



ASTROTURISMO EN EL NORTE DE CHILE

LA INMENSIDAD DE LOS CIELOS,
CONOCIMIENTO ANCESTRAL Y VANGUARDIA CIENTÍFICA

ASTROTURISMO EN EL NORTE DE CHILE

LA INMENSIDAD DE LOS CIELOS, CONOCIMIENTO ANCESTRAL Y VANGUARDIA CIENTÍFICA

Desarrollado por:

Lathrop Consultores

Dirección de Proyecto:

Juan Seguel Beecher

Pamela Lathrop Varela

Conceptualización y Coordinación:

Bárbara Vallejos Peralta

José Miguel Monsalve Viveros

Edición general y Textos:

Camilo Pereda Martínez

Textos:

Alfredo Ardiles Pizarro

Juan Ignacio Barturen Zabala

Paulina Villalobos Rojas

Contraparte Técnica:

Claudio Leader – SERNATUR Dirección Nacional

Aldo Chipoco – SERNATUR Región de Tarapacá

Claudia Urzua González – Subsecretaría de Turismo

El astroturismo comprende las actividades recreativas y/o educativas que se desarrollan en torno al cosmos, los fenómenos astronómicos y las maneras de comprenderlos, tales como visitas a observatorios turísticos, grandes observatorios, instalaciones científicas y planetarios, toma de astrofotografías, excursiones al aire libre para observar el cielo nocturno y asistencia a charlas, cursos y/o talleres, entre otros.

Estrategia Nacional de Turismo 2030





“Los fenómenos celestes o astronómicos se producen por el movimiento aparente y natural de los cuerpos celestes en la bóveda nocturna”

“El cielo nocturno del norte de Chile es parte de nuestro patrimonio, tanto para la ciencia como para la cultura y el turismo”

“La observación de los cielos ha sido parte fundamental de los caminos de exploración en busca del conocimiento y con esto, la instauración de las cosmovisiones de cada comunidad humana a lo largo de la historia”

“La Vía Láctea se posiciona en un lugar particular durante el invierno, lo que provoca que quede sobre nuestras cabezas”

“La corriente helada llamada de Humboldt, mantiene una temperatura fresca, sumado al clima templado y la geografía dramática, posibilitan la existencia de muy poca humedad en el aire, lo que hace que el cielo siempre se vea prístino y azul”

“6,9% de la producción científica nacional desde el año 2008 son del área de la Astronomía y Astrofísica, representando el primer lugar a nivel nacional”

“Cuando miramos al cielo siempre estamos mirando al pasado. Se mantienen las mismas características de hace 2 mil años”

“El norte de Chile es el lugar con mayor radiación solar del planeta”

“La Chakana, figura cuadrada y escalonada con doce puntas, representa la puerta de unión entre el mundo terrenal donde habitan seres humanos y entidades espirituales y el mundo superior”

“280 a 320 noches despejadas al año”

“El primer observatorio astronómico científico internacional en inaugurarse en Chile, fue el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo en 1967”

“El ser humano ha sido astrónomo durante toda su existencia como tal, en los más disímiles y extremos ambientes geográficos y climáticos”

“Chile, los ojos del mundo hacia el universo. Más del 55% de la capacidad astronómica del Planeta, en telescopios en el rango óptico, estarán instalados en Chile al año 2030”



LA INMENSIDAD DE LOS CIELOS, CONOCIMIENTO ANCESTRAL Y VANGUARDIA CIENTÍFICA

La bóveda que apreciamos en nuestro cielo se encuentra compuesta por una inmensidad de **“cuerpos celestes”**. Además, de la observación del sol, la luna y los planetas, también se pueden apreciar estrellas, objetos del cielo profundo y sobre todo la Vía Láctea, manto espectacular que se deja ver noche a noche en los **“cielos del norte de Chile”**.

El Cielo también dispone **fenómenos astronómicos**, como las fases lunares, conjunciones, eclipses, ocultaciones o tránsitos, lluvias de estrellas fugaces, alineaciones, oposiciones, equinoccios y solsticios. Todos estos fenómenos, testigos del pasado remoto, se muestran de manera inigualable en nuestros cielos, convirtiendo a esta bóveda nocturna en Patrimonio Mundial científico y cultural.

La ubicación geográfica de nuestro país, su topografía dramática de cordillera a mar y su clima templado, permiten cielos prístinos y azules de forma permanente, disponiendo entre 280 y 320 noches despejadas al año.

El norte de Chile, uno de los lugares con mayor radiación solar del planeta, tiene los

mejores cielos del mundo para ver las estrellas, en un paisaje que contiene el desierto más árido del mundo, donde el agua, el sol, la luna y las estrellas han guiado al ser humano en la búsqueda y establecimiento de su hábitat, encontrando en parajes difíciles y remotos la conexión directa con los cielos, relación que se mantiene hasta el día de hoy.

Con el paso de los tiempos, en el que se ha habitado y convivido con estos territorios, el **“conocimiento científico y ancestral”** cobra una relevancia que intentamos descubrir y mantener día a día y generación tras generación, volviendo a recorrer los caminos de los antepasados y sus observaciones de las constelaciones oscuras, intentando comprender de esta manera las cosmovisiones de las comunidades originarias, integrando sus saberes al conocimiento de hoy para proyectar la investigación astronómica que desde estas tierras podemos liderar.

Se espera que al 2030 tengamos más del 55% de la capacidad astronómica del mundo instalada en el Norte de Chile.



La Vía Láctea





El Observatorio Vera C. Rubin, en cerro Pachón.

CONCEPTOS RELEVANTES

Cuerpos Celestes:

- El Sol
- La Luna
- Los planetas
- Cometas
- Asteroides
- Estrellas
- Objetos de cielo profundo
- Vía láctea

Fenómenos astronómicos:

- Fases lunares
- Conjunciones
- Eclipses
- Ocultaciones
- Tránsito
- Lluvias de meteoros (lluvia de estrellas fugaces)
- Oposiciones
- Alineaciones
- Equinoccios
- Solsticios.

1

FENÓMENOS CELESTES Y ASTRONÓMICOS

Los cielos del Norte de Chile nos ofrecen algunos de los objetos más llamativos e intrigantes en el campo de la astronomía. A simple vista y en especial cuando la luna se muestra discreta, los objetos astronómicos distribuidos a lo ancho y largo de la gran bóveda celeste, desde el Altiplano al Desierto Semiárido y de los Andes Nortinos hasta el Océano Pacífico, nos invitan a entender la rica herencia cultural de la humanidad escrita en los cielos, la que es posible de conocer a través del astroturismo.

Chile, una ventana para la observación de los cuerpos celestes en el hemisferio sur

Los cielos del Norte de Chile son una ventana de excelencia para la observación de **cuerpos celestes desde el hemisferio sur**, donde la **oscuridad** es capaz de expresar la magnificencia de la creación, en la que a ojos descubiertos o gracias a un binocular o pequeño telescopio viajamos a un mundo fascinante e insospechado, donde la observación y el aprendizaje del universo incitan la reflexión e inspiración de historias que hacen creer en la búsqueda de lo lejano.

El Norte de Chile, donde sus paisajes semiáridos, las altas cumbres de **los Andes**, el gran **Desierto de Atacama** y la extensa costa bañada por el **Océano Pacífico** se transforman en un escenario predilecto para reflexionar acerca del nacimiento de la vida y el origen de nuestro planeta.

Los cielos del Norte de Chile han sido el interés constante de connotadas universidades y asociaciones internacionales de investigación científica en astronomía, apuntando a los cielos de las Regiones de Antofagasta y Coquimbo como escenario predilecto para el desarrollo de la investigación científica de primer nivel. Es una gran ventana tecnológica del hemisferio sur para la observación de los cuerpos celestes del universo. Destacan

observatorios como **ALMA**, **Cerro Paranal**, **Las Campanas**, **La Silla**, **Cerro Tololo**, **Gemini Sur**, **SOAR** y el reciente y uno de los más modernos, el **Observatorio Vera C. Rubin**.

El viaje hacia la observación de los cuerpos celestes comienza con el Sol, una de las tantas estrellas de nuestra vía láctea, compuesta principalmente por hidrógeno y helio, que brilla intensamente con un color amarillo, desde hace cerca de 4.500 millones de años. Su distancia media es de 150 millones de kilómetros a **la Tierra** y mide 1.391.016 km de diámetro, el equivalente a 109 planetas Tierra uno al lado del otro.

El Sol es el objeto más grande de nuestro sistema solar que, a través de la interacción de las fuerzas gravitatorias, desde los planetas gigantes hasta las pequeñas partículas que orbitan en el espacio, mantiene un equilibrio en nuestro sistema. A pesar de su tamaño es considerada una estrella pequeña en comparación a otras estrellas que se encuentran en la vía láctea.

El Sol mantiene un núcleo con temperaturas que superan los quince millones de grados

Celsius, generando poderosas llamaradas solares y un flujo constante de partículas que influyen en la vida de nuestro planeta. Donde la radiación solar se manifiesta con mayor intensidad, es en el **Desierto de Atacama**, en lugares con grandes alturas como la **Cordillera de Domeyko** (4.000 m de altura), o la zona del **Llano de Chajnantor** (5.100 m de altura), cercano a la localidad de **San Pedro de Atacama**, donde se ubican los radiotelescopios del **Observatorio Atacama Large Millimeter/Submillimeter Array (ALMA)** entre otros. Esta situación conjugada con la baja nubosidad y relativamente bajas concentraciones de ozono y vapor de agua en la atmosfera local produce que la radiación solar sea una de las más altas de todo el planeta, siendo además una de las mejores locaciones para la astronomía óptica, infrarroja y radio a nivel mundial. Además, estas características nos invitan a observar el sol con las debidas precauciones e incluso a escuchar sus sonidos con el adecuado equipamiento, transformándose en un recurso innovador para experiencias diurnas de astroturismo.



