

FOTOMETRÍA DEL CIELO NOCTURNO EN PISCO ELQUI

Las contribuciones del alumbrado artificial en la contaminación lumínica

Jorge Triviño & Bárbara Tamblay



El presente informe es una iniciativa de la Organización Turística de Pisco Elqui en conjunto con la ONG Elqui Valle Sagrado, que catastra el estado de la situación de iluminación en Pisco Elqui y alrededores, haciendo un levantamiento de irregularidades presentes en:

- Iluminación privada de particulares y comercios
- Luminarias públicas.

Nuestro Objetivo es proteger los Cielos oscuros, en tanto patrimonio científico y turístico estratégico para el desarrollo regional, así como nuestro patrimonio natural, haciendo un llamado a la ciudadanía a priorizar soluciones lumínicas que convivan con la mantención de los cielos oscuros que son un atributo positivo de nuestras localidades, y también un enérgico llamado a las instituciones convocadas a garantizar el cumplimiento de las normativas vigentes en la región de Coquimbo.



Izquierda: Cometa Tsuchinshan-Atlas C/2023 A3 desde Observatorio Chakana 2.0. Derecha: Evento en Pisco Elqui, a 50mts de Observatorio Chakana 1.0.

Instrumento de medición: Sky Quality Meter (SQM) donado por Pedro Sanhueza, Oficina de Protección de los Cielos de Chile (OPCC). [OPCC](#)

Tipo de medición: En oposición a las luminarias, a 45° (entre cenit y horizonte), recomendado por el astrónomo Marcelo Jaque, director del proyecto "Ilumina a Conciencia" (Universidad de La Serena). [IluminAconciencia](#)

Personal de medición: Jorge Triviño (Observatorio Chakana). [Observatorio Chakana — Índice](#)

 Bárbara Tamblay (Observatorio Migrantes). [Inicio - Turismo Migrantes](#)

Cámaras fotográficas: Canon 7D y 80D con trípode Manfrotto, celular para documentar trabajo en terreno.



Escala de medición del SQM: 17 corresponde a Luna llena, los Observatorios debieran obtener una lectura de 22



Una de las principales causas de contaminación lumínica en la Región Estrella

ORDENANZAS, LEYES Y DECRETOS:

El **Decreto nº2 de 2023**, del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, declaró entre las áreas con valor científico y de investigación para la observación astronómica 28 comunas, dentro de las cuales están Coquimbo, La Serena, Vicuña y Paihuano. Esta mención comprende la totalidad de sus territorios.

La **Ley nº19.300** señala en su artículo 10° que los proyectos deben someterse al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).

En la letra i) se mencionan los Proyectos de desarrollo minero, comprendiendo las prospecciones y explotaciones.

El artículo 11° de la misma ley indica los proyectos o actividades que se deben someter a un Estudio de Impacto Ambiental, si presentan al menos uno de los siguientes efectos, características o circunstancias:

en su letra d) se menciona la localización en o próxima a áreas con valor para la observación astronómica con fines de investigación científica susceptibles de ser afectadas.

Bajo este contexto normativo podemos señalar que la comuna de Vicuña es un área con valor científico y de investigación para la observación astronómica. Esta comuna contiene importantes observatorios como Gemini Sur, SOAR y Vera Rubin (LSST) en Cerro Pachón y los más de 40 observatorios en Cerro Tololo, ambos cerros declarados Zona de Interés Científico (ZOIC) para efectos de la minería. Paihuano se encuentra protegido bajo el mismo contexto.

La **Ley nº21.162**, que modifica la Ley nº19.300, que aprueba la Ley sobre Bases Generales del Medio Ambiente, exige la Elaboración de un Estudio de Impacto Ambiental en los proyectos que puedan generar contaminación lumínica en las zonas que indica.

La **Comuna de Paihuano** aprobó hace varios años una **Ordenanza de Contaminación Lumínica**.

