

## Cálculo de la capacidad astronómica instalada en Chile

Eduardo Unda-Sanzana  
Antofagasta, 14 de mayo de 2020

### Introducción

Un parámetro que caracteriza el desarrollo de la astronomía en Chile y que frecuentemente es citado por autoridades (especialmente del mundo político) es la “capacidad astronómica instalada en Chile”. En años recientes ese número se ha consolidado en la cultura nacional como “superior al 70%” a pesar de que este número es, como se concluye más abajo, erróneo. El presente breve reporte se provee como un material de apoyo para la Sociedad Chilena de Astronomía con el fin de corregir esta estadística basándose en los datos duros presentados en la siguiente planilla online: <http://research.almagesto.org/info>

### ¿Qué es la “capacidad astronómica instalada en Chile”?

Este número corresponde, para un año dado, a la fracción del área de las superficies colectoras de fotones de los telescopios ópticos e infrarrojos instalados en Chile, versus el área total de tales superficies al considerar los telescopios ópticos e infrarrojos instalados en todo el mundo. Ésta es una cantidad que a menudo ha perdido este significado al ser usada por no especialistas, hablándose erróneamente a veces de que Chile tendrá un cierto porcentaje de los astrónomos, de los estudios, o de los telescopios del mundo. La expresión “capacidad astronómica” significa aquí “capacidad de colectar fotones de origen extraterrestre en el rango óptico e infrarrojo”.

### Cómo se ha hecho este cálculo

Los datos fueron tomados originalmente de un catastro online público de telescopios y refinado por el autor. La lista de telescopios considerados se incluye como anexo a este documento. El cálculo simplemente considera cada superficie colectora como un círculo de diámetro  $D$  que tiene por lo tanto un área colectora de  $\frac{\pi}{4}D^2$ . Conociendo la georeferenciación de cada equipo el cálculo es entonces trivial. No obstante lo explicado, cabe precisar algunas simplificaciones y arbitrariedades:

- El cálculo no considera pérdidas originadas por obstrucciones centrales o por la utilización de espejos segmentados que configuren formas no circulares (e.g. considerar la forma hexagonal del Hobby-Eberly Telescope).

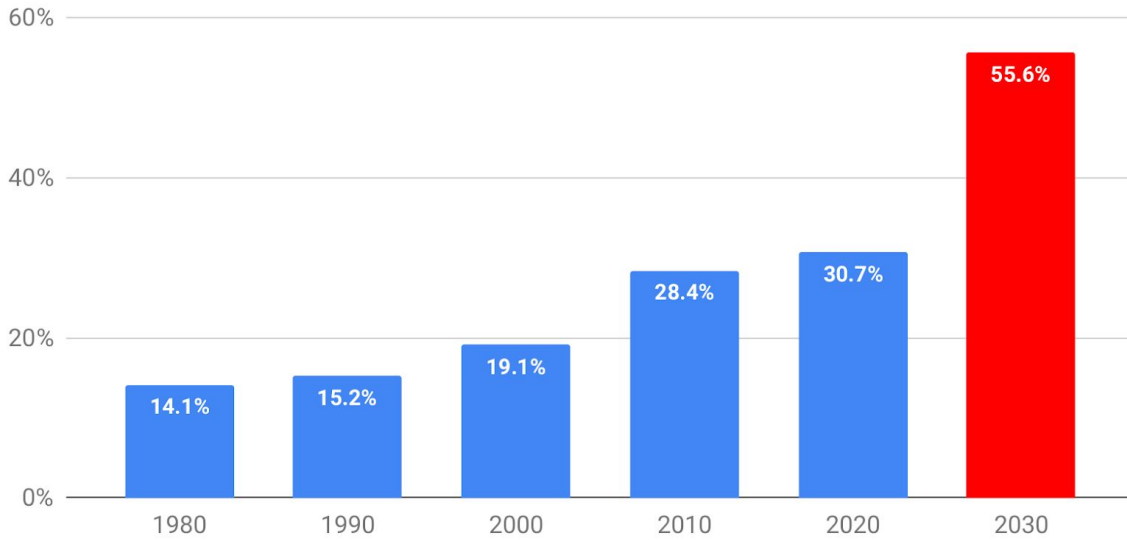
- No estamos considerando el área equivalente de los interferómetros (e.g. VLTI) sino solamente el área de los espejos involucrados de manera individual (e.g. en el caso del VLTI sumamos las áreas de los 4 UTs individuales).
- No hacemos correcciones por eficiencia de las superficies consideradas. Un espejo que tuviera una reflectividad de 80% tiene el mismo peso en el cálculo que otro espejo que tuviera una reflectividad de 90%. Por idéntica razón no asumimos una reflectividad particular para estas superficies sino solamente que la reflectividad es homogénea entre ellas.
- La fracción es calculada considerando telescopios de diámetro superior a 2 metros. Este límite es meramente de naturaleza práctica dado que es difícil conseguir un catastro detallado de telescopios de diámetro menor. Al mismo tiempo, en opinión del autor, es menos restrictivo de telescopios de gran relevancia profesional que quedarían fuera del cálculo si el límite se sube a 4 metros.
- Aunque se ha dicho antes, cabe recalcar que este cálculo no considera otras porciones del espectro electromagnético. Telescopios importantes instalados o por ser instalados en Chile, tales como ALMA o CTA, no impactan en el resultado.