Llano de Chajnantor

El alucinante viaje por nuestro sistema solar nos lleva a explorar los principales **cuerpos celestes** que se mueven alrededor del sol, con órbitas elípticas que descansan aproximadamente en un mismo plano.

Los planetas que podemos encontrar en nuestro sistema solar se dividen en dos grupos: planetas rocosos y planetas gaseosos. Al primer grupo corresponden **Mercurio, Venus, la Tierra y Marte**; y los segundos son **Júpiter, Saturno, Urano y Neptuno**. Además de los planetas enanos como **Plutón, Ceres, Makemake, Haumea y Eris**. Este sistema planetario, abre un interesante panorama para la observación de los cielos del norte de Chile, donde **Mercurio, Venus, Marte, Júpiter y Saturno**, se dejan ver casi todas las noches del año a simple vista. Para observar **Urano y Neptuno** se requiere de instrumental óptico.

Dentro de este escenario, se suma como innata protagonista **la Luna**, el satélite natural de la tierra y el quinto satélite más grande del sistema. A ojo desnudo surge como un cuerpo brillante que ilumina los más recónditos paisajes áridos del norte chileno. Su origen se remonta a unos 4.000 millones de años, y su brillo constante durante la noche se debe al reflejo del sol. Sin embargo, vemos imperfecciones en su superficie, ya que existen partes oscuras llamadas “mares” (debido a creencias que veían en estas zonas grandes océanos). Hoy sabemos que existe presencia de agua congelada bajo la superficie en cantidades muy pequeñas y que carece de una atmósfera, siendo por ahora un lugar inhóspito para la vida. Otra característica singular de la luna son los cambios que presenta en su forma durante el periodo de 29 días, debido al fenómeno de las fases lunares.

Otros cuerpos menores del sistema solar son **los cometas**, bolas compuestas por agua, dióxido de carbono, amoníaco, metano, hierro, magnesio, sodio y silicatos, cuyo tamaño varía usualmente entre cientos de metros hasta 20 kilómetros. Sin embargo, el año 2021 se descubrió algo excepcional desde el Telescopio **Víctor M. Blanco de 4 metros** en **Cerro Tololo** (CTIO), el **Cometa Bernardinelli-Bernstein** cuyo tamaño fluctúa entre los 100 y 200 km. Los cometas comienzan sus viajes en el **cinturón Kuiper**, una zona que va desde un poco más allá de la órbita de **Neptuno** hasta la **Nube de Oort**. Así, mientras avanzan en su recorrido y acercándose al sol, se comienzan a evaporar haciendo visible una atractiva y característica cola de polvo y otra de iones.

Un segundo cuerpo menor que circundan los cielos del norte de Chile son los **asteroides**,

objetos rocosos y hechos de diversos elementos químicos, algunos de ellos pueden ser metálicos, los asteroides orbitan alrededor del Sol; su tamaño varía entre 1.000 km. y el de una roca de escasos metros. Estos objetos se ubican en diferentes zonas del sistema solar, tales como los **NEA** que son **asteroides** cercanos a **la tierra** y que se mueven en órbitas entre **Marte y Mercurio**, o los que pertenecen a las diversas familias del **Cinturón de Asteroides**, entre las órbitas de **Marte y Júpiter**. **Los Centauro** son asteroides que se mueven entre las órbitas de **Júpiter y Neptuno**. Los asteroides al caer en nuestro planeta pueden dejar huellas, que en muchos casos es un notable y visible impacto en la tierra, como es el caso del **cráter de Monturaqui** al sur del **Salar de Atacama**.

La gran bóveda celeste de los cielos nortinos nos muestra un firmamento de solitarias **estrellas**, sin embargo, al observar con detención y con el apoyo de binoculares o telescopios, vemos agrupaciones y parejas estelares, correspondientes a sistemas binarios o múltiples de dos o más estrellas que orbitan un centro de gravedad común. El espectacular escenario estelar cambia de acuerdo con las estaciones del año y mantiene atractivas diferencias con el hemisferio norte, se destacan el cielo del invierno con la **vía láctea** orientada de Norte a Sur y una gran zona brillante en el firmamento que es el centro de nuestra galaxia y que se observa sobre nuestras cabezas durante los meses de julio, agosto y hasta la primera quincena de septiembre en noches sin luna. Estrellas rojas como **Antares y Arturo** que son gigantes rojas en sus últimas etapas de vida son claramente visibles en el cielo del lado norte del firmamento, como así también la estrella **Vega y La Espiga**.

El Cielo del Verano es muy diferente, en él encontramos grupos de estrellas llamados cúmulos como **las pléyades** que visualmente parecen siete estrellas, pero que en realidad son más de 500 estrellas. También encontramos estrellas como **Aldebarán, Betelgeuse** que también son gigantes rojas, y la estrella **Sirio** que es la estrella más brillante del cielo nocturno y a solo 8,6 años luz.

Si fijamos ahora nuestra mirada en el sur celeste y de acuerdo con la estación del año observaremos cambios, pero más sutiles, debido a que muchas de las estrellas parecen girar en torno a un punto común en el cielo: **El Polo Celeste Sur**. A diferencia del hemisferio norte, nosotros no tenemos una estrella brillante cercana a este como Polaris, pero sí tenemos una débil estrella que se llama **Sigma Octantis**. Durante el invierno las estrellas: **Alfa, Beta, Gamma y Delta Cruz**, dominan el cielo siendo para el

hemisferio sur una guía que ha conducido por siglos a navegantes y sus expediciones. Además, la estrellas más cercanas a nuestro sol son visibles durante toda la noche: el Sistema de **Alfa Centauri**, a solo 4.3 años luz, un sistema triple que solo se devala al observar a través de un binocular, al menos dos de las estrellas más brillantes **Alfa Centauri A** y **Alfa Centauri B**, la tercera **Próxima Centauri** requiere de un telescopio para poder observarla.

En la estación del verano, en este sector del cielo es posible visualizar a las **Nubes de Magallanes**, constituidas por las dos galaxias, las cuales aún presentan una activa y acelerada formación estelar. Ambas nubes pueden ser observadas a ojo desnudo, pero sólo desde estos cielos, y en especial en noches sin luna en lugares oscuros y sin humedad como en **Pica**, el **Salar de Atacama**, en el **Mar de Dunas de Atacama** o en el **Valle de Elqui**.

Más allá de nuestro propio sistema solar, comenzamos un viaje interestelar que permite descubrir miles de posibles sistemas planetarios que orbitan alrededor de otras estrellas, uno de ellos descubierto hace solo algunos años orbitando alrededor de las estrellas del sistema de **Alfa Centauri**: tres exoplanetas giran alrededor de **Próxima Centauri** y un exoplaneta candidato órbita alrededor de la estrella **Alfa Centauri A**. Nuestro Sol y todas las estrellas que observamos durante la noche son parte de un conjunto mayor que es la galaxia a la que pertenecemos: **La Vía Láctea**.

La Vía Láctea es una galaxia en forma de disco espiral con cinco brazos que se enrollan alrededor de un núcleo casi esférico. Desde los cielos del Norte de Chile, podemos verla como una brillante faja de estrellas y nubes que atraviesa el cielo nocturno, siendo el reflejo de la presencia de polvo y gas. Tiene un diámetro de aproximadamente 100.000 años luz y se calcula que contiene entre 200 mil y 400 mil millones de estrellas. Uno de los últimos descubrimientos realizado el año 2008, confirmó la presencia de un agujero negro supermasivo justo en el centro de la galaxia. Su observación desde el Norte de Chile, en los meses de verano, se manifiesta con un brillo menor orientada desde Sur a Norte a una media altura del cielo hacia el Este, mientras que en invierno se manifiesta como una gran franja de estrellas que atraviesa el cielo desde el suroeste hacia noreste y llega muy alto en cielo.



Fenómenos astronómicos en la bóveda nocturna del norte de Chile

Los movimientos naturales y aparentes de los cuerpos celestes en la bóveda nocturna del Norte de Chile se manifiestan a través de una serie de eventos, donde su ocurrencia permite crear experiencias de astroturismo durante todo el año. En algunos casos marcan el inicio o término de un periodo determinado del año, en otros son parte de la cosmovisión cultural de los pueblos ancestrales y actuales del norte de Chile, especialmente cuando la posición de cuerpos celestes es determinada por dos de los principales acontecimientos astronómicos que marcan las estaciones del año: **el equinoccio y el solsticio**.

El primero, **el equinoccio** para el norte de Chile marca el otoño en marzo y la primavera en septiembre, cuando el día y la noche mantienen una similar duración debido a la inclinación de **la tierra: el Sol** está exactamente por encima de la línea del Ecuador, permitiendo que los dos hemisferios reciban la misma cantidad de luz. Mientras que, durante **el solsticio**, uno de los polos se encuentra en el punto más inclinado hacia **el Sol**, lo que hace que durante junio inicie el invierno y en diciembre el verano.