CONTMINACIÓN LUMÍNICA:

Fuente: Oficina de Protección de los Cielos de Chile (OPCC)

La contaminación lumínica se define como la introducción por parte de la actividad humana de luz artificial en el medio ambiente, directa o indirectamente. La contaminación que podemos evitar es la emisión del flujo luminoso de fuentes artificiales nocturnas en intensidades, direcciones o rangos espectrales inadecuados e innecesarios para la función a la que está destinada, o también cuando nos referimos al empleo de iluminación en ámbitos no recomendables como observatorios astronómicos, espacios naturales y paisajes sensibles.

De entre todas las causas que afectan a la calidad del cielo nocturno, la contaminación lumínica es la que presenta mayores riesgos inmediatos y la que, sin embargo, puede ser mitigada con soluciones viables. Un sistema de iluminación irresponsable es el que practica la sobre iluminación o uso excesivo e innecesario de la luz artificial, provocando fenómenos como el deslumbramiento o el brillo artificial del cielo nocturno, dificultando la visión de la noche estrellada.

La pérdida de nitidez del cielo nocturno causada por la contaminación atmosférica se amplifica por el efecto de la luz que irracionalmente se envía hacia el firmamento o hacia el horizonte.

Normalmente en las ciudades y centros urbanos la iluminación exterior es ineficiente, extremadamente brillante, y con la masificación de la tecnología LED, se ha tornado altamente contaminante.



La contaminación lumínica provoca dos tipos de impactos:

- IMPACTO GLOBAL - es el que produce la luz que se emite hacia la atmósfera y que rebotando en las moléculas y partículas en suspensión se dispersa sobre grandes distancias, generando en el cielo enormes halos luminosos, detectables incluso a cientos de kilómetros de las fuentes contaminantes.
- IMPACTO LOCAL - se produce cuando se iluminan directamente superficies, objetos o sujetos que no es necesario iluminar, o se hace incorrectamente, usando intensidades y colores inadecuados. Estos impactos locales suceden en las cercanías de los puntos de iluminación, e incluyen el deslumbramiento o encandilamiento, la intrusión lumínica hacia el interior de los hogares y otros espacios, y la iluminación excesiva.

Foto: luminaria de led blanca frente a Retén de Carabineros Pisco Elqui

Todos estos fenómenos tienen en común la pérdida de la capacidad de observar las estrellas, impactos innecesarios sobre la calidad de vida de los humanos, el deterioro de hábitats y la afección a multitud de especies. Durante los últimos 100 años, el cielo nocturno se ha degradado vertiginosamente debido al aumento indiscriminado e irracional de la iluminación en ciudades y poblados. Revertir esta degradación no requiere tener ciudades poco iluminadas, sino ciudades bien iluminadas.

La idea de que "más luz es mejor", es errónea. Iluminar en exceso, con potencias innecesarias y luminarias mal diseñadas, además de malgastar energía, causa serios perjuicios al cielo, al medio ambiente y a las personas, alterando el delicado equilibrio ecológico de la noche. Ejemplos de fuentes altamente contaminantes se pueden encontrar en los sistemas de alumbrado público, carteles publicitarios, estadios y centros deportivos, grandes centros industriales y mineros, escaparates e iluminación de centros comerciales, y en menor medida pero no menos importante, la mala iluminación exterior de residencias privadas.

La pérdida de la noche está vinculada al ritmo de vida moderno, pero al perder los cielos oscuros perdemos algo sustancial para los seres humanos, perdemos nuestra conexión con las fascinantes maravillas del universo.

"Este tipo de contaminación se ha convertido en un problema a escala mundial, eliminando de forma gradual la capacidad de observar la luz de las estrellas. Una nueva forma de despilfarro que acarrea impactos culturales, medioambientales e, incluso, energéticos, de consecuencias imprevisibles."

