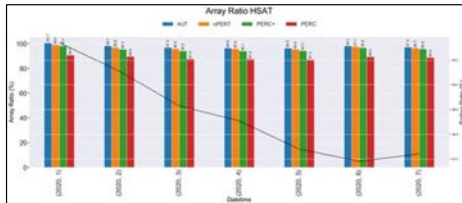
Automatic opening



Tamizador FRITSCH (UA)
-300 um ,150 um, 75 um ,54 um ,38 um ,2 um .



Indoor charact.

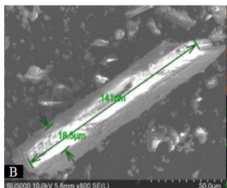


SR of 2% losses in 5 months.

Soiling assessment and mitigation strategy

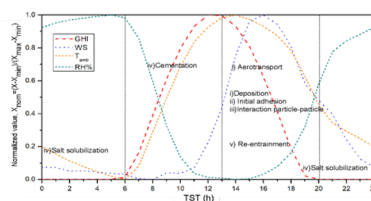
1. Physicochemical characterization

Name.	Form	%
Anothite	CaAl ₂ Si ₂ O ₈	20
Muscovite	KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀)(OH) ₂	11
Orthoclase	KAlSi ₃ O ₈	11
Illite	(K,H ₃ O)(Al, Mg, Fe) ₂ (Si, Al) ₄ O ₁₀	6
Quartz	SiO ₂	27
Albite	NaAlSi ₃ O ₈	19
Gypsum	CaSO ₄ ·2H ₂ O	6

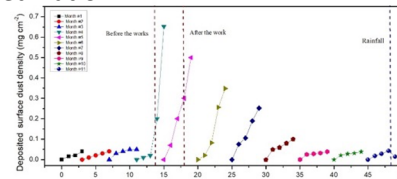


Scanning electron microscopy of dust samples deposited on the surface of PV modules

2. Local environmental parametrization



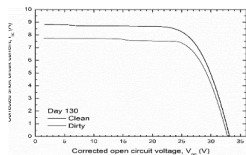
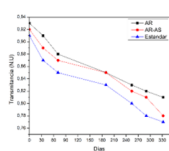
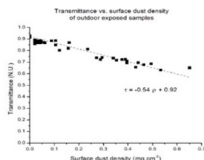
Cementation process and the atmospheric variables involved



Deposited surface dust density over time at PSDA

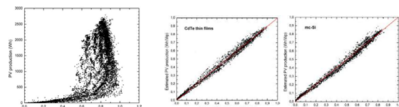
soluble XRD for soiling samples deposited on a string of PV modules installed at PSDA

3. Effects in PV technologies



IV curves for clean and dirty panel after 130 days of exposure

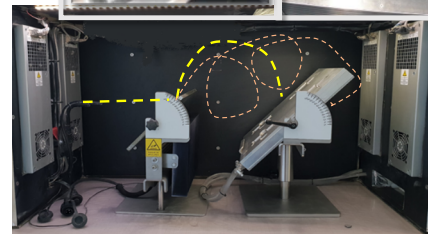
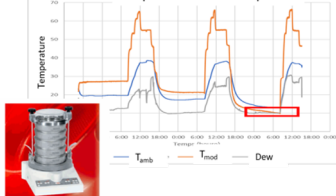
Transmittance losses of PV glasses exposed at PSDA



4. Indoor



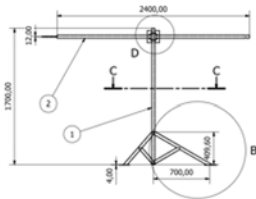
temperatures and dew point



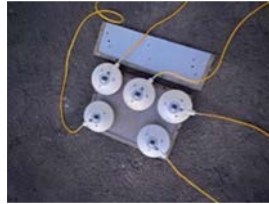
Albedo – on-site campaigning

- In-house design of albedometer structure
- On-site 3 days measurement campaigning
- Customer satisfaction

Designed structure and construction



Pyranometer validation



Datalogger programming



On-site 3 days campaigning



Perspectivas 2021 y trabajo futuro

- Un año de albedo en PSDA
- Caracterización de ensuciamiento en ATAMOV1
- Instalación de Soiling KIT

- Instalación estación METEO Lalcktur

- Caracterización recurso solar completo
- Informes sobre irradiancia UV (UV-A, UV-B)
- Informe: Condiciones ambientales para el clima 1 (costa), clima 2 (zona hiperárida) y clima 3 (zona árida y semiárida)
- Informes sobre Degradación de Materiales

WP6 DEMOSTRACIÓN BAJO CONDICIONES DESÉRTICAS

EQUIPO DE TRABAJO WP6 2020

ATAMOSTEC

Nombre	Formación	Principal actividad
E. Urrejola	Doctor	Coordinación
J.Tapia	Ingeniero	Asesor Instalaciones BoS y O&M
J. Galleguillos	Ingeniero	Sistemas Eléctricos ATAMOSTEC
E. Mella	Ingeniero	Sistemas Mecánicos y Obras Civiles
A.Cerda	Operador	Terreno
V.Sepulveda	Operador	Terreno

Coejecutor que participa:



UA y CEA_INES

Nombre	Formación	Principal actividad
J. Barrientos	Magister	Apoyo en diseños y Obras
E. Fuentealba	Doctor	Asesor Instalaciones BoS y O&M
S. Sasmay	Operador	Terreno
I. Saavedra	Operador	Terreno
D. Muñoz	Doctor	Asesor Modulos, Proyecto ENEL
Stephane Guillerez	Doctor	Organización y Principales Actividades 2019 y 2020 GOPV

AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP6 - Demostración de Sistemas FV en condiciones desérticas
Objetivo del proyecto	2, 3, 4, 5, 8
Resultados Comprometidos	1) Estrategias de diseño y evaluación de sistemas demostrativos de pequeña escala que permiten extrapolar resultados de su desempeño, 2) Estrategias de Benchmark para poder comparar desempeño de distintas soluciones que realizan combinaciones de módulos, soluciones de BoS y estrategias de O&M y c) Constituye información clave a ser transferida al mundo industrial que pretende desarrollar plantas solares con las soluciones desarrolladas.
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	Instalación ATAMOV1 outdoor 100% Instalación ATAMOV2 (ENEL) outdoor en proceso 5%
Resultados No Obtenidos	no aplica
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	59% / 51%
Justificación de desviaciones	no aplica
Acciones de mitigación	Dilecciones aprendidas de instalación ATAMOV1 fue aplicada para ATAMOV2.

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP 6

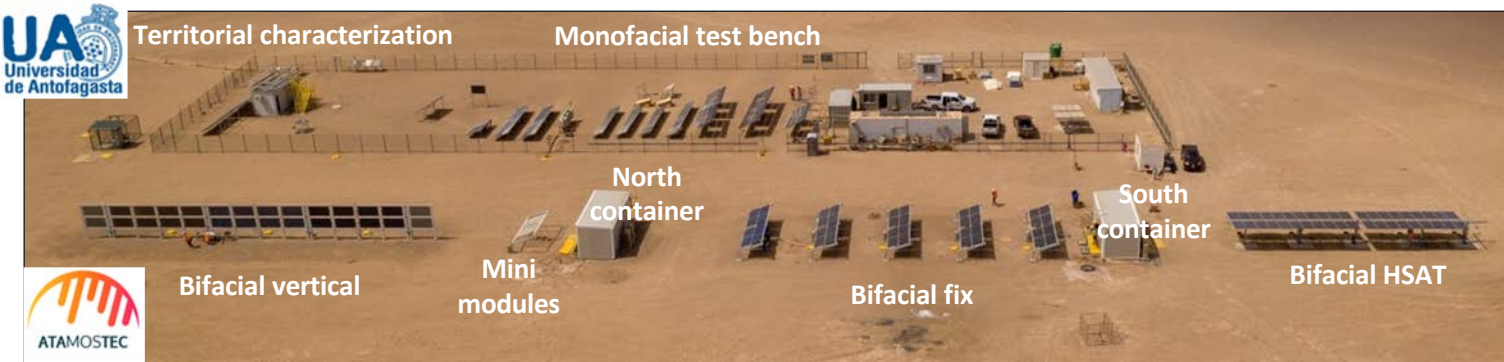
INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
ATAMOS+ Y DISEÑO DE OTROS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	Construcción Atamo 1, 2 y 3	67%	72%	
MEJORES PRÁCTICAS PARA MONITOREO Y EVALUACIÓN	Construcción Atamo 1, 2 y 3	49%	72%	
DEMOSTRACIONES Y SEGUIMIENTO DE OPERACIÓN Y MANTENCIÓN	Reportes	45%	42%	
OPTIMIZACIÓN Y EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LOS SISTEMAS FOTOVOLTAICOS	Construcción Atamo 1, 2 y 3	49%	72%	
IMPLEMENTACIÓN DE PLANTAS FOTOVOLTAICA	Construcción Atamo 1, 2 y 3	49%	72%	
PLATAFORMA OUTDOOR DE ALTA CALIDAD "PSDA Y LALCKTUR"	PSDA Y LALCKTUR"	49%	25%	