Uno de los cuerpos del cielo que por su llamativa luminosidad permite maravillarse del firmamento nortino es **la luna**, que con su movimiento de rotación y de traslación alrededor de nuestro planeta, pasa por diferentes **fases de luminosidad**: durante la **luna llena**, la cara de la luna que podemos ver desde **la Tierra** está completamente iluminada por el reflejo del sol; una **luna nueva** ocurre cuando la cara de la luna opuesta a **la Tierra** tiene luz solar en plenitud.

Una de las características más representativas es cómo **la luna** se mueve en los cielos del norte de Chile. **La luna creciente** crece de izquierda a derecha, como una barra de "cargando" que aparece en un computador, y decrece también en esa dirección. Por eso en el sur es posible relacionar la **luna creciente** con una "C", mientras que la **luna menguante** decrece en brillo y se relaciona con una "D" cada vez más delgada hasta que comienza la fase de la **luna nueva**. Nuestro único satélite mantiene una estrecha relación con las mareas, donde las ciudades costeras como **Arica, Iquique, Antofagasta, Caldera o La Serena** ven en sus playas las altas y bajas mareas producidas por la fuerza gravitacional que ejerce la luna sobre las aguas del mar.

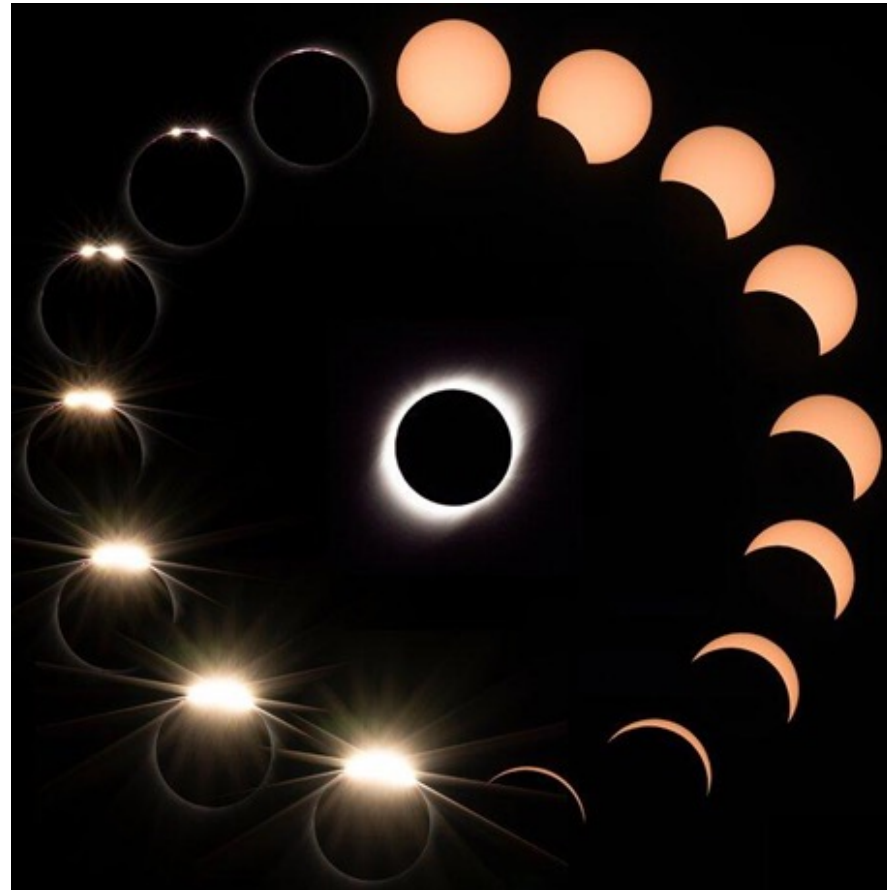
Uno de los fenómenos más fascinantes y que han marcado al ser humano a lo largo de su historia son **los eclipses**, los cuales suceden al momento de alinearse **el sol, la tierra y la luna**. Un **eclipse lunar** ocurre cuando nuestro planeta se interpone en el camino de la luz del sol hacia la luna, oscureciéndola casi por completo, son los más frecuentes y visibles a simple vista y desde nuestra posición privilegiada del Norte de Chile es posible observar **los eclipses totales de luna** donde ella cambia a un color rojo sangre intenso. En el caso de un **eclipse de sol**, es la luna la que se interpone en el camino de la luz solar antes de que llegue a la Tierra. Los cielos del norte de Chile han sido testigos de importantes eclipses totales de sol, como el de Putre en el año 1994 en la **Región de Arica-Parinacota** o el eclipse del año 2019 en las regiones de **Atacama y Coquimbo**, donde las localidades como **Domeyko, Incahuasi, Carrizalillo o Caleta Chañaral de Aceituno**, recibieron este magnífico y trascendente evento. Así también, en la **Región de Coquimbo**, los cielos de norte semiárido del **Valle de Elqui, La Serena-Coquimbo, Río Hurtado** y especialmente en la **Comuna de la Higuera**, fue el escenario astronómico que marca la experiencia de vida de grandes y pequeños. El próximo eclipse anular de Sol ocurrirá el 12 de septiembre de 2034 y será visible desde la **región de Tarapacá**.



Eclipse Total de Luna.

De similares características a un eclipse, es el **tránsito** o cuando un objeto celeste pasa por delante del disco de otro. Los tránsitos de los planetas **Venus** y **Mercurio** por **el Sol** son los más famosos y en el caso de **Mercurio** suceden 14 veces por siglo, el próximo tránsito será el año 2032 y en el caso del **planeta Venus** ocurren solo 2 veces por siglo, el próximo tránsito será el año 2117. Los satélites de los planetas también efectúan tránsitos vistos desde la Tierra, en este caso los de **las cuatro lunas de galileanas: Io, Europa, Ganímedes y Calisto** son los más recurrentes y fáciles de observar en el disco del **planeta Júpiter**, con telescopios astroturísticos.

Otro fenómeno celestes de interés tanto para la observación general como para el ámbito científico son las **ocultaciones** de estrellas por **objetos celestes** como **asteroides, cometas, satélites naturales y planetas** y que visto de **la Tierra** se observa como el objeto celeste bloquea la luz de la estrella por unos breves segundos o minutos. Este fenómeno es una de las mejores instancias para conocer la forma del objeto o la presencia de un objeto compañero (asteroides dobles) que está ocultando la luz de la estrella, así es como los distintos centros de investigación astronómica del norte de Chile y aficionados generan una alerta para tales eventos y se requiere de múltiples observaciones simultáneas de diferentes observadores ubicados en áreas geográficas diferentes. Nuestra Luna también oculta estrellas, planetas y otros objetos y estos eventos también son observables desde solo algunas franjas particulares del Planeta cada año, son



Fases del Eclipse Solar del 2 de Julio del 2019

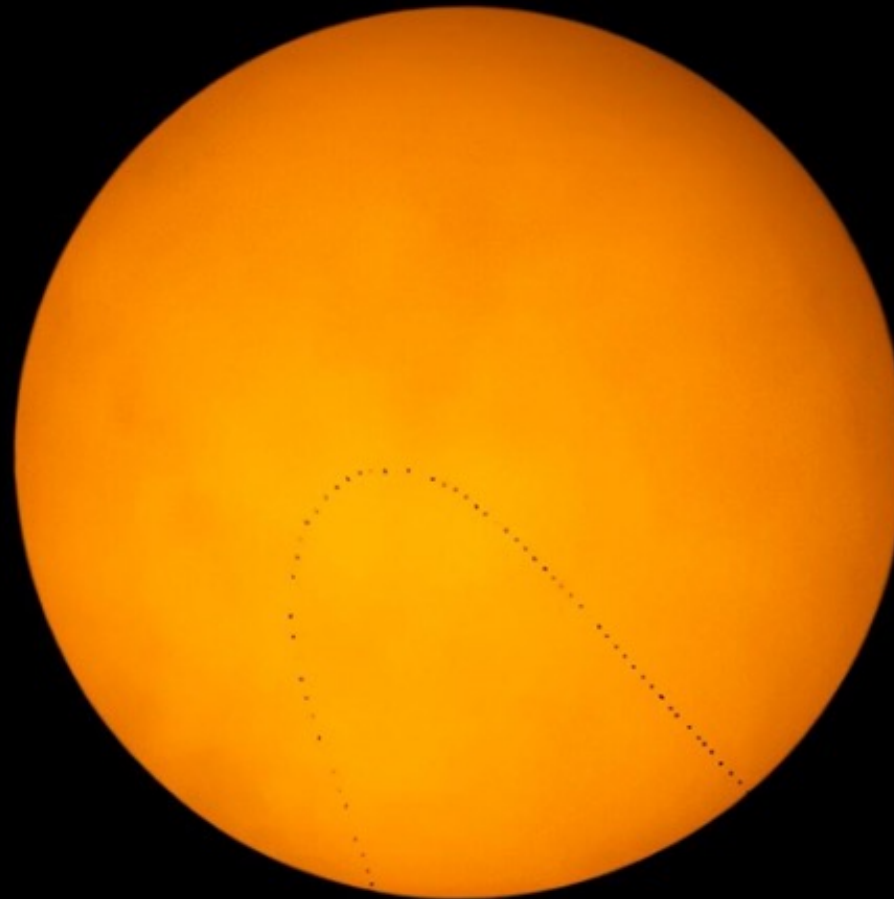
observables a simple vista las **ocultaciones lunares** de los planetas **Júpiter, Saturno, Marte y Venus**, y se requiere el uso de instrumental óptico para observar las de los planetas **Neptuno y Urano**.