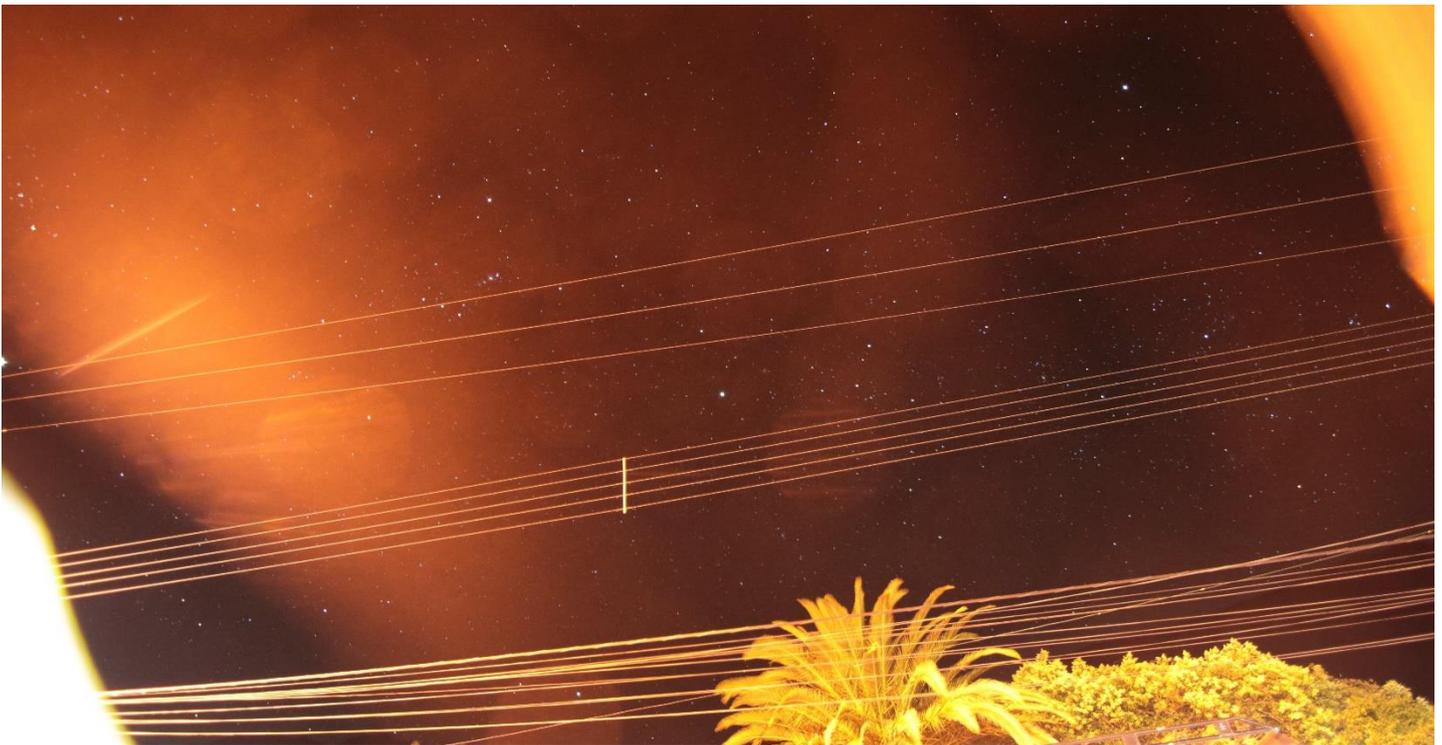
MEDIO AMBIENTE Y SALUD:

Fuente: Oficina de Protección de los Cielos de Chile (OPCC)

La progresiva ocupación de territorio por parte del ser humano provoca que los hábitats, ecosistemas y comunidades sensibles, se encuentren expuestos al impacto de la luz artificial en la noche, así como a los efectos directos de la contaminación atmosférica que reducen la calidad del cielo nocturno. Nuestro conocimiento actual de la gama completa de consecuencias ecológicas derivadas de la pérdida de calidad del cielo nocturno es todavía muy limitada. Se hace necesario tomar una mayor conciencia y responsabilidad de la necesidad de profundizar en la investigación y el desarrollo de metodología científica capaz de evaluar el alcance de estos fenómenos.