Infraestructura actual OUTDOOR

Instalación completa de pruebas solares al aire libre para probar tecnologías y sistemas fotovoltaicos disruptivos

Única plataforma a nivel mundial que prueba tecnologías adaptables al desierto en Vertical vs. Fija vs. Tracker!

Plataforma exterior con instrumentación de última generación para la caracterización territorial y piloto fotovoltaico bifacial con tecnologías fotovoltaicas disruptivas



ATAMOS PHASE 1

Planta Solar Lalcktur

Lalcktur 1MW PV power plant

Info:

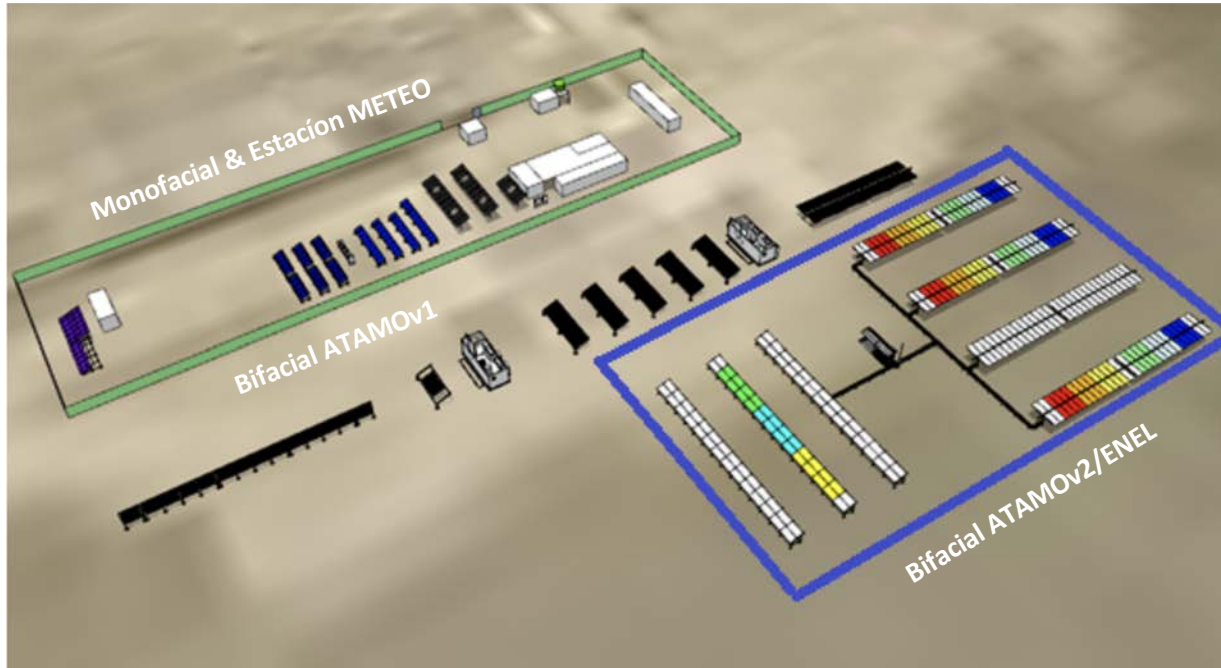
4 ha
1.2 MWp Power Plant
Sunrise in Quechua language

PV technologies:

Industrial facility
Horizontal Single Axis Tracker System (HSAT)
64 string inverters of 20 kWp



Extensión infraestructura actual

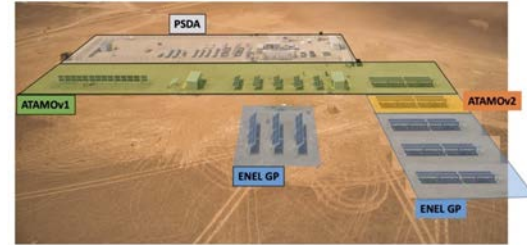


Llegada de tracker ENEL/ATAMO2 a sitio



PROYECTO ENEL GP (ATAMO2)

- **Running:** 2 years contract
- Benchmarking of ENEL GP bifacial PV technology with current leading PV technologies (Jinko, Risen, Longi, ENEL GP)
- N-type PV technologies installed on HSAT: Comparison also to ATAMOV1 and ATAMOV2 performance (ENEL HJT vs ATAMO HJT)
- Includes installation of 4 HSAT trackers and 3 fix structures & Monitoring
- Comparison to ATAMOV1 PV performance
 - Half-cut vs full cells
 - Double glass vs transparent backsheet
 - Frame vs frameless



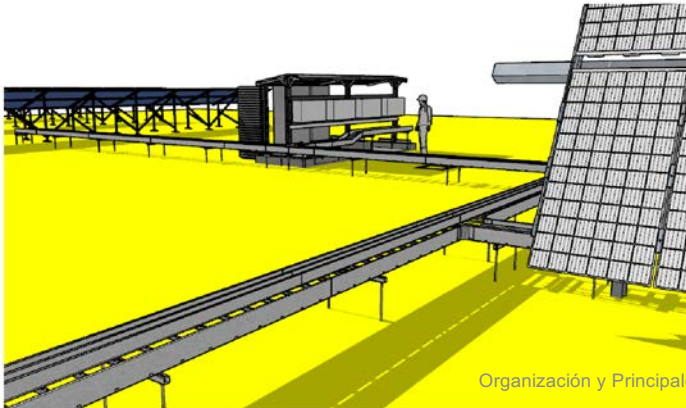
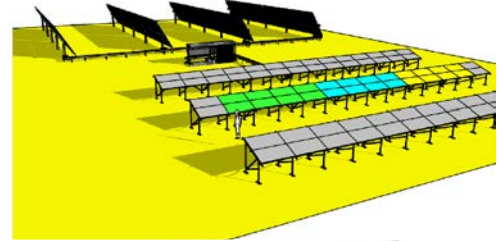
Milestone & Deliverables	Activity	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0	T0
		-M2	-M1	M0	+M2	+M6	+M12	+M18	+M24
	INSTALLATION								
Milestone 1: First data collected	"Module reception at PSDA "Modules and monitoring system installed "Commissioning done "First data collected (T0)								
	DATA VISUALIZATION								
Milestone 2: website installed	"Website for supervision by CEA INES connected to an accessible database (T0 + 2 months)								
	REPORTING								
Deliverable 1	Data report (T0 + 6 months)								
Deliverable 2	Data report (T0 + 12 months)								
Deliverable 3	Data report (T0 + 18 months)								
Deliverable 4	Data report (T0 + 24 months)								



Organización y Pruebas de Actividades 2019 y 2020

PROYECTO ENEL GP (ATAMO2)