Otro evento llamativo son la **conjunción** y la **alineación**. La primera ocurre cuando dos o más objetos celestes aparecen cerca uno del otro en el cielo, siendo sin embargo tal proximidad una ilusión óptica observada desde la Tierra, ya que en realidad estos dos cuerpos celestes se encuentran muy distantes unos de otros. Se destaca la "**gran conjunción**", en la cual **Júpiter** y **Saturno** se emparejan, evento que ocurre cada veinte años. En cambio, las conjunciones de **Mercurio** y **Venus** entre sí o con otros planetas ocurren con una mayor frecuencia. Las **conjunciones lunares** son mucho más regulares y suceden todos los meses con casi todos los planetas. En el caso de una alineación, esta ocurre cuando los planetas, por un efecto de perspectiva, se alinean en una fila imaginaria en el cielo. En tal evento, se destaca la **alineación de Venus, Marte, Júpiter, Saturno, Mercurio, Neptuno, Urano y la Luna**, ocurrida en junio del 2022.

En este escenario, la gran bóveda celeste fluye y confluye a través de diferentes perspectivas y amplitudes: desde el gran **Altiplano Chileno**, los **oasis de la Pampa del Tamarugal**, el **Desierto de Atacama** y los **Valles transversales de Huasco, Elqui, Limarí y Choapa**, donde casi sin pausa podemos encantarnos con las **estrellas fugaces**, esas pequeñas partículas de polvo, hielo y rocas

que iluminan los cielos nocturnos, y que al entrar a la atmósfera arden y en algunos casos dejan en la superficie un pequeño trozo de roca denominada **meteorito** o **aerolito**. Este magnífico evento también se presenta como una “**lluvia de estrellas**” anuales, las cuales son consecuencia de los restos dejados por **cometas** o **asteroides** al orbitar al **Sol**. Estas **estrellas fugaces** aumentan su número en una cierta fecha del año pues la órbita de **la Tierra** cruza anualmente la órbita de los fragmentos dejados en el espacio, además estas provienen de una región específica del cielo llamada radiante, recibiendo la lluvia de estrellas el nombre de la constelación de la región desde donde emanan los meteoroides, por ejemplo, las **Eta Acuáridas** o las **Gemínidas**.

Este viaje culmina, pero invita a la observación y comprensión de los **cuerpos celestes** y los **fenómenos astronómicos** en la bóveda nocturna del norte Chile, desde un lenguaje simple y entretenido, donde mágicas experiencias se desarrollan en las actividades que preparan observatorios e iniciativas de astroturismo, dedicadas a la divulgación y enseñanza de las bondades y maravillas del cielo, junto al encanto de las tradiciones y los paisajes de Norte de Chile.





CONCEPTOS RELEVANTES

- Nitidez del Cielo y estabilidad atmosférica
- Transparencia
- Noches despejadas al año
- Cielos oscuros
- Desierto de Atacama
- Cordillera de los Andes
- Cordillera de la Costa
- Valles transversales
- Altiplano
- Oasis
- Protección de la oscuridad del cielo
- Certificación IDA/Starlight
- Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 7, 8, 9, 11, 13, 17

2

CIELOS DEL NORTE DE CHILE

Desde el lugar con el mejor cielo del planeta, la ciencia astronómica y la astrofísica no sólo pueden explicar **fenómenos celestes**, observar **planetas, estrellas** y **galaxias**, sino también ayudar a plantearnos preguntas que pertenecen a toda la humanidad, como de dónde venimos y hacia dónde vamos.

Buscamos en lo más alejado de nuestro universo, observando la luz del inicio de los tiempos, así como investigamos las estrellas más cercanas, como un futuro posible de alcanzar como humanidad. Conectar la ciencia con el patrimonio es una posibilidad única, invitando y apostando a vivir experiencias de vida inolvidables.

Para los nortinos, estas particularidades únicas de nuestro cielo deben ser motivo de orgullo y razón para compartir este conocimiento esencial con los visitantes de otras latitudes, de Chile y el mundo, permitiendo que se maravillen con nosotros en **San Pedro de Atacama** o el **Valle del Elqui**, en **Pica** o en **Río Hurtado**, especialmente quienes en sus grandes ciudades llenas de contaminación lumínica jamás han tenido la posibilidad de observar realmente la Vía Láctea.

El cielo nos cuenta una historia, nos da información y nos entrega conocimiento. **El cielo nocturno del norte de Chile** es un patrimonio, tanto para la ciencia como para la cultura y el turismo.

Chile, el país más largo y con el desierto más árido del mundo

Chile, en el contexto global, tiene características únicas como ser el país que más latitudes atraviesa. Como resultado, nuestro país tiene una amplia variedad de climas y condiciones de luz desde el trópico al extremo austral, tanto en nuestros paisajes diurnos como también nocturnos.

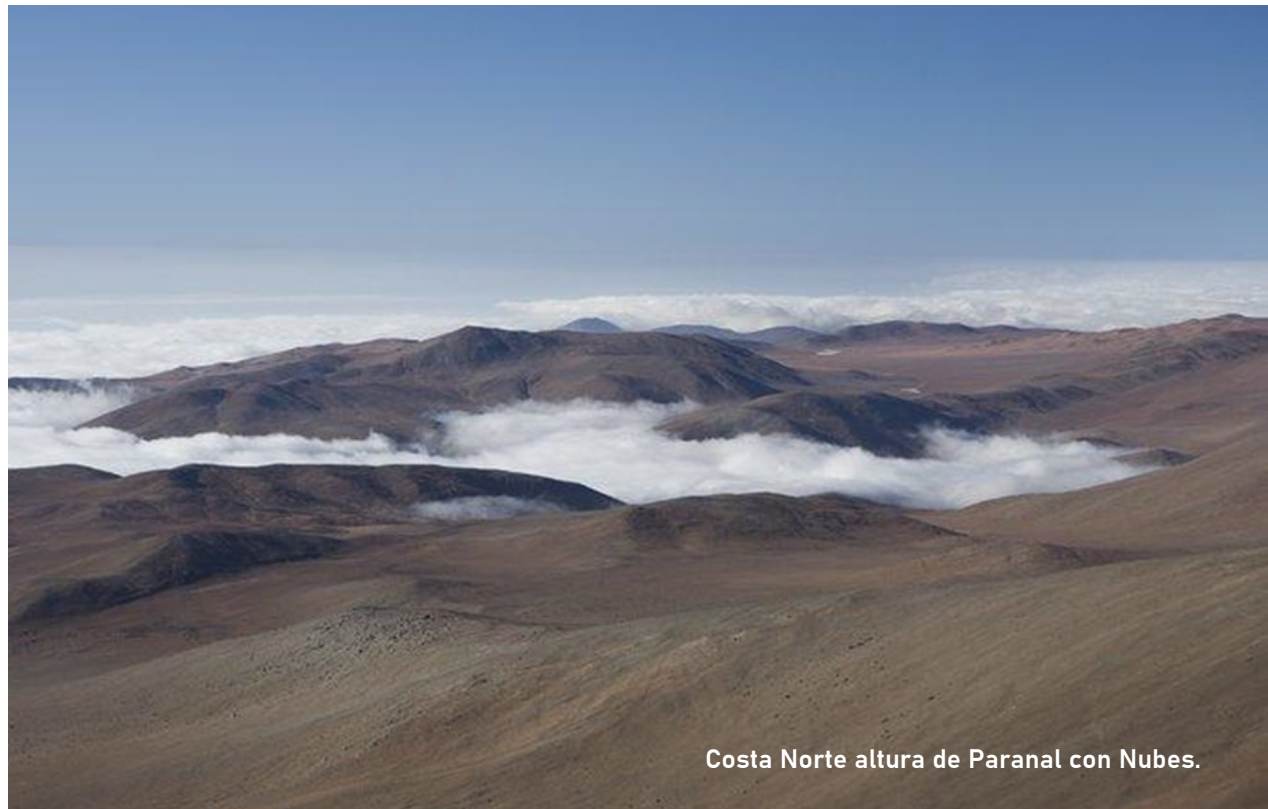
En el gran **Desierto de Atacama**, que abarca varias regiones del norte de Chile, hay lugares como la **Pampa de Yungay**, cerca de Antofagasta, donde no hay registros de lluvia desde hace 400 años. O como el **Oasis de Pica**, lugar de aguas subterráneas que afloran desde el fondo de la tierra generando termas balneario que permiten la agricultura; al igual que **María Elena**, pueblo patrimonial en medio de la pampa y que es actualmente la única salitrera del mundo aún en funcionamiento.

Existen otros lugares donde a veces sí llueve, como sucede en la **Región de Atacama** donde cada 4 ó 5 años florece el desierto durante unos meses después de unas pocas horas de suave lluvia. Las pampas y los cerros se cubren con mantos de flores de distintos colores y nacen abejorros, mariposas y caracoles. Con unas pocas gotas de agua, toda esa vida se despierta por unos meses para volverse a dormir hasta una próxima lluvia. Donde es especialmente espectacular de observar este fenómeno es en el **"Parque Nacional Desierto Florido"**, entre los valles de **Copiapó** y **Vallenar**.