Actualmente se tiene abundante información sobre los efectos causados en determinadas especies migratorias que se guían por la luz de las estrellas, o sobre fenómenos tan evidentes como la muerte masiva por deshidratación de determinadas tortugas marinas desorientadas por las luces en sus playas natales. Pero la extensión de la noche artificial en el medio natural provoca otros impactos no tan conocidos o evidentes. Entre ellos destaca la alteración de los ciclos de ascenso y descenso del plancton marino, lo que afecta a la alimentación de las especies marinas, o las incidencias desfavorables sobre el equilibrio poblacional de muchas especies, resaltando ámbitos como la perturbación de la numerosísima fauna de insectos nocturnos y el equilibrio depredador-presa.

La luz regula los ritmos biológicos y fisiológicos de animales y plantas. Vivimos sincronizados con el ciclo planetario de 24 horas. En los animales, el apareamiento, la migración, el sueño, y la búsqueda de comida se determinan por la duración de la noche. Por esto, la emisión de luz artificial está estrechamente vinculada a la alteración de los ciclos naturales de los seres vivos.



Así afecta una sola luminaria vial todo su alrededor. Los colores son los correctos, pero no su apantallado ni su intensidad.

Efectos de la iluminación en los ritmos biológicos de animales y plantas:



Reptiles - Disminución del peso corporal por dificultad de encontrar alimento al variar las condiciones de su hábitat. Pérdida de facultades de protección ante depredadores y elementos naturales. A las tortugas marinas les dificulta la búsqueda de un lugar seguro donde anidar sus huevos. La luz artificial provoca la desorientación de sus crías y no encuentran el mar.

Insectos - Afecciones en el ciclo reproductivo de los insectos, los cuales se ven incapaces de atravesar las barreras de luz formadas por el alumbrado exterior. Disminución de la población de insectos, fuente de alimento de vertebrados e invertebrados, provocando un desequilibrio en la base de la cadena alimenticia. Impacto sobre la flora debido a la disminución de los insectos que realizan la polinización de plantas que se abren durante la noche.

Mamíferos - Alteración del equilibrio entre depredadores y presas. Muchos necesitan cazar, la luz artificial dificulta esta labor. Aumento de la mortalidad, extinción.

Aves - El brillo artificial del cielo nocturno provoca deslumbramiento y desorientación en las aves migratorias, haciendo que se desvíen y no lleguen a su destino. Aumento de la mortalidad al chocar con edificios, torres, tendidos eléctricos, etc.

Plantas - Alteración en la fotosíntesis, proceso dependiente de la luz, ocasionando el envejecimiento prematuro de algunas especies o el adelanto de la floración. El cambio en la vegetación provoca la modificación del hábitat de los animales.

"En las últimas décadas, el grado y la intensidad de la iluminación artificial de la noche se han incrementado de tal forma que hoy nadie puede negar sus efectos negativos sobre el medio ambiente y la salud de las personas."

Efectos de la iluminación en la salud humana:



Los científicos biomédicos han encontrado que la exposición a la luz durante la noche también tiene consecuencias para la fisiología humana. La utilización de las fuentes de luz artificial tras la puesta del sol ha permitido al hombre llevar a cabo tareas y gozar de diversas actividades durante mucho más tiempo. De hecho, la luz durante la noche se ha convertido en algo tan común que en muchos lugares del mundo la verdadera oscuridad está virtualmente desapareciendo. La luz nocturna, cuando es de suficiente intensidad y de la longitud de onda apropiada, es transducida a una señal eléctrica que viaja al sistema nervioso central. Esta señal altera la función del reloj biológico y en última instancia, la producción de melatonina en la glándula pineal. La melatonina, que se segrega fundamentalmente de forma exclusiva durante la noche, presenta una serie de importantes funciones que se pierden en el momento en el que existe exposición nocturna a la luz. Algunas de estas acciones incluyen la modulación del ciclo sueño/vigilia, la regulación de los ritmos circadianos, la sincronización, etc.