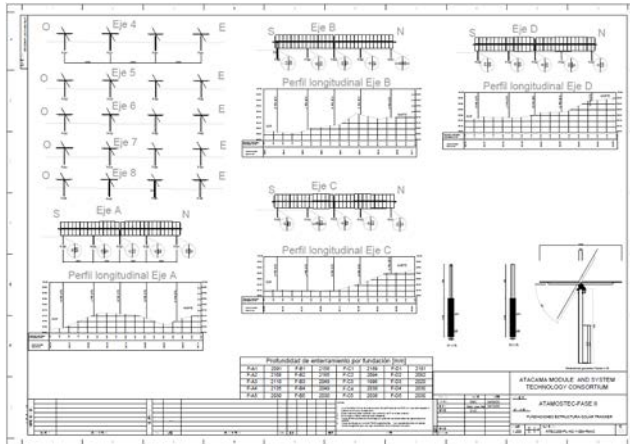
- El diseño de la segunda planta de referencia de ATAMOSTEC está terminado.
- Se desarrollan oportunidades de mejora en los cimientos y estructuras



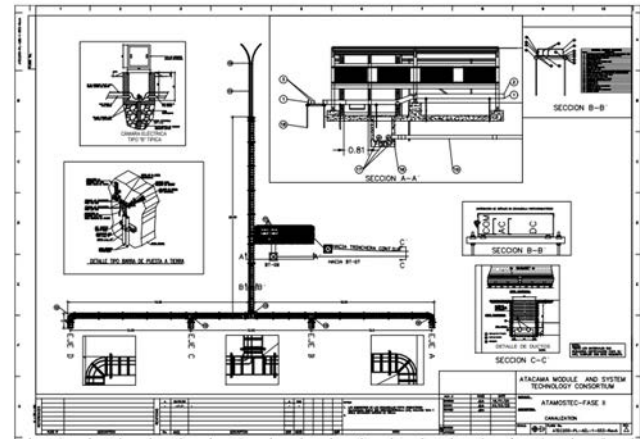
PROYECTO ENEL GP (ATAMO2)

- Se completa la etapa de ingeniería de detalle para la construcción del proyecto, en la que se obtienen planos generales y detallados, tanto civiles como estructurales, eléctricos y de instrumentación.

Structural and civil Plans



Electrical drawings



PROYECTO GOPV

- **Running:** 2 years contract
- GOPV: demonstrate competitive electricity prices <20 €/MWh for southern Europe (GHI 1900 kWh/m²/y)
- Objective: 2 years outdoor exposure in high radiation conditions for long-lifetime HJT modules (>35 y, cost <0.22 €/W, bifaciality $>90\%$) with different encapsulants (up to 6 different).

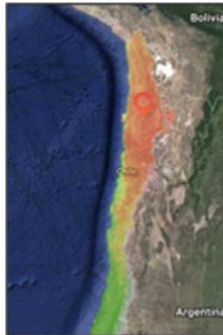
Characterization of samples (pre/post)

Total exposure duration: 2 years.

Characterization will be performed at EPFL in Neuchâtel (CH), PV-Lab.

Propose characterization to be performed before and after exposure:

1. glass/polymer/glass samples (w, w/o ES):
 - a. optical transmission (yellow-index, haziness...); before and after cleaning;
 - b. FTIR-ATR;
 - c. Raman
 - d. Acetic Acid extraction for samples encapsulated with EVA.
2. mini-modules (w, w/o ES): : N, EL, QE (edge, centre), VIS



Proyecto Fondef USM



UNIVERSIDAD TÉCNICA
FEDERICO SANTA MARÍA

NOTICIAS

Noticias Arte y Cultura Ciencia y Tecnología Deporte Docencia Economía y Negocios Humanidades Responsabilidad Social

Académicos de la USM culminan con éxito proyecto que automatiza la mantención de plantas fotovoltaicas

Investigación cuenta con financiamiento Fondef y se desarrolla con colaboración de las empresas R. Bosch y EnorChile, además del consorcio tecnológico ATAMOSTEC y la Universidad de Antofagasta.



En su fase final se encuentra la investigación aplicada que la Universidad Técnica Federico Santa María, a través de su Departamento de Ingeniería Mecánica, ejecuta con el propósito de reducir costos de mantenimiento y mejorar el desempeño de los activos de plantas fotovoltaicas. Se trata de una iniciativa liderada por Rodrigo Barraza, académico de la Casa de Estudios, que en 2017 se adjudicó un Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (Fondef) y que desde entonces se realiza gracias al aporte de las empresas Robert Bosch S.A. y EnorChile S.A., así como del consorcio tecnológico ATAMOSTEC y de la Universidad de Antofagasta.



La propuesta consiste en un sistema automatizado para monitorear en línea y en tiempo real las instalaciones de paneles solares

mediante cámaras en los espectros visible e infrarrojo. Este sistema permite implementar una estrategia de mantenimiento predictivo. Así, la mantención se enfoca en prevenir sobre todo las fallas de componentes y cuantificar la menor generación eléctrica debido a la acumulación de suciedad que afecta el rendimiento energético de manera significativa. De este modo, es posible prever un aumento en la eficiencia de la planta y una optimización del costo de su ciclo de vida.



<https://noticias.usm.cl/2020/11/18/academicos-de-la-usm-culminan-con-exito-proyecto-que-automatiza-la-mantencion-de-plantas-fotovoltaicas>

Perspectivas 2021 y trabajo futuro

- Construcción ATAMOSv2 / ENEL
 - Estrategias de diseño y evaluación de sistemas demostrativos de pequeña escala que permiten extrapolar resultados de su desempeño
- Propuestas de Propuesta para ATAMOSv3 y diseños para partners industriales
- Simulaciones de vibración de estructuras ATAMOV1 y v2

WP7 & WP8 MODELO DE EXPLOTACION y LCOE

AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP 7 LCOE
Objetivo del proyecto	1, 7, 8, 9
Resultados Comprometidos	1) Análisis integrado de desempeño de sistemas a base de características técnicas y costos, 2) Cálculo de eficiencias y desempeño evaluado a través de distintos indicadores, 3) Propuestas de optimización de partes y sistemas conjuntos y 4) Evaluación de LCOE bajo distintos escenarios y contextos.
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	LCOE con 3 meses calculados. LCOE con 7 meses calculados en revisión. Informe a presentarse en enero. Análisis de LCA para el ATAMO 1.
Resultados No Obtenidos	0
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	30% vs 35%
Justificación de desviaciones	La evaluación del Costo nivelado de la energía sitio-específico debe desarrollarse aún, sujeto a financiamiento e interés de la industria.
Acciones de mitigación	

EQUIPO DE TRABAJO WP 7 y 8 julio de 2019 - 2020

QUIEN	ROL	ACTIVIDADES
María José Riquelme	Gerente de Desarrollo de Negocios	Lider wp 7 y 8, supervisor tareas LCOE y LCA, Desarrollo de Negocios
Felipe Valencia	Apoyo Técnico WPs 7 y 8, coordinador de tareas.	Cálculo LCOE, supervisor tareas LCA, apoyo técnico Desarrollo de Negocios
Carlos Silva, UA	Ph.D. in Electrical Engineering. Representante de la UAI	Apoyo Técnico en el modelo del LCOE, coordinador de tareas de la UAI para WPs 7 y 8.
Nicolás Curotto	MSc (Natural Resources & Environment, University of Michigan)	Cálculo del LCA
Cristóbal Parrado Riquelme	Civil Engineer with a Master in Energy and Environment of UAI	LCOE y estudios
Cristobal Rencoret	Geólogo	LCOE y Estudios
Raúl O’Ryan	PhD Economics, University of California at Berkeley	LCOE y Estudios