En las frías y secas alturas de **los Andes** tampoco llueve, aunque sí nieva y graniza. Las alturas son tan gélidas como la Antártica, esconden glaciares y cumbres que sólo son accesibles en meses cálidos y que son desafíos para montañistas venidos de todo el orbe.

Es el caso del volcán más alto del mundo, el **Nevado Ojos del Salado**, de 6.893 m, cercano al **Nevado Tres Cruces** de 6.748 m. y el Parque Nacional del mismo nombre, que coronan paisajes aún vírgenes, sin contaminación lumínica ni urbana.

Admirar las estrellas de noche, y de día el brillo del sol sobre los salares, son experiencias únicas que se pueden vivir desde los blancos **Salares de Surire y Tara** en las alturas del extremo norte, hasta el límite chileno de la **Región de Tarapacá**; desde el **Salar de Coipasa** junto a **Colchane** en la frontera con Bolivia, hasta el **Salar de Maricunga**, el más austral de Chile, cercano a **Copiapó**; sin olvidar el enorme **Salar de Atacama**, el más grande, más conocido y más visitado de nuestro país y con enorme potencial para actividades diversas de astroturismo.



Costa Norte altura de Paranal con Nubes.

Pingüinos en el desierto o el mar del norte de Chile

El **Desierto de Atacama** no es tan caluroso como podría imaginarse; la costa es fresca como una eterna primavera, porque el agua del **Océano Pacífico** viene con una corriente helada directamente desde el lugar más frío del mundo, la Antártica, llamada corriente de Humboldt, que permite la presencia de pingüinos, ballenas y otras formas de vida en estas latitudes. Como el agua se mantiene a bajas temperaturas relativas, el clima aquí se mantiene fresco. Esto, con el clima templado y la geografía dramática, ayudan a que exista muy poca humedad en el aire y el cielo siempre se vea prístino y azul.

Junto al océano, los vientos del mar cargados de camanchaca chocan con la **Cordillera de la Costa** en las mañanas. Cuando los relieves son abruptos, de casi mil metros de altura como un balcón sobre el mar, se genera vida en forma muy especial. El **Parque Nacional Fray Jorge**, en la **Región de Coquimbo**, parece una selva de los bosques valdivianos del sur de Chile escondida detrás de la neblina en medio del paisaje semiárido. El **Parque Nacional Pan de Azúcar**, en la **Región de Atacama**, alberga la vida de un permanente desierto florido, extensos bosques de variedades de cactus habitados por roedores, zorros y guanacos.

El resto de la costa es semiárida y casi siempre se puede contemplar el mar desde la altura, un cerro o acantilado. Se mira un mar fresco, con muchos habitantes costeros adaptados para ello, como pingüinos o gigantes lobos de mar. Las costas del norte de Chile albergan las mejores y más extensas playas del país para disfrutar del sol durante el día, atardeceres de vibrantes colores y noches repletas de estrellas y noctilucas, que parecen luciérnagas de mar que explotan en brillos verdosos y azulados cada vez que rompen las olas.

El cielo de día

De día casi siempre hay sol y la luz llega con fuerza y energía: las sombras son rotundas y definidas, los colores se ven vibrantes, el sol está siempre presente. No hay otro lugar en el mundo que reciba tanta energía del sol: **el norte de Chile es uno de los lugares con mayor radiación solar del planeta.**

El **Trópico de Capricornio** es una línea imaginaria que atraviesa toda la tierra y marca Latitud Sur 23° 26'. En Chile cruza en línea recta de mar a cordillera, atravesando el Desierto de Atacama, partiendo entre **Antofagasta** y **Tocopilla** y llegando hasta las alturas

entre **Toconao** y **Socaire**. Durante el **solsticio de verano** en el mes de diciembre se produce los días sin sombra en la región intertropical cercana al Trópico de Capricornio, este fenómeno también se conoce como **día cenital**, es decir que el Sol se encuentra sobre nuestras cabezas y los rayos de luz caen de manera perpendicular al suelo, por lo cual la sombra de los objetos desaparece.

Durante el verano la cantidad de horas de luz en la zona norte de Chile es de alrededor de 13,5 horas y las noches son cortas de 10,5 horas en cambio durante el invierno los días son cortos y las noches largas, llegando a tener 10 horas de luz.

La noche y la protección de los cielos oscuros

De noche, cuando el sol se esconde en el horizonte, aparece el paisaje del cielo nocturno. Como el aire es seco, entre nosotros y el universo no hay casi nada, sólo aire transparente, prístino y fresco. El cielo estrellado se puede ver en promedio durante **300 noches al año** con la misma certeza de saber que casi todos los días tendremos un día de sol radiante. Si hay luna, su brillo les quitará protagonismo a las estrellas más modestas, pero si no hay luna estaremos bajo el cielo estrellado más espectacular del mundo. **El Norte de Chile tiene los mejores cielos del mundo para ver las estrellas.**

Uno de los principales factores que amenaza al cielo nocturno del Norte de Chile y la calidad de la observación astronómica es la **contaminación lumínica**, producida principalmente por los centros urbanos debido al uso ineficiente de la iluminación exterior en alumbrados públicos, publicitarios y deportivos, dispersando luz artificial hacia el cielo estrellado. La normativa actual vigente solo protege algunas de las regiones del Norte de Chile (Antofagasta, Atacama y Coquimbo).

El tipo de fuente de luz que se utiliza también es una de las condiciones que afecta la calidad de los cielos nocturnos, como así también la dirección en la cual se emite la luz. Las normativas lumínicas en nuestro país se han vuelto cada vez más exigentes con el fin de proteger el **patrimonio de los Cielos Oscuros** y **mantener estas ventanas al universo libres de contaminación lumínica.**

El Norte de Chile es un sitio excepcional, que puede ser considerado como "paisajes de la ciencia y el conocimiento". Los mayores observatorios del mundo contemporáneo, verdaderos monumentos científicos, se encuentran aquí.



Vista panorámica de Coquimbo y La Serena.

3

CONOCIMIENTO CIENTÍFICO Y ANCESTRAL

CONCEPTOS RELEVANTES

- Cosmovisión pueblos originarios (Aymaras, Quechuas, Collas, Diaguitas, Atacameños o Licanantay, Changos)
- Tiahuanaco
- Sincretismo religioso
- Constelaciones Oscuras
- Investigación astronómica
- Observatorios Científicos
- Tecnología
- Constelaciones
- Asterismos (historias relacionadas con leyendas, elementos del pasado)

El ser humano viene mirando el cielo desde sus primeros momentos. Su capacidad para leerlo, interpretarlo funcional e imaginativamente, convertirlo en referencia para la vida cotidiana concreta y fuente inagotable para construcción de historias divinas y humanas, de símbolos, amenazas, esperanzas y certezas, ha evolucionado junto a las comunidades y su interacción dinámica con el medio en el que viven, del que viven y con el que conviven. Cuando nuestros antepasados más lejanos pasaron de usar su entorno para cubrir sus necesidades más inmediatas y urgentes, a intervenir para transformarlo a su favor con ideas y planes conscientemente elaborados que harían esa vida cotidiana más predecible (y así más sostenible) en el tiempo, la observación del cielo les significó una herramienta imprescindible.

En sus desplazamientos a través de parajes desconocidos en busca de alimento, agua, calor y seguridad, esas primeras comunidades fueron descubriendo y estudiando las señales de su entorno, reconociendo sus ciclos, percatándose de los fenómenos que se repetían con cierta regularidad y en forma interconectada, aprendiendo a leer y a predecir los efectos de esos fenómenos en todo lo que era el mundo por ellos visible. Y buena parte de ese mundo visible, en gran medida incluso más visible y estudiable que el entorno terrenal circundante, era lo que está arriba, lo que llamamos "cielo".



Círculos Celestes.

Desde que somos humanos, hemos intentado sistematizar todo lo observado y aprendido para convertirlo en conocimiento socialmente útil y heredable; la observación del cielo no sólo no ha sido la excepción, sino parte fundamental de los caminos de exploración en busca de ese conocimiento y así, del establecimiento de las cosmovisiones de cada comunidad humana a lo largo de la historia.

En Europa y en Asia se han encontrado diversos huesos de animales con incisiones que representan las **fases de la Luna**, hechas durante la edad de piedra; los primeros calendarios para establecer y predecir las estaciones y así facilitar la caza, la recolección y la primera domesticación de semillas y animales; conocimiento imprescindible para el posterior desarrollo de la agricultura y la ganadería durante la revolución neolítica, basados en los movimientos de **la Luna y el Sol**; los mapas celestes de las civilizaciones mesopotámicas, egipcias, chinas, las del continente americano precolombino, todas con sus constelaciones definidas, sus calendarios agrícolas exactos, sus capacidades predictivas de **estaciones, mareas y eclipses**, nos habla del seguimiento permanente que ha hecho el hombre de la bóveda que nos cubre, integrando toda su fenomenología a su sistema de creencias, su organización social y su "sentido común" cultural específico. Así es como esos sistemas interpretativos, sean estos más o menos complejos, también y necesariamente han sido reflejo de las sociedades que los construyen.

El ser humano ha sido astrónomo durante toda su existencia como tal, en los más disímiles y extremos ambientes geográficos y climáticos. Así también, la astronomía ha sido parte y motor del progreso técnico, el que ha permitido que hayamos pasado de sencillos calendarios solares y lunares hechos en huesos, cuencos con agua o combinando palos y piedras, a construcciones fabulosas capaces de demarcar y predecir todos los fenómenos celestes que nos son relevantes, y finalmente a llevar al espacio telescopios capaces de mirar hacia profundidades de miles de millones de años luz de distancia en el universo.