Aparte del riesgo de una mayor frecuencia de tumores, debido a las múltiples acciones de la melatonina como neutralizadora de radicales libres y antioxidante de amplio espectro, privar al cuerpo de esta importante sustancia puede contribuir a la iniciación, progresión o gravedad de toda una serie de enfermedades. Muchas enfermedades debilitantes, especialmente en ancianos, incluyen como parte de su proceso degenerativo la acumulación de daño oxidativo por radicales libres. Debido a su eficacia para privar al cuerpo de la melatonina pineal, está claro que debemos evitar la exposición a la luz durante la noche siempre que sea posible.

Desafortunadamente, evitar la luz nocturna es poco factible en el mundo actual. Por lo tanto, algunas alternativas más prácticas serían el desarrollo de fuentes lumínicas que excluyan las longitudes de onda específicas que inhiben la síntesis de melatonina, la producción de gafas o lentes de contacto que filtren estas longitudes de onda y la fabricación de pantallas para lámparas que reduzcan la luz que las traspasa.



★ OPCC ★

Oficina de Protección de la Calidad
del Cielo del Norte de Chile

REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LA COMUNA DE PAIHUANO:



Pisco Elqui



Rivadavia

Es notable la diferencia del cumplimiento de una perfecta iluminación entre estos dos sectores, ambos ubicados en comunas protegidas por leyes, decretos y ordenanzas sobre contaminación lumínica.

ILUMINACIÓN DE LAS PLAZAS DE LA COMUNA DE PAIHUANO:



Perfecta iluminación plaza de Pisco Elqui

Los esfuerzos de cumplir con las normas se ven transgredidos por la mala o sobre iluminación vial y privada.



Iluminación vial y privada a un costado de la misma plaza



Plaza e iglesia de Alcohuaz



Plaza e iglesia de Alcohuaz



Plaza de Monte Grande



Resumen iluminación de plazas de la comuna: a excepción de la plaza de Pisco Elqui, todas las plazas de las otras localidades están muy mal y sobre iluminadas, no cumpliendo con las normas.

ILUMINACIÓN DE TODAS LAS CALLES DE PISCO ELQUI:



Sector La Jarilla – Pisco Elqui: todas las luminarias en el bandejón con plantas de la derecha son blancas, las de la izquierda 6 de 8 son blancas.



Calle Centenario, frente a antigua oficina de Observatorio Chakana.



Pasaje El Cóndor



Calle J.M. Carrera



Villa La Unión, calle superior



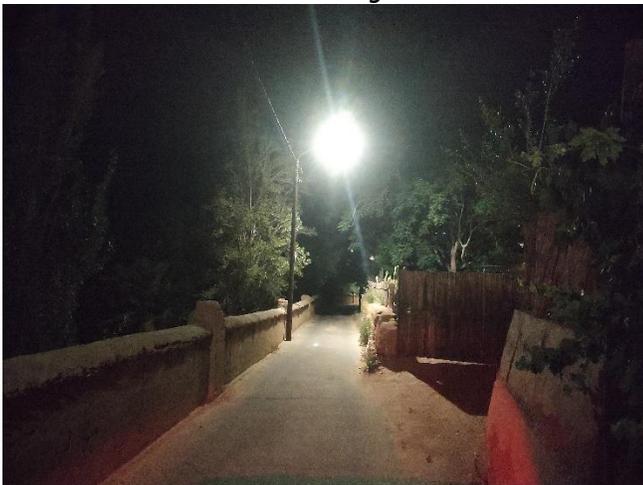
Villa La Unión, calle inferior



Calle M. Rodríguez



Salida de Pisco Elqui hacia Horcón y Alcohuz



Callejón Aurora

Resumen iluminación de calles y callejones de Pisco Elqui: sin excepción están muy mal y sobre iluminados, no cumpliendo con las normas.