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP7

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
MODELOS DE PREDICCIÓN DE PRODUCCIÓN DE ENERGÍA	Reporte	49%	30%	En proceso de desarrollo. Se debe determinar la capacidad del equipo RRHH del WP 2 para realizar esta tarea como también la pertinencia al éxito del programa.
MEJORA DE LOS MODELOS DE SIMULACIÓN DE RENDIMIENTO	Reportes	0%	0%	Esta actividad ha quedado suspendida y se revisará su pertinencia una vez concretado el traspaso.
ESTUDIOS DE CASO DE OPTIMIZACIÓN TECNO-ECONÓMICA	Reportes	49%	50%	N/A
INCORPORAR UN MECANISMO DE EVALUACIÓN DE FACTIBILIDAD TÉCNICA-ECONÓMICA DE LOS COMPONENTES.	Reportes	49%	50%	N/A
LCOE y LCA	Reportes	26%	20%	Se debe comenzar a realizar el LCA del ATAMO 2 en 2021

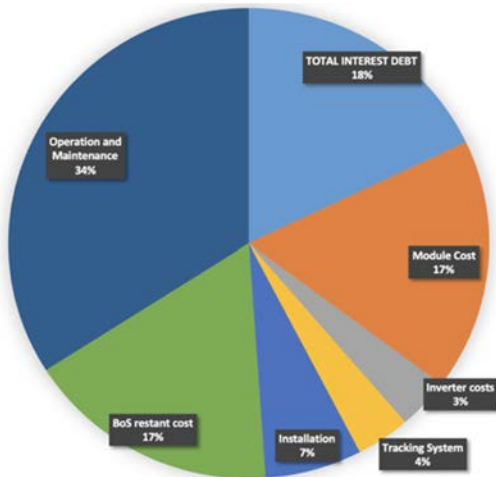
RESULTADOS OBTENIDOS WP 7

ATAMOSTEC – LCOE reduction Module, BoS, O&M

Own calculation model
developed by CEA-INES / ATAMOSTEC / Comité Solar

LCOE ATAMOSTEC model

How ATAMOSTEC impacts on
reducing the LCOE *:



Impact on LCOE:

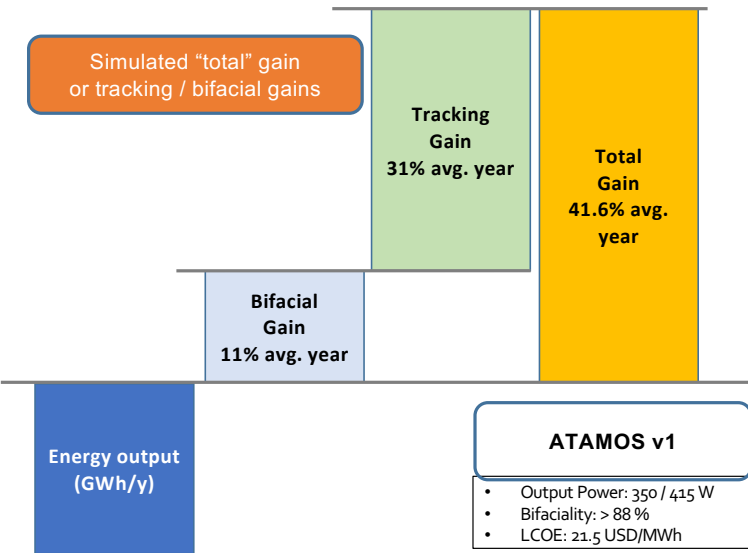
- PV Module 17% LCOE
- O&M 34% LCOE
- BoS 31% LCOE

Financial parameters

- WACC (nom and real)
- Valorization of Power (Power Sales)
- Debt amortization
- Depreciation (modules/ system / inverter)
- Earning Before Tax
- Tax including loss carry forward
- Free Cash flow

*Base case of 25y lifetime:
32,3 USD/MWh AL-BSF monofacial
28,5 USD/MWh PERC bifacial

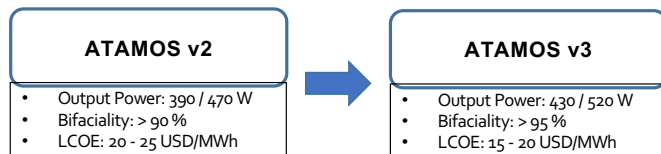
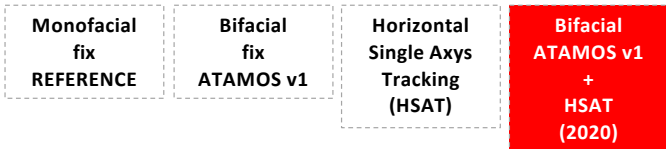
RESULTADOS OBTENIDOS WP 7



LCOE Chilean case, ATAMO technology:
 LCOE first 3 months. 21.5 USD/MWh
 + 31.0 % tracking gain
 + 41.6 % combined gain (Bifacial + tracking)

30 % albedo
 30 y lifetime
 380 Wp (soon to increase!)

Extra gain: TRACKING GAIN + TECHNOLOGY GAIN
 with ATAMOS v2 an extra energy (+) and LCOE <20 USD/MWh
 with ATAMOS v3 an extra energy (++) and LCOE <15 USD/MWh

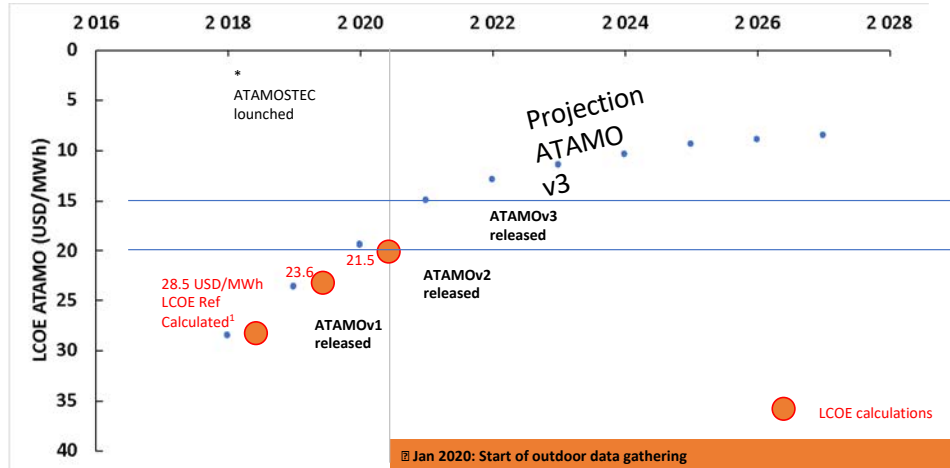


2021 and beyond

RESULTADOS OBTENIDOS WP 7

ATAMOS v1 LCOE calculations

- 📌 HJT ATAMOSTEC Technologies approaching the 20 USD/MWh barrier in 2020
- 📌 ATAMOS v3 to be <15 USD/MWh by end of 2021 (advanced O&M and BoS, to give impact further on LCOE)



¹Base case of 25y lifetime: 32,3 USD/MWh AL-BSF monofacial; 28,5 USD/MWh PERC bifacial

Refer to:
First Economic Benchmark of PV Technologies for ATAMOSTEC
in the Atacama Desert, Chile, N. Gazbour
EUPVSEC 2020

RESULTADOS OBTENIDOS WP 7

Life Cycle Analysis



Del análisis LCA se puede concluir:

1. Los mayores impactos de la tecnología ATAMO 1 recaen en el potencial de calentamiento global, el potencial de mineral excedente, y el potencial de combustible fósil.
1. En estas categorías, la tecnología HJT es la que menor impacto tiene gracias a su proceso de manufactura que es a baja temperatura y menor tiempo de elaboración.
1. La manufactura de la celda y la producción de MG-Si son los procesos que tienen un mayor impacto dado su alto consumo de energía en el resultado obtenido.
1. Tomar medidas para reducir el potencial de mineral excedente y el potencial de combustible fósil permitiría que las futuras tecnologías ATAMO– HJT sean más amigables con el ambiente. Para las demás tecnologías ATAMO, se deben hacer esfuerzos adicionales para reducir, además, el potencial de calentamiento global.