Los Ojos de Atacama



Fiesta de la Virgen del Carmen de la Tirana

Pueblos ancestrales en el norte de Chile

Este gigantesco territorio eminentemente desértico y aparentemente hostil para la presencia humana ha sido, sin embargo, hogar de diversas culturas que aprendieron a vivir y convivir en este ambiente, desarrollando identidades, visiones de mundo y sistemas de creencias muy particulares, pero también con muchos vasos comunicantes entre sí.

Una de las sociedades más complejas que se desarrollaron en la región andina de América del Sur fue el estado **Tiawanaku**, cuyo centro administrativo y religioso se encontraba al sur del lago Titicaca. Su influencia durante la 2ª mitad del primer milenio de nuestra era llegó hasta el **Salar de Atacama** por el sur, estableciendo alianzas y rutas caravaneras con los distintos pueblos sobre los cuales logró establecer cierta hegemonía política.

El Tiawanaku contaba con un avanzado conocimiento de los movimientos de los cuerpos celestes, reflejados en los motivos decorativos de sus templos como la Puerta del Sol, que supuestamente registra los movimientos del sol e indica con exactitud los equinoccios, fundamentales para manejar los ciclos agrícolas.

El conocimiento y cosmovisión Tiawanaku continuaron presentes entre los pueblos andinos después del ocaso de ese estado, hecho que a su vez permitió el desarrollo de particularidades de cada grupo identitario. El auge y desarrollo del **Imperio Incaico** en los siglos posteriores trajo una nueva hegemonía político-administrativa y religiosa en la región andina. Todo el norte del Chile actual quedó dentro del área administrativa del **Coyasuyu**, una de las cuatro regiones que conformaban el **Tahuantinsuyu**, gobernado centralmente desde Cuzco.

El estado incaico reunió, sistematizó y desarrolló muchos conocimientos acumulados por siglos por parte de los distintos pueblos andinos, logrando grandes avances tecnológicos que se tradujeron en importantes obras de infraestructura para la agricultura, las comunicaciones dentro de sus áreas de influencia, y también en obras de inspiración y fines tanto religiosos como científicos. Todos los pueblos que habitaban estas regiones chilenas actuales entre los siglos XIV y XV, fueron influenciados fuertemente por la rápida expansión del imperio inca en sus cosmovisiones, su organización social y en su nivel de conocimiento tecnológico y científico.

Por las características del territorio que comparten los pueblos ancestrales andinos desde la primera presencia de grupos humanos más de 10.000 años atrás, no sorprende que compartan también visiones e interpretaciones similares frente a los fenómenos naturales con los que conviven, incluyendo los que se producen en la **bóveda celeste**.

Los pueblos **Quechua**, **Aymara** y **Likanantay** o **Atacameños** nos han legado las mayores posibilidades de acceder a sus cosmovisiones, por el hecho de ser culturas que en la actualidad mantienen vivas parte de sus tradiciones identitarias constitutivas de su cosmovisión milenaria. Otros pueblos del norte chileno, como los **Changos**, **Diaguitas** y **Coyas**, sufrieron un proceso de aculturización mayor que hace más difícil identificar parte importante de los fundamentos de sus sistemas de creencias.

Quechuas, **Aymaras** y **Likanantay** comparten la importancia esencial y originaria que le asignan a la tierra como generadora de vida. Su relación con el agua, la organización comunitaria en ayllus, el cultivo en terrazas con complejos sistemas de irrigación junto a la construcción y mejora de canalizaciones (avances

técnicos que fueron potenciados extensamente bajo la administración del inca en todo el Tahuantinsuyu), dan cuenta de milenarios procesos de adaptación a la geografía y de constante intercambio e influencias recíprocas entre los pueblos altoandinos. El igualmente milenario **movimiento de caravanas** –principalmente con llamas– a través de los recovecos del desierto, intercambiando productos agrícolas, carne, sal, madera, hierbas medicinales y diversas manufacturas con pueblos costeros y los ubicados al otro lado de las cumbres andinas, junto al establecimiento de asentamientos permanentes dedicados a la agricultura, la ganadería, la minería de cobre y metales y la alfarería, permitieron una relación regular entre los habitantes de nuestro norte, a pesar de la escasez de agua, el sol inclemente, la puna y las distancias.

Estas poderosas condicionantes del territorio nortino fueron desafiadas de manera espectacular en sentido técnico-científico con la construcción de la **red vial Qhapaq Ñan**, o “Camino del Inca”. Este sistema de caminos, que incorporó antiguos senderos que las caravanas fueron dejando en sus desplazamientos por siglos, significó una gesta de ingeniería excepcional que le permitió al centro administrativo inca en el Cuzco conectarse con los extremos más alejados de su imperio.

A pesar del deterioro de extensas partes del Qhapaq Ñan, hay importantes tramos en las regiones nortinas donde se puede apreciar esta obra constructiva precolombina de complejidad mayor, en gran medida gracias a la calidad del trabajo de sus constructores y el conocimiento avanzado empleado por ellos.





Petroglifos en el Observatorio La Silla.



Las Nubes de Magallanes visibles a simple vista desde el Observatorio Las Campanas.

El cielo andino

Las culturas andinas también han compartido lecturas de los fenómenos celestes y como todos los pueblos, fueron creando sus propios **asterismos**. Es decir, fueron creando figuras en base a lo que veían en el firmamento. Estas figuras, con el tiempo, devinieron en dibujos más completos de la bóveda celeste, con sus constelaciones y mitologías, sus señales amenazantes y promisorias, sus calendarios de siembras y cosechas, de estaciones secas y húmedas.

Las más importantes constelaciones son las que aparecen en los espacios vacíos u oscuros entre esos puntos luminosos, representándose ahí formas de animales fundamentales para la forma de vida de los pueblos andinos.

Para ellos, **la Vía Láctea** es un río que cruza el firmamento, variando su posición para anunciar los solsticios de invierno y de verano. Sobre este río aparece la figura más relevante de todas las llamadas constelaciones oscuras: la **Yakana**, una llama que parece estar amamantando a su cría, y cuyos ojos corresponden a las estrellas **Alpha y Beta Centauri**. Ambas llamas son seguidas por la figura de **Atok, el zorro** y **Michek, un pastor** (o pastora) que intenta ahuyentarlo. Dentro de esta gran escena también se identifica a **Yutu, la perdiz**, **Hampata el sapo** y **la serpiente Machacuay**, la que controla a todas las serpientes del mundo.

Cada una de estas figuras tiene un lugar preponderante en la cosmovisión andina. Por ejemplo, la **constelación de Machacuay** comienza a aparecer en agosto -observándose primero la cabeza- y a ocultarse en febrero, coincidiendo así con la actividad real de las serpientes en la zona andina. O el sapo, animal muy importante, que cuanto más croa, más probabilidades de lluvia existen. Así, la aparición de **Hampata** en el cielo indica que ha llegado el momento de sembrar.

Pero no solo de asterismos oscuros está compuesto el cielo andino, sino que también hay con estrellas, como la **Chakana** o **El Puente**, asterismo andino de miles de años de antigüedad, correspondiente a la actual constelación de la **cruz del sur**. También existe otra **Chakana** en el asterismo de **las tres marías**, que es mencionado por las poblaciones del **Desierto de Atacama**. Esta figura, cuadrada y escalonada con doce puntas, representa la puerta de unión entre el mundo terrenal donde habitan hombres y entidades espirituales y el mundo superior, pero también se le atribuye representar al dios creador de todas las cosas y marcar también, según su posición en el cielo, fechas importantes para la actividad agrícola y religiosa.

Las pléyades ubicadas en la actual **constelación occidental de Tauro** son un cúmulo abierto de estrellas jóvenes y representan un rebaño y son denominadas “Siete Hermanas”, “Siete Cabrillas” o “Cuadrillas” por las poblaciones indígenas del **Desierto de Atacama**. Cuando comienzan a verse en el amanecer cerca del **solsticio de invierno**, anuncian el inicio de la temporada seca, y cuando se observan al atardecer en el mes de diciembre anuncian la llegada de la lluvia, esto está asociado al clima que impera en el altiplano del Norte de Chile.

Los revolcaderos de las llamas, que son el espacio donde las llamas se revuelcan están representados en el cielo andino por las galaxias de la **gran Nube de Magallanes** y la **pequeña Nube de Magallanes**.

El norte de Chile está lleno de lugares donde los antiguos habitantes dejaron registradas sus particulares visiones de su entorno. **Geoglifos** visibles



en su forma y magnitud desde el aire, como el **Gigante de Atacama** en el **cerro Unita**, o los de **Tiliviche** y **Pintados**; pinturas rupestres y petroglifos escondidos en las quebradas por donde transitaban y descansaban las caravanas, como los de **Ariquilda**. En muchos de estos lugares se encuentran dibujos de partes del cielo, posiciones de estrellas en momentos específicos, quizás para transmitir información a los que se movían por esas mismas rutas intentando no perder el camino en esas inmensidades.

Sincretismo

Todos estos sistemas de relaciones entre los pueblos del norte chileno, sus cosmovisiones propias y culturas identitarias fueron afectadas profunda y definitivamente por la llegada de los conquistadores europeos. La conquista y el posterior periodo colonial significaron la progresiva pérdida de las identidades construidas a través de los siglos, también de muchas tierras de cultivo, el abandono de sus centros habitados, la desaparición de sus lenguas por la adopción del castellano, y para algunas culturas, su definitiva extinción como tal.