## El resultado

Con las consideraciones expuestas antes la fracción que corresponderá a Chile en 2030 es 55.6%. La figura muestra cómo ha cambiado esta fracción en el tiempo.

## Capacidad astronómica instalada en Chile al final de una década

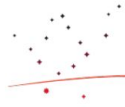
Cálculo de Eduardo Unda-Sanzana (CITEVA, U. de Antofagasta)



Al considerar como límite otros tamaños de telescopios el resultado cambia así:

- Considerando sólo  $D \geq 2$  m: 55.6%
- Considerando sólo  $D \geq 4$  m: 59.3%
- Considerando sólo  $D \geq 6$  m: 60.2%
- Considerando sólo  $D \geq 8$  m: 61.1%
- Considerando sólo  $D \geq 10$  m: 64.4%

La recomendación del autor, en caso de autoridades que quieran usar esta métrica, es usar el porcentaje 55.6% o bien expresiones tales como “más de la mitad de la capacidad astronómica del mundo” que abarcan con un margen de seguridad estas distintas posibilidades.



Centro de Astronomía  
Universidad de Antofagasta

## Nota

Una versión anterior de este cálculo consideraba crecimiento del parámetro cada 5 años. Cabe notar que el año en que se espera la primera luz de TMT es 2027 mientras que para ELT es 2025. Al momento de escribir este reporte, en un contexto de pandemia y considerando un efecto muy incierto de ésta sobre el avance de estos megaproyectos, se haría muy riesgoso considerar períodos de 5 años (uno de los cuales terminaría precisamente en 2025) para reportar estas cifras, por lo que el autor ha preferido hacer el cálculo más robusto y considerar períodos de 10 años para exponer el crecimiento del parámetro..

## Anexo: Telescopios considerados en este cálculo

Observatorio	Telescopio	D [m]	País anfitrión	Fecha
ESO Cerro Armazones	Extremely Large Telescope	39.3	Chile	2025
TMT International Observatory	Thirty-Meter Telescope	30	USA	2027
Las Campanas Observatory	Giant Magellan Telescope	25.4	Chile	2021
Roque de los Muchachos Observatory	Gran Telescopio Canarias	10.4	España	2006
W. M. Keck Observatory	Keck 1	10	USA	1993
W. M. Keck Observatory	Keck 2	10	USA	1996
South African Astronomical Observatory	Southern African Large Telescope	9.2	South Africa	2005
McDonald Observatory	Hobby-Eberly Telescope	9.2	USA	1997
Vera C. Rubin Observatory	LSST	8.4	Chile	2019
Mount Graham International Observatory	Large Binocular Telescope 1	8.4	USA	2004
Mount Graham International Observatory	Large Binocular Telescope 2	8.4	USA	2004
Mauna Kea Observatory	Subaru	8.3	USA	1998
ESO Cerro Paranal	Antu	8.2	Chile	1998
ESO Cerro Paranal	Kueyen	8.2	Chile	1999
ESO Cerro Paranal	Melipal	8.2	Chile	2000
ESO Cerro Paranal	Yepun	8.2	Chile	2000
Gemini Observatory	Gemini-S	8.19	Chile	2000
Gemini Observatory	Gemini-N	8.19	USA	1999
Las Campanas Observatory	Magellan 1	6.5	Chile	2000
Las Campanas Observatory	Magellan 2	6.5	Chile	2002
F. L. Whipple Observatory	MMT	6.5	USA	2000
Maple Ridge	Large Zenith Telescope	6	Canada	2003
Special Astrophysical Observatory	BTA-6	6	Russia	1975
Palomar Observatory	Hale Telescope	5.08	USA	1948
Beijing Astronomical Observatory	LAMOST	4.9	China	2008
Lowell Observatory	Discovery Channel Telescope	4.3	USA	2012
Roque de los Muchachos Observatory	William Herschel Telescope	4.2	España	1987
Cerro Tololo Interamerican Observatory	SOAR	4.1	Chile	2002