Categoría de impacto	Abreviatura (inglés)	Indicador	Factor de caracterización	Unidad
Escasez de recursos minerales	MRS	Disminución de grado mineral	Potencial de mineral excedente (SCP)	Kg Cu-eq
Escasez de recursos fósiles	FRS	Valor calorífico superior	Potencial de combustible fósil (FFP)	Kg petróleo-eq
Ecotoxicidad de agua fresca	FE	Aumento ponderado de peligro en aguas dulces	Potencial de ecotoxicidad en agua fresca (FETP)	kg 1,4-DCB a Fuente de agua fresca
Ecotoxicidad de agua marina	ME	Aumento ponderado por el peligro en las aguas marinas	Potencial de ecotoxicidad en agua marina (METP)	kg 1,4-DCB a Fuente de agua marina
Agotamiento de ozono	OD	Disminución de ozono estratosférico	Potencial de agotamiento de ozono (ODP)	kg CFC-11 al aire
Toxicidad humana: no cancerosa	HTnc	Aumento del riesgo de incidencia de enfermedades no cancerosas	Potencial de toxicidad humana (HTPhc)	kg 1,4-DCB al aire urbano
Cambio climático	CC	Aumento del forzamiento radiativo infrarrojo	Potencial de calentamiento global (GWP)	

PERSPECTIVAS Y TRABAJO FUTURO WP7

1. Cálculos del LCOE para ATAMO 2 y 3
2. Por confirmar: nuevo cálculo de LCA cuna a tumba.
3. Segunda vida de módulos y reciclabilidad: se exploran nuevos materiales para el ATAMO 3

AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

Nombre del proyecto	WP 8 - NEGOCIOS
Objetivo del proyecto	1, 7, 8, 9
Resultados Comprometidos	1) Al menos 2 empresas especializadas en productos y servicios de alta radiación, que exportan al tercer año del proyecto, 2) Al menos 2 spin-offs creados por los años 5 y 5 spin-offs creados por el año 10 del proyecto, 3) Al menos 5 empresas especializadas en productos y servicios de alta radiación, que exportan en el quinto año del proyecto, 4) Al menos 10 empresas especializadas en productos y servicios de alta radiación, que exportan en el año 10 del proyecto y 5) Caso de negocio para una Planta de Producción de Módulos Comerciales que se implementará hacia el año 5.
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	<ul style="list-style-type: none"> - Modelo de Explotación del ATAMO - Desarrollos, productos y servicios intermedios - Contratos con industriales - Nuevos proyectos para Bifacial
Resultados No Obtenidos	2: 1 Spin-off; al menos 2 empresas que exportan servicios y productos.
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	24% vs 46%
Justificación de desviaciones	La detención del programa, el estallido social y el escenario COVID han detenido las tareas relativas a la generación de Spin-Offs y a la exportación de servicios de parte de alguna empresa asociada.
Acciones de mitigación	Se está trabajando fuertemente para revitalizar la participación de las empresas a través de distintas líneas de ingresos y aplicaciones del Bifacial.

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP8

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
MAPEO DE ENTRADAS Y SALIDAS TECNOLÓGICAS UTILIZANDO MÓDULOS DE DATOS PERSISTENTES	Reporte	49%	15%	Se cancela actividad. Actividades que fueron comprometidas por UAI en 2018-2019 y no realizadas.
IMPACTOS AMBIENTALES DE LAS TECNOLOGÍAS	Reporte	49%	58%	n/a
HABILITACIÓN SOCIAL	Reporte	50%	50%	Se emitió un reporte por parte de Phibrand en 2018 sobre las tecnologías fotovoltaicas en general. Dado que el estudio de prefactibilidad social de la planta de ensamblaje/fabricación de módulos no fue positivo, no se seguirá adelante a menos que exista interés de privados en invertir en la misma.
PLAN DE NEGOCIO PARA UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE MÓDULO COMERCIAL	Reporte	49%	30%	CINTAC generó un estudio de prefactibilidad técnica. la UAI y Phibrand realizaron un estudio de prefactibilidad comercial No es viable comercialmente en Chile.
DESARROLLO DE NEGOCIOS	Reporte	20%	11%	Detención del programa, estallido social de 2019, COVID 2020.
PLAN DE TRABAJO MODELO DE EXPLOTACIÓN ATAMOSTEC	Reporte	60%	26%	Está diseñado y se está a la espera del cierre de contratos de coejecutores para determinar los porcentajes de explotación y valores de los productos.

RESULTADOS OBTENIDOS WP 8

2019-2020

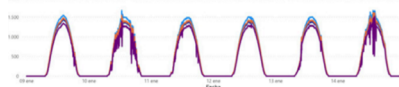
1ra fase de investigación



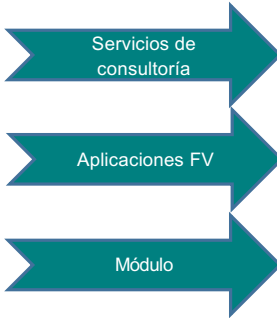
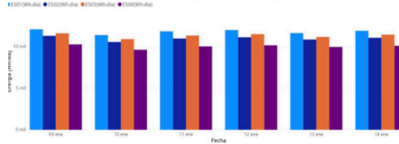
- Primeros contratos
- Validación con la industria
- Valorización IP y CA

2020-2021

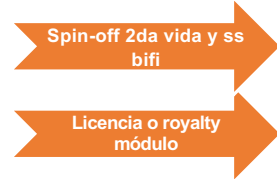
Empaquetamiento



Energía generada por tecnología v/s Tiempo



Transferencia



DESARROLLO DE NEGOCIOS:
¿EN QUÉ FASE ESTAMOS?

2022-2025

Activos ATAMOSTEC

MODULO ATAMO HJT

TRL 6-7

Valorización pc: Ch\$620M por 300Mw

Año de transferencia 2022

SERVICIOS

Medición de Albedo

POP DB (monitoreo)

Estudios de Caracterización de soiling

Diseño y optimización de plantas bifí

Pruebas aceleradas indoor

/certificación

Testeos y benchmark outdoor

Reportes y estudios

Asesorías para demostradores

en otros nichos



SOLUCIONES TECNOLÓGICAS

UTFSM

Optimizador de Potencia
TRL 4
Año de transferencia 2023

Inversor Solar
TRL 4
Año de transferencia 2023



**UNIVERSIDAD TECNICA
FEDERICO SANTA MARIA**

Organización y Principales Actividades 2019 y 2020

Producto	Descripción	TRL Actual	Año esperado de transferencia	Porcentaje ATAMOSTEC	Protección
Módulo HJT	Módulo bifacial con tecnología de heterojuntura de Silicio tipo n, cuyos componentes (vidrio, encapsulante, filtros, entre otros) fueron diseñados para soportar las condiciones de alta radiación y gran altitud del desierto.	6	2023	40	Secreto industrial
Módulo nPERT	Módulo bifacial con tecnología Silicio tipo n, cuyos componentes (vidrio, encapsulante, filtros, entre otros) fueron diseñados para soportar las condiciones de alta radiación y gran altitud del desierto.	7	por definir	por definir	Secreto industrial
PCOB	Un sistema centralizado para el monitoreo plantas fotovoltaicas monofaciales y bifaciales, que permite la integración de cualquier sensor, debido que acepta la mayoría de protocolos de comunicación disponible. Permite además el desarrollo de algoritmos por parte del usuario, con el fin de incorporar parámetros que no están disponibles en las plataformas comerciales.	8	2021		Registro de software (Chile) y patentamiento en donde sea opción y además atractivo
Optimizador de potencia	Convertidor parcial de potencia que permite controlar la producción de energía a nivel del módulo desacoplando los efectos que tienen los módulos y las condiciones externas sobre ellos de los efectos que podrían tener en los módulos a su alrededor.	4	2023	1	Existe una patente por el concepto de convertidor parcial de potencia. El producto terminado podría ser sujeto de patente como dispositivo.
Inversor solar	Desarrollo de prototipo inversor fotovoltaico de 50 kW conectado a red. Como parte del objetivo de testear optimizadores de potencia y otros proyectos de I+D, se diseñó un inversor fotovoltaico de entrada DC configurable, hasta 3 strings independientes con capacidad de regulación de MPPT. Además, con este prototipo es posible validar experimentalmente estudio de eficiencia de las técnicas de tracking solar (MPPT) en strings fotovoltaicos compuestos por paneles bifaciales.	4	2021 versión actual; 2023 producto comercial.	1	por definir
Simulador del comportamiento eléctrico del módulo bifacial	Desarrollo de modelo eléctrico y comparación con modelos físico-matemático de celdas y módulos bifaciales. El estudio también incluye validación experimental del modelo desarrollado. Modelo se encuentra actualmente disponible en formato MATLAB/simulink (y también código C++)	8	2021	1	Registro de software (Chile) y patentamiento en caso de comercializarse en otro país donde se requiera
Servicios en los	Estado del Arte, reporte de fallas en plantas y desafíos para el desarrollo de soluciones tecnológicas a nivel de estructuras, inversores y otros.	n/a	2021	por definir	Derechos de autor
Medición de albedo	Metodología para medir el albedo estandarizada y validada.	9	2020	100	Secreto industrial
Caracterización del ensuciamiento	Estudios de deposición de polvo, análisis de muestras de polvo y distribución de partículas de polvo por tamaño.	9	2021	por definir	Secreto industrial, y se analizará la posibilidad de patentar la cámara desarrollada para hacer pruebas aceleradas