ILUMINACIÓN PRIVADA EN PISCO ELQUI, ALGUNOS PUNTOS CRÍTICOS:



Cabañas Dorys de Lourdes



Cabañas Dorys de Lourdes



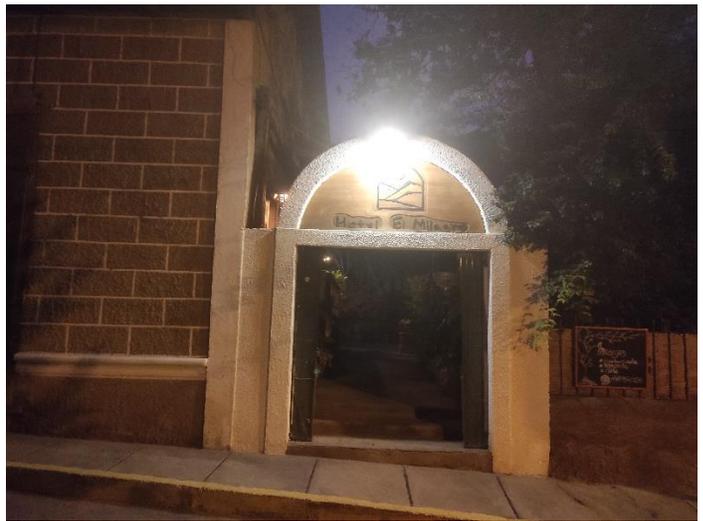
Cabañas Dorys de Lourdes



Restaurant El Durmiente



Comida rápida Che Veni



Hotel El Milagro



Camping Rancho Rodríguez



Bar/Restaurant Sunset



Pisquera Mistral



Pisquera Mistral



Templo Testigos de Jehová



Cervecería Guayacán



Comida rápida Papanáticos frente a Consultorio



Feria artesanal plaza de Pisco Elqui



Comida rápida Dónde El Mario



Comida rápida Dónde El Mario



Cabañas Pisco Elqui



Pisquera Doña Josefa

Resumen iluminación privada en Pisco Elqui (y demás localidades de la Comuna de Paihuano): a excepción de unos pocos locales comerciales y sociales, un muy alto porcentaje está muy mal y sobre iluminado, no cumpliendo con las normas, tampoco se apagan los letreros luminosos a media noche como indica el Decreto n°2 del año 2023 el cual entró en vigencia y se debe aplicar desde octubre 2024. Todas las luminarias internas y externas deben ser declaradas en la carpeta presentada en la municipalidad durante el proyecto de construcción de la obra.

LECTURA CON SKY QUALITY METER (SQM), 5 de diciembre 2024:

Luna creciente en un 20%, escondida por las montañas

LUGAR DE MEDICIÓN	HORA DE MEDICIÓN	MEDICIÓN SQM
Sector La Isla, Observatorio Migrantes	23:40	21.41
Mitad de cuesta camino hacia La Isla y Observatorio Migrantes	23:31	20.87
Calle Baquedano parte alta, fin de pavimento, última casa	00:00	20.50
Calle Baquedano parte baja, primeras casas	00:08	10.50
Calle Prat esq. Baquedano, Bar/Restaurant La Escuela	00:13	15.10
Calle Prat, Hotel Gabriela Mistral	00:19	15.30
Callejón Aurora, Cabañas Elquimista	00:25	14.50
Pisquera Doña Josefa	00:42	13.20
Villa La Unión, Jardín Infantil Pisco Elqui	00:54	14.00
Villa La Unión, Comida rápida Fayivá	00:55	14.00
Pasaje El Cóndor, Bazar Epehuén	00:58	16.09
Sector La Jarilla, Cabañas Doris de Lourdes	01:11	16.60
Sector curva La Jarilla	01:23	16.40
Quebrada Las Gredas, Observatorio Chakana	01:30	21.60

