

# IluminAconCiencia:

## Caracterización y cuidado de los cielos nocturnos de la región de Coquimbo

M. Jaque Arancibia (1,2), R. Angeloni (3), G. Damke (4), J.P. Uchima (1), N. Nuñez (5), M. Flores (4,5) & C. Saffe (4,5), V. Firpo (3); J. Fuentes (3); R. Ruiz-Carmona (3)

(1) Departamento de Astronomía, Universidad de La Serena; (2) Instituto Multidisciplinario de Investigación y Postgrado, Universidad de La Serena; (3) Gemini Observatory, NSF's NOIRLab; (4) Cerro Tololo Interamerican Observatory, NSF's NOIRLab; (5) Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de SanJuan; (6) Instituto de Ciencias Astronómicas, de la Tierra y del Espacio (ICATE-CONICET)

### Resumen

La Región de Coquimbo, situada en el norte de Chile, es reconocida a nivel mundial por la excepcional calidad de sus cielos nocturnos. Actualmente alberga algunos de los observatorios profesionales más importantes del mundo. Además de su reconocimiento científico, la Región de Coquimbo se destaca por ofrecer una oferta turística relacionada con los cielos nocturnos, convirtiendo al astroturismo en un componente económico fundamental de la región. **Lamentablemente, estos cielos se ven amenazados por la presencia de luz artificial. El avance de las tecnologías de iluminación y el crecimiento demográfico han resultado en un constante aumento del brillo artificial en el cielo.**

Por esta razón nuestro Grupo de Investigación se propuso proporcionar a la comunidad nacional e internacional la primera caracterización espectrofotométrica de uno de los cielos más prístinos de nuestro planeta. El 2019 comenzamos un monitoreo de alrededor de 20 sitios distintivos de la Región. Esta lista incluye observatorios profesionales, astroturísticos, parques naturales y áreas urbanas. En esta contribución, presentamos nuestro grupo de trabajo, describiendo su propósito y objetivos. También compartiremos los primeros resultados obtenidos a través de nuestras campañas sistemáticas de observación. Además, mostraremos como nuestros proyectos científicos y nuestras iniciativas de divulgación trabajan en estrecha colaboración con instituciones públicas y privadas, generando una sinergia constante.

### Grupo de protección de los cielos nocturnos ULS/NoirLab

El aumento constante de la contaminación lumínica plantea un desafío global que requiere atención urgente. En este contexto, es esencial trabajar en la disminución de la contaminación lumínica en nuestra región.

Por esta razón, en el año 2019 se formó el grupo de **Protección de los cielos nocturnos ULS/NoirLab**, el cual busca:

- Realizar mediciones sistemáticas del brillo del cielo nocturno de la región de Coquimbo.
- Desarrollar vínculo con autoridades y tomadores de decisiones a nivel regional y nacional.
- Llevar a la sociedad las problemáticas vinculadas a la contaminación lumínica (salud, biodiversidad, ciencia, economía).

### Campaña de observación

Las observaciones se han realizado con 2 Sky Quality Camera (SQC, Euromix Ltd.), compuesta por una cámara DSLR modelo Canon EOS 6D Mark II equipada con una lente Sigma 8mm f/3.5 EX DG ojo de pez. El campo de visión es de 186°, con una resolución espacial de 1 grado cuadrado e información RGB. La Figura 1 muestra las SQC ULS-1, ULS-2 y alguno de los accesorios necesarios para la observación.



Figura 1: Cámaras SQC ULS-1 y ULS-2 utilizadas para monitorear y caracterizar la calidad del cielo nocturno en el sitio de interés.

La figura 2 muestra la lista de sitios medidos hasta la fecha, distinguiendo observatorios profesionales, turísticos, sitios de interés y áreas urbanas. La Figura 3 y 4 muestran ejemplos de las imágenes obtenidas.

### Divulgación



Ejemplos de divulgación y difusión. La imagen de la izquierda muestra la revista editada este año con fondos GEMINI ANID. La imagen de la derecha muestra el proyecto IluminAconCiencia que busca generar una Red de monitores continuo.