PERSPECTIVAS Y TRABAJO FUTURO WP8

Líneas de negocios prospectados para Spin-Off 2021

Segunda vida de módulos FV

La industria tiene un alto número de paneles decomisionados y su almacenamiento es costoso

Laboratorio de evaluación y etiquetado de módulos para segunda vida

Empresa de SS Bifaciales

Venta de servicios para la industria con foco en tecnologías bifaciales para el desierto

Nuestros conocimientos nos convierten en un aliado importante para las empresas que no tienen experiencia con bifi y/o en el desierto.



WP9 EDUCACIÓN, ENTRENAMIENTO Y DIFUSIÓN

AVANCE DE LA EJECUCIÓN A DICIEMBRE 2020

WP9

Nombre del proyecto	WP9 - COMUNICACIONES
Objetivo del proyecto	4, 5, 6, 8, 9
Resultados Comprometidos	1) Informes Básicos y Técnicos, 2) Visitas Técnicas, 3) Transferencia de Conocimiento a instituciones técnicas y educativas, 4) Participación en Congresos Internacionales, 5) Publicaciones científicas, 6) Vinculación con la industria, 7) Curso de formación técnica y profesional, 8) Curso Trainer to Trainer, 9) Curso para profesionales de áreas no afines a PV, 10) Diplomado de Energía Solar, 11) Magister en Desarrollo Energético, 12) PhD Energía Solar, 13) Movilidad de Maestría, Doctorado y Post-Doctorado
Resultados Obtenidos y su Nivel de maduración Tecnológica de corresponder (TLR)	n/a
Resultados No Obtenidos	n/a
Porcentaje de Avance del proyecto (% avance real vs % Avance comprometido)	41,2% vs 49%
Justificación de desviaciones	n/a
Acciones de mitigación	n/a

DETALLE DE INDICADORES ASOCIADOS AL PROYECTO WP9

INDICADOR	MEDIO DE VERIFICACIÓN	Comprometido a la fecha	Alcanzado a la Fecha	Explicación de los desvíos
DISEMINACIÓN Y COMUNICACIÓN	Workshop, realización de eventos, ferias y conferencias	49%	49%	n/a
DIFUSIÓN HACIA COMUNIDADES CIENTÍFICAS ESPECÍFICAS E INDUSTRIALES	Participación en eventos	49%	49%	n/a
CAPACITACIÓN A ACTORES LOCALES	Registro de capacitaciones	49%	67%	Formaciones: 1. Formación de competencias de sistemas fotovoltaicos para técnicos de KRCC (25 participantes) 2. Formación de Diseños de sistemas FV y O&M. Asociación Industrial de Iquique (50 empresas locales) 3. Formación de BoS y O&M en Sistemas Fotovoltaicos a operadores de plantas PV AesGener. (20 personas)
FORMACIÓN EN EDUCACIÓN SUPERIOR	Tesis y Doctorados	49%	49%	5 Tesis Doctoral en curso (Módulos, soiling, modelación albedo, Minimodulos, Reciclaje y 2da vida de modulos) 2 Tesis Magister 1. Seguridad Eléctrica para Sistemas Fotovoltaicos en zonas desérticas de alta radiación. 2. Reducción del consumo de energía eléctrica, para planta desaladora de central termoeléctrica, a través de un sistema fotovoltaico distribuido
AUMENTO DE RELACIÓN CON UNIVERSIDADES NACIONALES Y EXTRANJERAS	Alianzas, tesis y pasantías	49%	10%	No se han realizado más gestiones, debido a la suspensión del programa

EQUIPO DE TRABAJO WP9

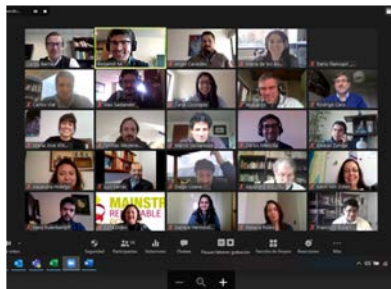
NOMBRE	ROL	ACTIVIDADES
Dr. Edward Fuentealba	Director del CDEA, Académico y Director de Programa	Educación
María José Riquelme	Gerente de Desarrollo de Negocios	Plan marketing 2021-2023, difusión.
Elías Urrejola	CTO	Difusión científica
Natalia Toro	periodista	Difusión
David Pasten	Periodista	Difusión, redes y prensa.
OTROS:		
AGENCIA Ekhos		Difusión, desarrollo plan de marketing, gestión de prensa, etc.

CONFÉRENCE INES

Le déploiement de la technologie du bifacial : une nouvelle ère entre avantages et défis



EU PVSEC 2020 *online*
37th European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition
07 - 11 September 2020



SUN TECH VALPO 2020
3^{er} Sunset de Innovación
30 Tecnologías para Chile
3 de Diciembre | 17:00 horas
WWW.SUNTECHVALPO.CL

IEA PVPS Task 13 Meeting, 29 Sep – 01 Oct 2020



bifiPV2020 Bifacial Workshop: A Technology Overview

Elias Urrejola,¹ Felipe Valencia,¹ Edward Fuentealba,² Chris Deline,³ Silvana Ayala Polanco,³ Jerya Meydbray,⁴ Tori Clifford,⁴ Radovan Kopecek,⁵ and Joshua S. Stein⁶

2020 bifi PV workshop

pv magazine

News - Features - Events - Awards - Partner news - pv magazine



Bifacial panel made in Chile

Organización y Principales Actividades 2019 y 2020

La Tercera

El innovador panel solar desarrollado en Chile que produce energía por ambos lados

El cambio registra la reflectividad solar directa, pero también en registro de generación de electricidad que reduce el área de estudio.

pv magazine

Seminario web de pv magazine

Tendencias del autoconsumo comercial e industrial en España con nuestro nuevo formato en el próximo seminario web, especialmente diseñado a las necesidades para instalaciones comerciales e industriales. El 4 de mayo, discutiremos con el Director General sobre sus expectativas de inversión según el mercado para este segmento. Más información y registro gratuito.