Resumen iluminación de Pisco Elqui: parece irónico que los únicos puntos para una óptima observación astronómica se encuentren a 1km (Observatorio Chakana) y a 2km (Observatorio Migrantes) de la plaza de Pisco Elqui (1.250msnm), debido a la creciente contaminación lumínica de parte público-privada. Si bien Observatorio Migrantes se encuentra más lejos y a mayor altura (1.562msnm) que Observatorio Chakana (1.350msnm) y debiera tener “mejor cielo”, eso se ve afectado al estar en línea recta frente a la burbuja de contaminación lumínica emitida por Pisco Elqui, a diferencia de Observatorio Chakana que se encuentra protegido por una loma y un horizonte de árboles y arbustos nativos.



Calendario Lunar



Personal de medición en terreno

INSTRUMENTOS ASTRONÓMICOS DE USO CIENTÍFICO EN PISCO ELQUI:

En funcionamiento: Módulo de medición de Contaminación Lumínica en Observatorio Chakana.



Ilumina a Conciencia es un proyecto financiado por el Gobierno Regional que busca generar un impacto positivo en la toma de conciencia frente a la problemática de la contaminación lumínica y cómo cuidamos nuestro cielo y nuestra salud.

El proyecto contempla la implementación de una red de monitoreo de la contaminación lumínica de una serie de nodos de medición que serán instalados en distintos puntos de la Región de Coquimbo.

La ejecución del proyecto está a cargo de un equipo multidisciplinario formado por científicos, ingenieros informáticos, periodistas, diseñadores y comunicadores.

[IluminAconciencia](#)



Enero 2025: Proyecto PANOPTES-3 (Panoptic Astronomical Networked Observatories for a Public Transiting Exoplanets Survey) en Observatorio Chakana.



PANOPTES es un proyecto de ciencia ciudadana de construcción de telescopio robótico diseñado para encontrar nuevos exoplanetas.

¿Qué significa eso?

🍷 Exoplanetas 🍷

Hay planetas alrededor de estrellas además de nuestro Sol. Usamos telescopios robóticos, llamados unidades PANOPTES, para tratar de encontrarlos.

[Project PANOPTES](#) | [Project PANOPTES](#)



La red mundial de telescopios PANOPTES está compuesta por 12 telescopios, distribuidos en ambos hemisferios y cubriendo todas las longitudes. El telescopio PANOPTES-3 fue desarrollado y terminado en Chile el año 2019, por un equipo de ingenieros y ópticos europeos y chilenos, y dejaron este instrumento a cargo de científicos que trabajan en una institución de Chile, para ser instalado en el país, y ser implementado bajo el alero de dicha institución.

El **impacto científico** será, principalmente, en el área de descubrimiento de planetas extra solares por el método de tránsitos planetarios; y, secundariamente, en el descubrimiento, confirmación y monitoreo de estrellas variables, novas, supernovas, cometas y asteroides.

El **impacto tecnológico** se basa en disponer en Chile de un telescopio pequeño, de muy bajo costo de operación, único en su diseño en Chile, y de gran diversidad de aplicaciones científicas.

Su impacto social se basa en dos aspectos relevantes: por una parte, PANOPTES-3 podrá ser utilizado por estudiantes de post-grado en Astronomía o Física de las universidades chilenas, que requieran de observaciones astronómicas para el desarrollo de sus trabajos de tesis y, por otra parte, para hacer divulgación astronómica de manera remota en colegios y escuelas, tanto urbanos como rurales de nuestro país. En esta última actividad también podrán participar estudiantes del pre-grado en Astronomía y Física.