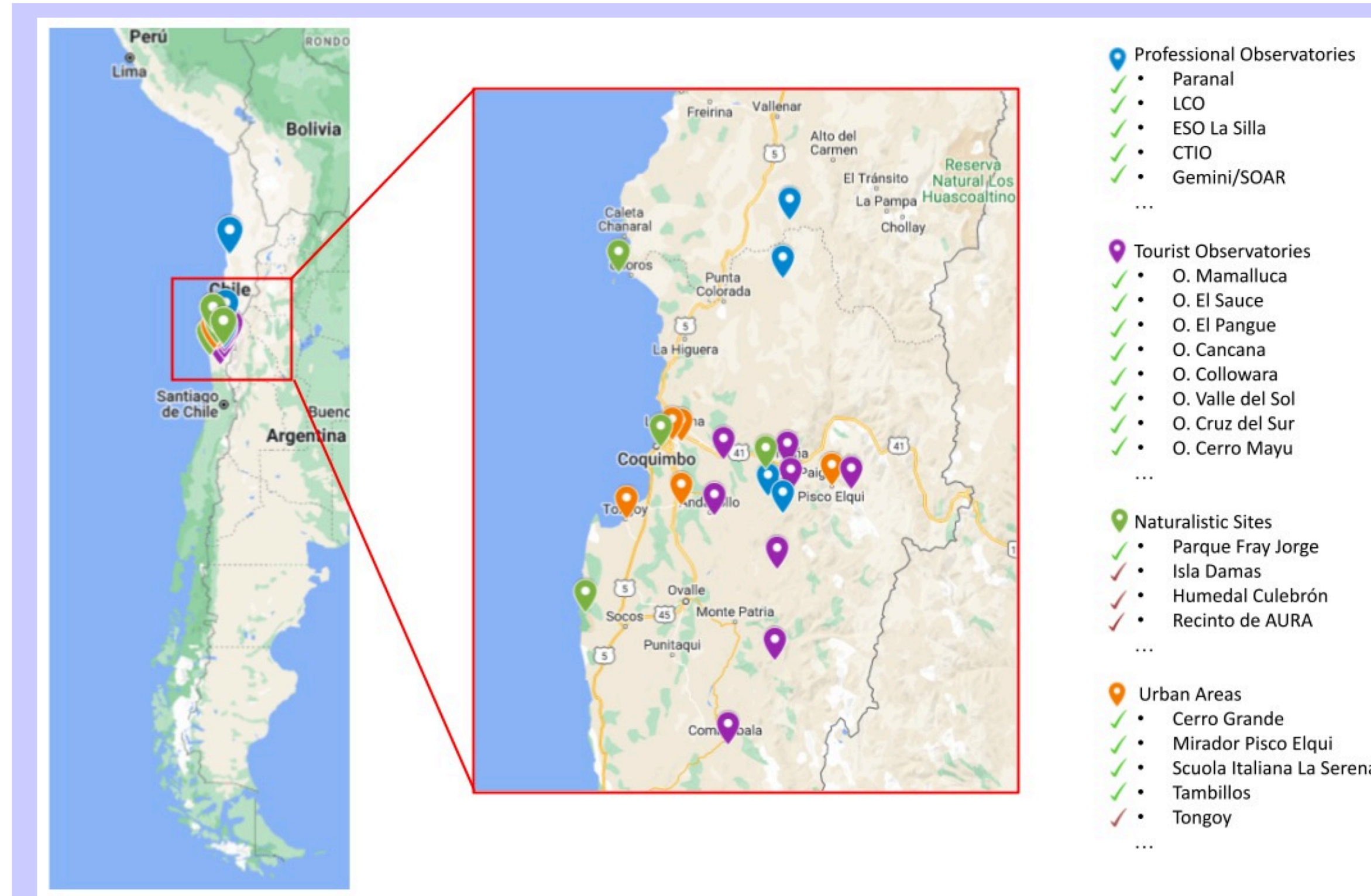


Figura 2: La figura muestra los sitios monitoreados por el grupo de protección de los cielos nocturnos.

La figura de la mano derecha muestra la distribución a nivel nacional de las observaciones realizadas, mientras que la figura central muestra los sitios distribuidos entre la Región de Coquimbo y Atacama.

Los marcadores de color celeste representan los observatorios profesionales, los de color lila los observatorios turísticos, los marcadores verdes, sitios de entorno natural y los marcadores de color naranja áreas urbanas. A mano derecha de la imagen se ve la lista compuesta de los sitios monitoreados.