Noticias

Un panel bifacial "made in Chile"

Por Emma Delle e del 24/09/2020 a 08h



WEBINAR
ANTOFAGASTA: RETOS Y CLAVES DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA
VIERNES 16 DE OCTUBRE
10 AM (CHILE)



RESULTADOS EN DIFUSIÓN WP9

35 Eventos

25 Nacionales

10 Eventos internacionales

+15 apariciones en prensa nacional e internacional



Primera publicación científica en conjunto con NREL, gestionada a partir de la participación en BIFI PV Workshop 2020 (ISC Konstanz)



PERSPECTIVAS Y TRABAJO FUTURO WP9

- **WEBINAR 28 de enero de 2021**
- **BiFi PV Workshop 2021 en Chile y EEUU**
- **EU PVSEC 2021**
- **PVPS TASK13 2021**
- **1 Libro (CEA INES)**
- **2 publicaciones científicas en 2021 (por confirmar)**



FIN

ATAMOSTEC: Memoria Anual 2019 - 2020

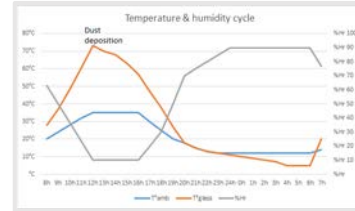
Programa Tecnológico "Desarrollo de Tecnologías de Energía Solar Fotovoltaica para Climas Desérticos y Alta Radiación", código 17PTECS-75830

BACK UP SLIDES

2020 - Soiling thematic highlights

Artificial indoor soiling

- Identification of indoor tests protocols which reproduce or even accelerate the natural soiling phenomena outdoor
 - Articles : Analyses of soiling at different conditions (Renewable Energy)
 - Patent : Protection device to promote the measurement of the fouling rate in an artificial fouling chamber



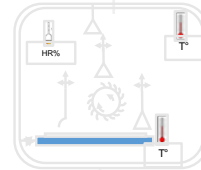
Temperatures and humidity cycle



Soiling chamber

Artificial indoor cleaning

- Design and manufacturing of a test equipment able to manage many cleaning process
 - Poster : : Soiling, Cleaning the PV Panels, Laboratory Test Equipment (PVSEC 2020)



Functional schema of the equipment



Cleaning chamber

Soiling impact measures in outdoor environment

- Design and manufacturing of a sensor able to measure the soiling ratio to be installed in PSDA in feb 2021 (delay 6 months COVID)
 - Patent : Method and device for calibrating measurements of the soiling effect of a solar panel



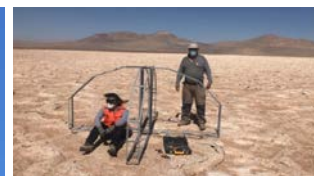
1st version



Last version, in progress

Waiting for sand samples to study AS coatings and contribute to the soiling desert label

Meteorological station at PSDA



Publicaciones – NREL



El National Renewable Energy Laboratory (NREL) es la institución de I+D más importante en US y quizás en el mundo.

ATAMOSTEC publica junto a NREL un reporte tecnológico sobre el estado de la tecnología Bifacial, basándose en el workshop Bifacial 2020.

Disponible online:

<https://www.nrel.gov/docs/fy21osti/77817.pdf>

bifiPV2020 Bifacial Workshop: A Technology Overview

Elias Urrejola,¹ Felipe Valencia,¹ Edward Fuentealba,² Chris Deline,³ Silvana Ayala Pelaez,³ Jenya Meydbray,⁴ Tori Clifford,⁴ Radovan Kopecek,⁵ and Joshua S. Stein⁶

1 ATAMOSTEC

2 University of Antofagasta

3 National Renewable Energy Laboratory

4 PV Evolution Labs

5 ISC-Konstanz

6 Sandia National Laboratories



Org

Resumen tecnológico

PI público

107

Publicaciones – PVTECH 2020

Technical Briefing DESIGN AND BUILD

The ATACAMA desert in Chile as a bifacial hotspot: yield modelling within the ATAMOSTEC project

Modelling | Alongside the recent rapid boom in bifacial solar deployment, extensive work has been underway to fine-tune the yield modelling of bifacial systems. Drawing on case studies from the ATAMOSTEC test site in Chile, researchers involved in the collaborative venture describe how it is helping improve understanding of bifacial yield and laying the foundations for a set of new rules to inform system design and installation




Figure 1. The ATAMOSTEC and UA test site in the Atacama desert in Chile

Bifacial solar technology was first developed back in the 1960s. Initially considered too costly, over some decades it remained dormant while the

examines some case studies from within the ATAMOSTEC consortium operating in the Atacama Desert in Chile, as a collaborative effort between several institutional and

of the module backside was even considered for effective exploitation by collecting the ground albedo. Researchers at UPM Madrid reported bifacial energy gains of


- PVTECH Magazine
- Participan CEA-INES, ISC-Konstanz, UA, ATAMOSTEC

PV Tech Power Papers, Technical Papers, Power Volume 24

Published: September 23, 2020

By Florent Haffner, Francisco Araya Rojas, Delfina Muñoz & Eric Gerritsen, **CEA-INES**; Djaber Berrian, Andreas Halm & Joris Libal, **ISC Konstanz**; Elías Urrejola, **ATAMOSTEC**; Edward Fuentealba Vidal, Antofagasta Development Energy Center

<https://store.pv-tech.org/store/the-atacama-desert-in-chile-as-a-bifacial-hotspot-yield-modelling-within-the-atamostec-project>

Avances en materia de simulación  PI público

Presentaciones en Conferencia EUPVSEC 2020

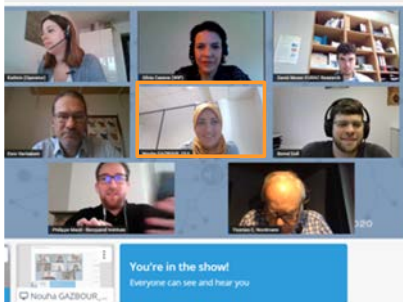


La EU PVSEC es la mayor conferencia internacional de investigación, tecnologías y aplicaciones fotovoltaicas (desde 1977)



Participación con presentaciones:

1. SDO.1.2 **"On the Impact of Soiling on Energy Production in the Atacama Desert, in the Frame of ATAMOSTEC"**. E. Pilat & M. Amhal, CEA, Le Bourget-du-Lac, France. D. Olivares, University of Antofagasta, Chile. E. Urrejola, ATAMOSTEC, Santiago, Chile
2. 7EO.3.5 **"First Economic Benchmark of PV Technologies for ATAMOSTEC in the Atacama Desert, Chile"**. N. Gazbour, P.-J. Ribeyron & D. Muñoz, CEA, Le Bourget-du-Lac, France. E. Urrejola & M.J. Riquelme, ATAMOSTEC, Santiago, Chile. C. Gonzalez & A.M. Ruz, CORFO, Santiago, Chile.
3. 4AV.1.36 **"ATAMOSTEC Desert Label for PV Technologies"**. E. Urrejola, ATAMOSTEC, Santiago, Chile. P.-J. Ribeyron & D. Muñoz, CEA, Le Bourget-du-Lac, France. R. Kopecek, ISC Konstanz, Germany.
4. 5DO.5.6 **"Bifacial Optical Model Validation and Performance of Static and Tracked Systems Installed in the Atacama Desert"**. F. Araya Rojas, T. Capelle, F. Haffner & H. Colin, CEA-INES, Le Bourget-du-Lac, France



Participación:

1. Delfina Muñoz (chairwoman de sesiones) tiene una oral donde menciona a Atamostec como plataforma de test innovadora:
- 4CO.2.5 speaker V. Barth (CEA-INES)

<https://www.photovoltaic-conference.com/>

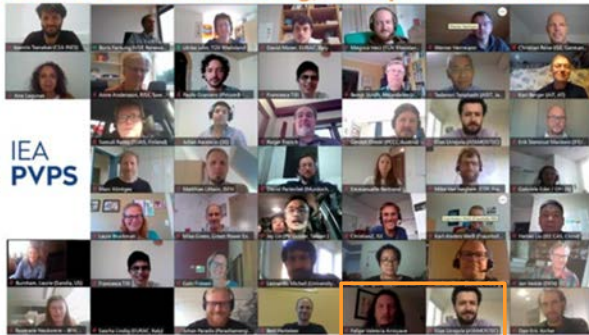
Principales resultados de ATAMOSTEC
PI público

Participación en IEA PVPS Task13 –



International Energy Agency
Photovoltaic Power Systems Programme

IEA PVPS Task 13 Meeting, 29 Sep – 01 Oct 2020



Contenidos y material público
PI público

IEA PVPS Task 13 lidera temas de rendimiento y fiabilidad de módulos FV y sistemas fotovoltaicos son temas clave que cada día atraen más la atención de diversos interesados. Recientemente, también se combina con los términos de calidad y sostenibilidad.