Instalación y Comisionamiento de Telescopio PANOPTES-3 en Red Internacional de Telescopios PANOPTES:

- **Amelia Ramírez:** Directora del Proyecto, Directora del Dpto. de Astronomía, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena.
- **Erich Wenderoth:** Comisionador Científico, Académico e Investigador del Dpto. de Física, Facultad de Ciencias, ULS.
- **Jorge Triviño:** Instalación y Comisionamiento de Ingeniería, Difusión y Vinculación con el Medio de PANOPTES-3, Observador con PANOPTES-3, Dueño de Observatorio Chakana.

En funcionamiento desde 2019: Cámara Alto Vacío para Aluminizado de Espejos Astronómicos en Observatorio Chakana.



Observatorio Chakana cuenta con uno de estos dispositivos capaz de tratar espejos de hasta 30 cm (12 pulgadas) de diámetro en un vacío de hasta 10⁻⁶ Torr, por el momento el más grande y completo a nivel popular.

Además de la capa reflectora de Aluminio (Al), en la misma Campana de Alto Vacío se vaporiza una delgada capa protectora de Óxido de Silicio (SiO₂), dando una mejor resistencia a la corrosión por mayor cantidad de años. La mayoría de los espejos de telescopios de aficionados o de observatorios científicos no disponen de dicha segunda capa protectora.



Esta Campana de Alto Vacío de Acero Inoxidable es la única que dispone de 2 bandejas de evaporación adicionales (4 en total) para investigación multicapa y proyectos alternativos de óptica.

[Observatorio Chakana — Aluminizado](#)

CONCLUSIÓN:

En Pisco Elqui se deben cumplir todas las normas descritas en leyes, decretos y ordenanzas para no perder lo que nos define como Región Estrella, además de ralentizar, disminuir y tratar de eliminar el gran daño ecológico que está sufriendo nuestro medio ambiente y la totalidad de sus habitantes.

Informe sobre contaminación lumínica dirigido a:

- ***Oficina de Protección de los Cielos de Chile (OPCC).***
- ***Marcelo Jaque, director del proyecto "Ilumina a Conciencia" (Universidad de La Serena)***
- ***Manuel Paredes, Oficina NOIRLAB (National Optical-Infrared Astronomy Research Laboratory) - AURA***
- ***Amelia Ramírez, Directora del Dpto. de Astronomía, Facultad de Ciencias, Universidad de La Serena***
- ***Fundación Chilena de Astronomía (FUCHAS)***
- ***Sociedad Chilena de Astronomía (SOCHIAS)***
- ***Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID)***
- ***Asociación Astronomía Chile***
- ***Revista Chile Astronómico***
- ***Observatorios Astronómicos Turísticos de Chile***
- ***Leonardo Gros, Seremi Medio Ambiente Región de Coquimbo***
- ***Cecilia Díaz, Oficina de Medio Ambiente Municipalidad de Paihuano***
- ***Hernán Ahumada, Alcalde Municipalidad de Paihuano***
- ***José Cortés, Concejal Municipalidad de Paihuano***
- ***Marta Ahumada, Concejala Municipalidad de Paihuano***
- ***Sergio Perez, Concejal Municipalidad de Paihuano***
- ***Bárbara Swett, Gerente Corporación de Turismo Comuna de Paihuano***
- ***Julio Avilés, Presidente JJVV Pisco Elqui***
- ***Marcelo Rojas, Presidente JJVV Monte Grande***
- ***Paola Maas, Presidenta JJVV Horcón***
- ***David Rojas, Presidente JJVV Paihuano***
- ***Mariela González, Presidenta JJVV Quebrada de Paihuano***
- ***Luciano Giuggiana, Presidente JJVV Cochiguaz***
- ***Andrea Miranda, Presidente JJVV Alcohuz***
- ***Angélica Funes, Directora Sernatur Región de Coquimbo***
- ***Felipe Rojas, Programa Transforma Turismo Región de Coquimbo***
- ***Rony Acosta, Director UVAX Chile Ciudades Inteligentes***