Las comunidades que lograron rescatar y transmitir a través de las generaciones sus **costumbres y creencias ancestrales**, lo hicieron renunciando a su vez a parte de ellas, en un proceso de adaptación y aceptación de los nuevos cánones y la nueva religión que traían los conquistadores consigo, imponiéndose a los pueblos sometidos.

En este proceso se fueron sobreponiendo y mezclando creencias antiguas con las nuevas, resultando en el fenómeno social que llamamos sincretismo, y que sucedió en toda Latinoamérica.

Festividades y rituales de agradecimiento, de **rogativas** y de celebración ancestrales han trashumado a significaciones cristianas. Los nombres de las fuerzas naturales y divinidades hoy son de santos cristianos, y la misma veneración de la **pachamama**, la madre tierra, ha mutado a una veneración de carácter mariana, como la **Fiesta de la Virgen de La Tirana**, una de las mayores fiestas religiosas del país.

La **vía láctea**, **Río Celeste** o **Río Jordán** tiene un especial significado dado que para los **Likanantay** representa el camino que siguen sus ancestros al morir para convertirse en estrellas, es por lo que la conmemoración cristiana del "Día de todos los santos", a principios de noviembre e incorporada por los pueblos indígenas andinos, coincide con el momento en que la Vía Láctea se ubica en dirección NO-SE a medianoche. En este momento ocurre el encuentro entre el mundo de los vivos y el de los muertos.

Las constelaciones del hemisferio Sur

Podemos decir que de día y de noche, los cielos del norte de Chile son los más claros del mundo. Es el mejor lugar para sentir el sol y ver las estrellas. Las constelaciones que más conocemos por convención son las basadas en la mitología greco-romana, es decir creadas desde el hemisferio norte. Los antiguos griegos las hicieron como mapas de ruta para navegar por el mar mediterráneo. Uniendo los puntos que marcan las estrellas, se imaginaron formas que podían asociar con cosas conocidas para ellos, como por ejemplo un toro (tauro), escorpión, peces (piscis), Orión (un cazador con sus armas), etc., y así nacieron las constelaciones que más conocemos.

Desde nuestra posición privilegiada en el Norte de Chile y dada nuestra particular latitud en el hemisferio Sur podemos observar gran parte de las 88 constelaciones reconocidas oficialmente por la Unión Astronómica internacional. Pudiendo tener una mirada tanto de constelaciones del hemisferio Norte como de todas las constelaciones del hemisferio Sur. Muchos de los nombres y figuras de las 52 constelaciones australes fueron recién creadas entre los siglos XVII y XVIII debido a los viajes realizados por marinos Europeos hacia el Sur del ecuador, buscando un paso a las indias orientales. Es por esto, que se retratan constelaciones en cielo de diversa índole tales como aves, animales marinos y terrestres. Sus nombres provienen de las curiosidades que llamó la atención de los marinos que visitaron el nuevo mundo. Astrónomos como Nicolas-Louis de Lacaille que viajaron al hemisferio Sur a observar el cielo austral, creó 17 nuevas constelaciones pero

de artefactos o invenciones de tecnología de la época tales como: El reloj, el telescopio, microscopio, máquina neumática, el horno, la brújula entre otros.

La Cruz del Sur es una constelación que es visible en todo su esplendor en el cielo del norte de Chile, es una de las constelaciones más pequeña y que sabiéndola leer, nos indica con precisión el **sur astronómico**.

Dentro de las constelaciones que observamos en el cielo se encuentra un grupo muy especial, las que no se ocultan o esconden bajo el horizonte cuando se observan de un determinado lugar, estas son las constelaciones circumpolares australes. En el caso particular del Norte de Chile estas constelaciones pueden variar debido a la extensión en latitud del territorio (18,5° a 32° Sur), pero podemos mencionar al menos las siguientes: **Octante, Camaleón, Ave del Paraíso, Mosca, Pez Volador, Mesa, Hidra Macho, Pavo Real y Triángulo Austral.**



Constelación de la Cruz del Sur.

Ciencia y alta tecnología en el Norte de Chile

Desde que existe presencia humana en el norte de Chile, este ha sido lugar privilegiado para la observación astronómica por la limpieza y oscuridad de sus cielos. Este laboratorio natural para el estudio de los secretos del universo, en los últimos 60 años, se ha vuelto el polo de estudios científicos avanzados de una comunidad diversa de astrónomos y astrónomas tanto chilenos como extranjeros. El equipamiento tecnológico y científico presente y en construcción en las regiones del norte, hacen proyectar que, al finalizar esta década, **más del 55% de toda la capacidad científica de observación telescópica del mundo estará instalada en Chile.**

El primer observatorio científico internacional en instalarse en el Norte de Chile fue el **Observatorio Interamericano de Cerro Tololo** en 1962, en la montaña del mismo nombre a 2.200 metros de altura en el **Valle de Elqui**, comuna de Vicuña, en la **Región de Coquimbo**. Actualmente es operado por NOIRLab (Laboratorio Nacional de Investigación para la Astronomía Óptica-Infrarroja) y administrado por AURA (Asociación de Universidades para Investigación en Astronomía). En la actualidad más de 40 telescopios coronan la cumbre, siendo el telescopio más grande el **Telescopio Victor M. Blanco** de 4 metros, que entró en operación el 1 de enero de 1976 y que hasta 1995 fue el telescopio más grande del hemisferio Sur. Con el inicio del nuevo milenio entra en operación el **Telescopio Gemini Sur** de 8.1 metros en la cumbre de Cerro Pachón, a 2.700 metros y distante solo 14 km de Cerro Tololo, el año 2006 entra en operación el **Telescopio SOAR** de 4,1 metros, en Cerro Pachón, todos ellos operados en la actualidad por NOIRLab y AURA.



Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, NOIRLa, AURA.

A mediados de los años 60 el Observatorio Europeo Austral (ESO) comenzó a construir el **observatorio La Silla**, en la comuna de la Higuera, en la Región de Coquimbo. Sus telescopios más grandes son el telescopio de 3.6 metros (1977) y el telescopio NTT de 3.6 metros (1989). En 1999 la ESO inaugura el **Observatorio Paranal** con cuatro telescopios de 8,2 metros llamados Very Large Telescope (VLT), a 120 km al Sur de Antofagasta, en la comuna de Taltal, **Región de Antofagasta**.

Finalmente, en 1969 el Carnegie Institutions for Science se instala en Chile con el **Observatorio Las Campanas** en la comuna de Vallenar, **Región de Atacama**. Los Telescopios más grandes de este observatorio son los dos telescopios gemelos Magallanes de 6,5 metros, llamados Walter Baade y Landon T. Clay que iniciaron su operación el año

2000 y 2002 respectivamente.

En el año 2011 entra en funcionamiento el **Proyecto ALMA** (Atacama Large Millimeter Array) operado por una alianza entre distintas instituciones internacionales, en el llano de Chajnantor a 5.000 metros de altura, comuna de **San Pedro de Atacama, Región de Antofagasta**. Inaugurando en Chile una nueva forma de observar el cosmos, ya no a través del rango óptico, sino que a través de las ondas milimétricas y submilimétricas. 54 antenas de 12 metros y 12 antenas de 7 metros de diámetro componen este complejo astronómico.

Los desafíos científicos de las siguientes décadas requieren una nueva generación de telescopios ópticos y por esto, se construyen en el Norte de Chile, el **Telescopio**

Vera C. Rubin de 8,4 metros en Cerro Pachón, perteneciente a NOIRLab y AURA; el **Telescopio Gigante de Magallanes** (GMT) de 25 metros de diámetro en el Cerro Las Campanas; y el **Telescopio Extremadamente Grande** (ELT) de 39 metros de diámetro en el Cerro Armazones, Región de Antofagasta, perteneciente a ESO. Estos proyectos en distintas etapas de implementación permitirán concentrar los últimos avances científicos-astronómicos internacionales en el país, abriendo oportunidades gigantescas para convertir a Chile no sólo en potencia astronómica en la investigación científica, sino también en potencia mundial en turismo astronómico.



Telescopio Gemini Sur.

Grandes descubrimientos desde Chile

Los diferentes observatorios científicos internacionales instalados en el Norte de Chile han tenido un rol fundamental en prácticamente todos los descubrimientos astronómicos realizados en las últimas décadas. Aquí detallamos algunos de ellos:

El 24 de febrero de 1987 desde el **observatorio Las Campanas**, fue descubierta la supernova 1987A, que se convirtió en la supernova más cercana a la Tierra en la era moderna de la astronomía. SN1987A estalló en la galaxia de la **Gran Nube de Magallanes** a 168.000 años luz de distancia.

En 1995 fue descubierto el primer planeta en otra estrella **51 Pegasi b**, utilizando el método de velocidades radiales, desde entonces la cantidad de exoplanetas descubiertos llega a más de 5.200 a la fecha. En abril de 2005, el observatorio Europeo Austral (ESO) anunció que desde el **observatorio Paranal**, se había tomado, por primera vez, una imagen directa de un planeta extrasolar. Estas observaciones realizadas desde el norte de Chile circularon por todo el mundo, anunciando el comienzo de una nueva era en la búsqueda y estudios de planetas extrasolares.