Reunión 2019 coordinada en Chile por Corfo y ATAMOSTEC

Participación en reunion annual Septiembre 2020

Participación en 4 reportes:

-Subtask 1.2 Bifacial PV modules and concepts. Leader: J. Stein.

Status: Ulrike will send us the slides.

Contact from Chile: Elias Urrejola.

-Subtask 2.3 Climatic rating of diff tech. Leader: M. Schweiger.

Status: Markus send the document link.

Contact from Chile: Felipe Valencia.

-Subtask 2.4 Impact of soiling. Leader: Ch. Schill.

Status:

Contact from Chile: Elias Urrejola.

-Subtask 3.3 Guidelines for O&M, Subchapter 5.3 O&M. Leader: U. Jahn.

Status:

Contact from Chile: Felipe Valencia.

<https://iea-pvps.org/research-tasks/performance-operation-and-reliability-of-photovoltaic-systems>

Participación en Workshop Bifacial 2020



Nacido en 2011 el BIFIPV Workshop es el workshop más importante sobre tecnología bifacial.

Se celebró en julio de 2020 con el fin de proporcionar a la industria solar un foro para compartir y debatir las investigaciones sobre la tecnología fotovoltaica bifacial.

ATAMOSTEC dio una exposición sobre los últimos avances de la tecnología ATAMOV1.

Videos de presentaciones disponibles:

<https://www.bifipv-workshop.com/2020-virtualbifipv-proceedings>

Avances en materia de resultados
outdoor
PI público

PUBLICACIONES

2020


1. M.Trigo-Gonzalez, et al. 2020 Development and comparison of PV production estimation models for mc-Si technologies in Chile and Spain. Journal of Cleaner Production 281, 125360 doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125360>
2. Douglas Olivares , et al. 2020 Determination of the soiling impact on photovoltaic modules at the coastal area of the Atacama Desert. Energies, 13, 3819 doi.: 10.3390/en13153819
3. Behar, O. , et al. 2020 The use of solar radiation models to derive atmospheric turbidity: An inter-comparison study. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019 and IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2019, 1946-1957, Doi.: 10.18086/swc.2019.42.02 (INCENTIVO PEDIDO) SCOPUS
4. Mondaca, G. , et al. 2020 UV-A estimation in atacama desert from GHI measurements by using artificial neural network. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019 and IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2019, 365- 375, Doi.: 10.18086/swc.2019.08.08 (INCENTIVO PEDIDO) SCOPUS
5. Olivares, D. , et al. 2020 Analysis of the local factors that influence the cementation of soil and effects on PV generation at the plataforma solar del desierto de atacama, Chile. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019 and IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2019, 1051- 1060, Doi.: 10.18086/swc.2019.19.08 (INCENTIVO PEDIDO) SCOPUS
6. López, G. , et al. 2020 Effect of cloudiness on solar radiation forecasting. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019 and IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2019, 2098- 2108, Doi.: 10.18086/swc.2019.43.05 (INCENTIVO PEDIDO) SCOPUS
7. Alonso-Montesinos, et al. 2020 Relevance analysis of atmospheric variables in the production of an experimental pv power plant considering dust deposition in the mediterranean coast. Proceedings of the ISES Solar World Congress 2019 and IEA SHC International Conference on Solar Heating and Cooling for Buildings and Industry 2019, 2062- 2073, Doi.: 10.18086/swc.2019.43.01 (INCENTIVO PEDIDO) SCOPUS
8. Jesús Polo, , et al. 2020. Typical Meteorological Year Methodologies applied to solar spectral irradiance for PV applications. Energy, 116453. doi: 10.1016/j.energy.2019.116453 (ISI) web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0360544219321486>

2019

1. Müller, N. , et al. 2019 Wavelet-based ESS sizing strategy to enable power peak-shaving in PV systems. 2019 IEEE 28th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE). Doi: 10.1109/ISIE.2019.8781363 (SCOPUS) web: <https://nottingham-repository.worktribe.com/output/2061931/wavelet-based-ess-sizing-strategy-to-enable-power-peak-shaving-in-pv-systems>
2. Behar, O. , et al. 2019 A simplified methodology to estimate solar irradiance and atmospheric turbidity from ambient temperature and relative humidity. Renewable & Sustainable Energy Reviews 2019 vol: 116 pp: 109310 Doi: 10.1016/J.RSER.2019.109310 (ISI) web: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032119305180>
3. Ferrada, P. , et al. 2019. Physicochemical characterization of soiling from photovoltaic facilities in arid locations in the Atacama Desert. Solar Energy 187, 47-56. (ISI) doi: 10.1016/J.SOLENER.2019.05.034
4. Trigo-González, M. , et al. 2019. Hourly PV production estimation by means of an exportable multiple linear regression model. Renew. Energy 135, 303–312. (ISI) doi:10.1016/J.RENENE.2018.12.014

2018

1. Marzo, A. , et al. 2018. Standard or local solar spectrum? Implications for solar technologies studies in the Atacama desert. Renew. Energy 127, 871–882. (ISI) doi:10.1016/j.renene.2018.05.039
2. Wilko Jessen, Stefan Wilbert, Christian A. Gueymard, Jesús Polo, Zeqiang Bian, Anton Driessé, Aron Habte, Aitor Marzo, Peter Armstrong, Frank Vignola, Lourdes Ramírez (2018) Proposal and Evaluation of Subordinate Standard Solar Irradiance Spectra for Applications in Solar Energy Systems. Solar Energy, (ISI) <https://doi.org/10.1016/j.solener.2018.03.043>



Publications, articles communication in 2020

- N. Pinochet, J-F. Lelièvre, R. Couderc, A. Derrier, “Encapsulation Polymer Screening via Ultra-Fast Aging under High Irradiance UV LED”. 37th EUPVSEC, online, Sept. 2020 Poster
- J-F. Lelièvre, R. Couderc, N. Pinochet, R. Soulas, D. Muñoz, A. Marzo, P. Ferrada, A. Henriquez Soto, F. Valencia, E. Urrejola. “Desert Label Development For Improved Reliability And Durability Of Photovoltaic Modules In Harsh Desert Conditions”, 11th Silicon PV Conference, online, April 2021 Abstract submitted
- E. Pilat et al., On the Impact of Soiling on Energy Production in the Atacama Desert, in the Frame of ATAMOSTEC – 37th EUPVSEC, online, Sept. 2020 Oral
- F. Araya, F. Haffner, T. Capelle, H. Colin, Bifacial optical model validation and performance of static and tracked systems installed in the Atacama Desert, 37th EUPVSEC, online, Sept. 2020 Oral
- F Haffner et al., The ATACAMA desert in Chile as a bifacial hotspot: yield modelling within the ATAMOSTEC project, PV-TEC. Org article
- D. Muñoz I+D aplicado al servicio de la transición energética, Seminarios transición energetica CCIFC, 07/ 2020 oral
- E Pilat et al., Chemico physical properties of minerals impacting dust deposition and agglomeration on a PV module to be published in Energy Review
- Editorial contribution to the document “Assessment of Soiling Losses - Impact on the performance of PV Power Plants” in the scope of the International Energy Agency Photovoltaic power systems program.
- **ONGOING:**
 - n-type technologies book with the participation of ISC, CEA and ATAMOSTEC (Radovan Kopecek & Delfina Muñoz editors)
 - J-F. Lelièvre, N. Pinochet, R. Couderc, D. Muñoz, A. Henriquez Soto, F. Valencia, E. Urrejola. “On the development of realistic and trustworthy UV ageing sequences for long-term reliability assessment of photovoltaic modules” redaction of paper for submission in Progress in photovoltaics.