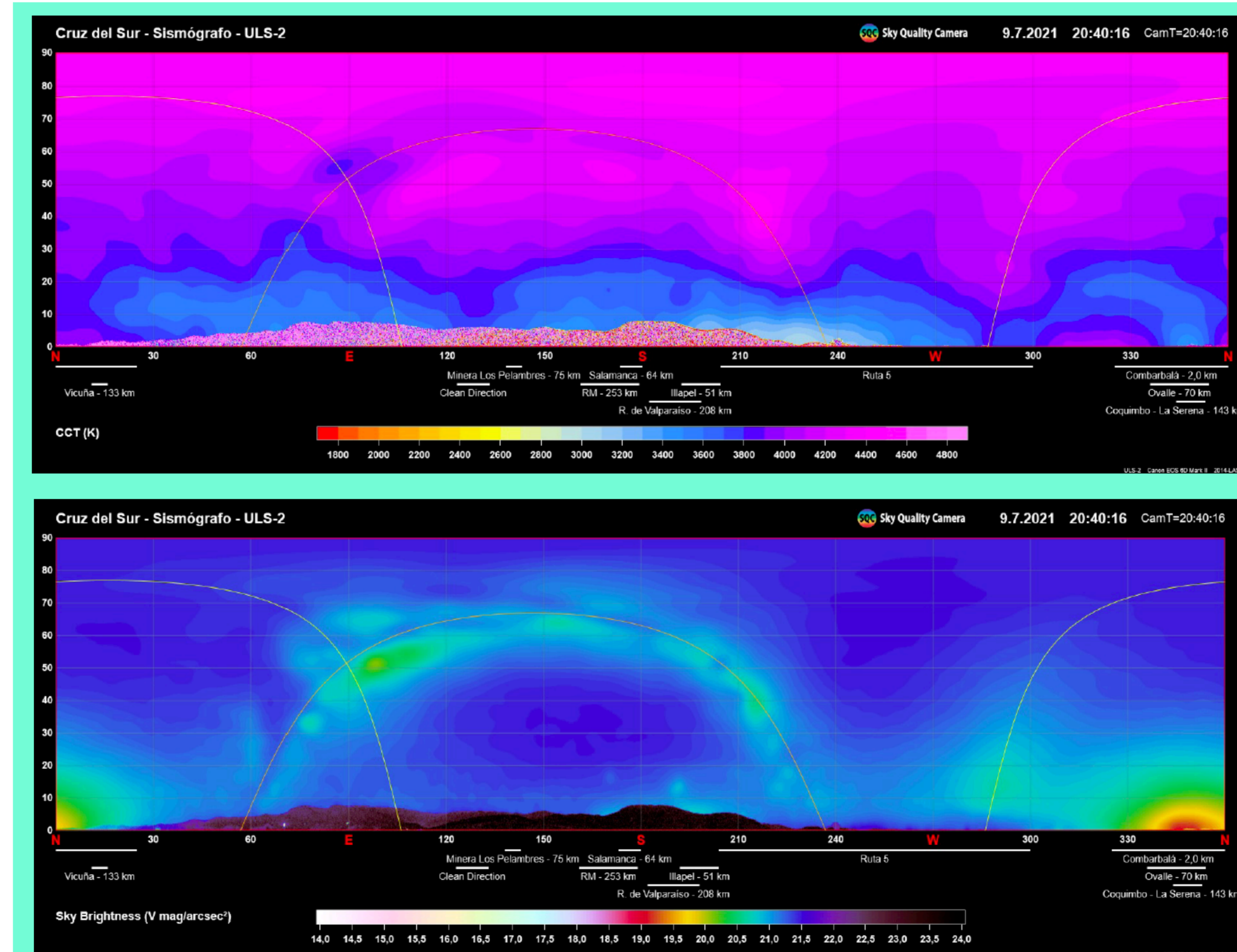


Figura 2: Ejemplo de imágenes obtenidas con la cámara SQC del observatorio turístico Cruz del Sur, ubicado en Combarbalá, provincia del Limarí.

El panel superior muestra la proyección cilíndrica de la imagen del Brillo Superficial del cielo nocturno (NSB - por su sigla en inglés Night Sky Brightness) en unidades de mag/arcsec<sup>2</sup>. Las fuentes sobre aproximadamente 4000K corresponden a fuentes naturales.

El panel inferior muestra la proyección cilíndrica de la Temperatura de Color Correlacionada (de aquí en adelante CCT - por su sigla en inglés Correlated Color Temperature) en unidades de grados Kelvin. Se puede observar la Vía Láctea y fuentes claras de contaminación lumínica.

Nota: Utilizamos una configuración ISO 1600 y tiempo de exposición entre 90 y 180 segundos para cielos oscuros y tiempos de exposición entre 5 a 30 segundos para cielos muy contaminados.

### Vinculación con el medio

Durante estos años se ha trabajado fuertemente con la Seremia de Ciencia de la Macro zona centro, logrando desarrollar actividades como:

**Apagón de la ciudad de Andacollo:** El 24 de enero del 2022 se desarrolló un apagón sistemático de las luminarias públicas, minera TEK y los ciudadanos que voluntariamente se unieron a la iniciativa. Se realizaron mediciones de brillo del cielo nocturno en 3 puntos: CTIO, Obs. Collawara y El Mollaco

**Comisión regional:** El año 2023 se comenzó a sesionar la comisión regional de contaminación lumínica. Dicha mesa esta precedida por el delegado presidencial, donde además participan diversas autoridades regionales. El equipo de protección de los cielos nocturnos, es el grupo científico de la mesa donde las decisiones se basan en los datos adquiridos por el grupo.

**Nueva Norma Lumínica:** El año 2023 se publicó la nueva norma lumínica, la cual declara áreas con valor científico y de investigación para la observación astronómica. Esta norma contempla un radio de protección de 150 km. Dicho valor fue determinado por nuestra investigación.

### Conclusiones

Los resultados de nuestro trabajo se presentarán en 4 publicaciones consecutivas, que buscan mostrar: un panorama general de la región estrellada, un análisis de los observatorios profesionales, análisis de todos los sitios observados y un análisis del apagón de la ciudad de Andacollo.

Podemos adelantar que la contaminación lumínica de La Serena es equivalente a cualquier metrópolis de Europa.

### Trabajo a futuro

Continuaremos con el trabajo realizado hasta ahora mediante la ejecución de un proyecto financiado por fondos Gemini ANID, un proyecto ESO Comité Mixto y un proyecto FIC-R del gobierno regional de Coquimbo. Además, comenzaremos una colaboración con UNSJ/ICATE/CASLEO, el cual busca iniciar un monitoreo en los observatorios de la Región de Cuyo, lugares de valor natural y las ciudades principales.