En 1998, dos proyectos de investigación publicaron sus resultados, y la sorpresa no pudo ser mayor: Las mediciones de las **supernovas** distantes contradecían toda lógica, e indicaban con datos científicos que el universo, a diferencia de lo que hasta entonces se pensaba, **se expande aceleradamente**. Durante los años siguientes, la evidencia a favor de la idea de un Universo en expansión acelerada siguió acumulándose, hasta el punto de que en el año 2011 dicho descubrimiento fue galardonado con el Premio Nobel de Física, reconociéndose la importante contribución de las investigaciones realizadas en Chile, a través del proyecto Calán-Tololo.

Hoy, más de 20 años después del descubrimiento de la aceleración de la expansión del Universo, los cielos del Norte de Chile siguen siendo el laboratorio natural donde se trata de resolver este enigma. El instrumento DECam (Dark Energy Camera) instalada en el telescopio Víctor M. Blanco de 4 metros de Cerro Tololo, usa tecnología de punta para dilucidar la naturaleza de la llamada "Energía Oscura", la cual se cree estaría detrás de la expansión acelerada del Universo.

En el año 2010 astrónomos, haciendo uso del instrumento HARPS de ESO, descubrieron un sistema compuesto por seis planetas que orbitan alrededor de una estrella similar al Sol conocida como HD 10180. Asimismo, el equipo encontró indicios de que las distancias entre los planetas y su estrella siguen un patrón regular, al igual que en nuestro Sistema Solar.

El año 2018 se anuncia el descubrimiento de 12 nuevas lunas de Júpiter, captadas por el Telescopio Víctor M. Blanco de 4 metros y el instrumento DECam de Cerro Tololo, NOIRLab. La confirmación de dicho hallazgo se realizó con los telescopios Magallanes de 6,5 metros del observatorio Las Campanas y otros telescopios alrededor del mundo. La colaboración científica es fundamental para el avance de la ciencia y el conocimiento.



Observatorio Cruz del Sur, Región de Coquimbo

Lugares de observación para el Astroturismo

En el norte de Chile existen actualmente docenas de posibilidades para realizar actividades de astroturismo, oferta que comienza en el año 2.000 y que en el año 2.010 se traduce en campañas turísticas que posicionan a Chile en el mapa de destinos de Astroturismo en el mundo.

Por un lado, están los observatorios públicos que acaparan importante parte de la demanda del país, como es el **Observatorio Mamalluca** en el Valle del Elqui, o el **Observatorio Collowara** en Andacollo y el **Observatorio Cruz del Sur**, en Combarbalá. Por otro, se han multiplicado los observatorios privados, con y sin fines de lucro y otros más dedicados a la educación, como el **Observatorio de la Universidad Católica del Norte** (ex Sirius), en Antofagasta.

La diversificación de oferta turística que incluye desde observatorios especialmente desarrollados para el turismo, observación a cielo abierto, etnoastronomía, museos de meteoritos, arqueoastronomía, desarrollo de oferta de alojamientos temáticos, actividades de trekking con luna llena, oferta gastronómica tematizada, vino y estrellas, astrofotografía, entre otros, Se suma a una diversificación de oferta turística en el espacio territorial que va desde Tarapacá hasta la región de O'Higgins.

El Norte chileno ya cuenta con cinco destinos con certificación de la **Fundación Starlight**, creada en 2009 por el Instituto de Astrofísica de Canarias: el **Alto Loa**, **Pampa Joya** y el **Monumento "Mano del Desierto"**, los tres en la Región de Antofagasta; el **Parque Nacional Fray Jorge**, en la costa de la Región de Coquimbo; y desde el año 2022, el pueblo de **San Andrés de Pica**, en la Región de Tarapacá. Como también el Primer **Santuario de los Cielos Oscuros Gabriela Mistral** (IDA) en el territorio de las instalaciones de NOIRLab y AURA en el Valle del Elqui, Región de Coquimbo.

Hemos pasado de pequeños cuencos de agua a telescopios gigantes; de buscar avisos sobre los tiempos de siembra y de cosecha a hurgar en los orígenes del universo; de identificar nuestros animales conocidos en las nebulosas, a intentar resolver el misterio sobre la existencia de vida extraterrestre con tecnología de última generación.





Fuente fotografías

1. ESO/B. Tafreshi (twanight.org)
2. NOIRLab / AURA
3. SERNATUR – Banco de imágenes
4. Rubin Observatory/NSF/AURA/B. Quint
5. ESO/H.H.Heyer
6. NOIRLab/AURA/NSF/J. Fuentes
7. CTIO/NOIRLab/NSF/AURA/D. Munizaga
8. CTIO/NOIRLab/AURA/D. Munizaga
9. CTIO/NOIRLab/NSF/AURA
10. NASA.
11. ESO
12. NOIRLab/NSF/AURA
13. ESO/A. Duro
14. ESO/A. Duro
15. Franco Miranda/Facebook: Es de Iquiqueños
16. Bárbara Vallejos P
17. ESO/B. Tafreshi
18. Ryan Trainor (Franklin and Marshall College).
19. ESO/H. Dahle
20. ESO/Y. Beletsky
21. CTIO/NSF's NOIRLab/AURA/H. Stockebrand
22. International Gemini Observatory/NSF's NOIRLab/AURA/Kwon o chul
23. SERNATUR – Banco de imágenes
24. www.chile.travel
25. SERNATUR – Banco de imágenes

BIBLIOGRAFÍA:

- Centro de astronomía de la Universidad de Antofagasta en: <https://www.astro.uantof.cl/>
- Spaceplace NASA: <https://spaceplace.nasa.gov/>
- Science NASA: <https://science.nasa.gov/>
- Centro de comunicación de las ciencias de la Universidad autónoma de Chile: <https://ciencias.uautonoma.cl/>
- Solar System NASA: <https://solarsystem.nasa.gov/>
- European Southern Observatory ESO: <https://www.eso.org/public/images/potw1832a/>
- NORILAB: <https://noirlab.edu/public/>
- DIRECTEMAR: <https://www.directemar.cl>
- Centro de Ciencia del Clima y la Resiliencia (CR): <https://www.cr2.cl/>
- Laniszewski J. (1998). Guía de los cielos australes. <http://www.memoriachilena.gob.cl/archivos2/pdfs/MC0062056.pdf>
- Aburto C. (2007). Modelo de estimación de la distribución espacial de la radiación solar global mensual para Chile central. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/101874/aburto_c.pdf?sequence=4&isAllowed=y
- SERC Chile (2018). Con ustedes el sol. https://www.mienergia.cl/sites/default/files/archivos/2a_edicion_mayo_2019.pdf
- Mazza J (2017). Somos Polvos de Estrellas. <https://cienciaslbvm.files.wordpress.com/2020/03/somos-polvos-de-estrellas.pdf>
- Ruiz, María Teresa. (2013). Desde Chile un cielo estrellado. Lecturas para fascinarse con la Astronomía. https://issuu.com/confin/docs/issue_antologia
- Muñoz R et al. (2006). Exploring halo substructure with giant stars. xi. the tidal tails of the Carina dwarf spheroidal galaxy and the discovery of Magellanic cloud stars in the Carina foreground. <https://iopscience.iop.org/article/10.1086/505620/pdf>
- AAVSO. (2018). Guía de observación solar. https://www.aavso.org/sites/default/files/publications_files/solar_guide/SolarObservingGuide-Spanish-V1.1.pdf
- Gemini Observatory (2010). Cuadernillo astronómico. <https://www.gemini.edu/images/pio/newsletters/Cuadernillo/Cuadernillo2.pdf>
- Rondanelli R. (2019). La máxima radiación solar del mundo está en el Desierto de Atacama. <https://revistasdex.uchile.cl/index.php/bm/article/download/2668/2603/9754> }
- Explora. (2019). Explorando el cielo del norte de Chile. https://www.explora.cl/coquimbo/wp-content/uploads/sites/6/2019/04/Gu%C3%ADa-Astronom%C3%ADa-Comprimido_.pdf
- Piatti A. (2012). Formación estelar en las Nubes de Magallanes. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/19398/CONICET_Digital_Nro.23415.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Leiva R. (2010). Atacama: A 100 Años del Informe Curtis. <http://www.revistahumanidades.uda.cl/publica/030002.pdf>
- Silva A., Bárbara. (2022). ATACAMA, UN PARAÍSO DISLOCADO: EL DESIERTO COMO ESPACIO CIENTÍFICO A COMIENZOS DEL SIGLO XX. Diálogo andino. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812022000100280>
- Ian A Crawford, John Zarnecki, Astronomy from the Moon, Astronomy & Geophysics, (2008). <https://doi.org/10.1111/j.1468-4004.2008.49217.x>
- Clarkson, Persis B, & Briones Morales, Luis. (2014). ASTRONOMÍA CULTURAL DE LOS GEOGLIFOS ANDINOS: UN ENSAYO SOBRE LOS ANTIGUOS TARAPAQUEÑOS, NORTE DE CHILE. <https://dx.doi.org/10.4067/S0719-26812014000200005>
- Moyano, R. (2011). Astronomía subtropical en los Andes australes: El sistema de ceques en Socaire, Atacama, norte de Chile. <https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/DBDEC9EAE3476E12B6AD6E962E83F81D/S1743921311012518a.pdf/sub-tropical-astronomy-in-the-southern-andes-the-ceque-system-in-socaire-atacama-northern-chile.pdf>