Observatorio	Telescopio	D [m]	País anfitrión	Fecha
ESO Cerro Paranal	VISTA	4.1	Chile	2009
Cerro Tololo Interamerican Observatory	Víctor Blanco Telescope	4	Chile	1976
Kitt Peak National Observatory	Nicholas U. Mayall 4 m	4	USA	1973
Australian Astronomical Observatory	Anglo-Australian Telescope (AAT)	3.89	Australia	1975
Mauna Kea Observatory	UKIRT	3.8	USA	1979
Air Force Maui Optical Station	3.67m AEOS Telescope (AEOS)	3.67	USA	1996
ESO La Silla	3.6 m	3.6	Chile	1977
ESO La Silla	New Technology Telescope	3.58	Chile	1989
Roque de los Muchachos Observatory	Telescopio Nazionale Galileo (TNG)	3.58	España	1997
Mauna Kea Observatory	Canada–France–Hawaii Telescope	3.58	USA	1979
Calar Alto Observatory	MPI-CAHA 3.5 m[10]	3.5	España	1984
Starfire Optical Range	USAF Starfire 3.5 m	3.5	USA	1994
Kitt Peak National Observatory	WIYN Telescope	3.5	USA	1994
White Sands Missile Range	Space Surveillance Telescope	3.5	USA	2011
Apache Point Observatory	Astrophysical Research Consortium	3.48	USA	1994
Lick Observatory	Shane Telescope	3.05	USA	1959
Mauna Kea Observatory	NASA Infrared Telescope Facility	3	USA	1979
McDonald Observatory	Harlan J. Smith Telescope	2.72	USA	1969
Crimean Astrophysical Observatory	Shajn 2.6m	2.64	Ucrania	1961
Byurakan Astrophysical Observatory	BAO 2.6	2.6	Armenia	1976
ESO Cerro Paranal	VST	2.6	Chile	2011
Roque de los Muchachos Observatory	Nordic Optical Telescope (NOT)	2.56	España	1988
Las Campanas Observatory	Irene du Pont Telescope	2.54	Chile	1976
Roque de los Muchachos Observatory	Isaac Newton Telescope (INT)	2.54	España	1984
Mt. Wilson Observatory	Hooker 100-Inch Telescope	2.54	USA	1917
Apache Point Observatory	Sloan DSS	2.5	USA	1997
Boeing 747SP (mobile)	SOFIA	2.5	USA	2007
Thai National Observatory	Thai National Telescope (TNT)	2.4	China	2013
Yunnan Astronomical Observatory	Lijiang	2.4	Espacio	2008
MDM Observatory	Hiltner Telescope	2.4	Tailandia	1986
Low Earth orbit	Hubble (HST)	2.4	USA	1990

Observatorio	Telescopio	D [m]	País anfitrión	Fecha
Magdalena Ridge Observatory	2.4-meter SINGLE Telescope	2.4	USA	2006
Lick Observatory	Automated Planet Finder	2.4	USA	2010
Vainu Bappu Observatory	Vainu Bappu	2.34	India	1986
Siding Spring Observatory	ANU 2.3m ATT[7]	2.3	Australia	1984
National Observatory of Athens	Aristarchos	2.3	Grecia	2004
Kitt Peak National Observatory	Bok Telescope (90-inch)	2.3	USA	1969
Wyoming Infrared Observatory	WIRO 2.3	2.3	USA	1977
ESO La Silla	MPG	2.2	Chile	1984
Calar Alto Observatory	MPIA-CAHA 2.2m	2.2	España	1979
Mauna Kea Observatory	University of Hawai'i 88-inch	2.2	USA	1970
Xinglong	Xinglong 2.16m	2.16	China	1989
Leoncito Astronomical Complex	Jorge Sahade 2.15m	2.15	Argentina	1987
National Astronomical Observatory	UNAM 2.12	2.12	Méjico	1979
Guillermo Haro Observatory	INAOE 2.12 (OAGH)	2.12	Méjico	1987
Kitt Peak National Observatory	Kitt Peak 2.1-meter	2.1	USA	1964
McDonald Observatory	Otto Struve Telescope	2.08	USA	1939
Fairborn Observatory	T13 Automated Spectroscopic Tel.	2.06	USA	2003
Indian Astronomical Observatory	Himalayan Chandra Telescope	2.01	India	2000
Karl Schwarzschild Observatory	Alfred Jensch Teleskop	2	Alemania	1960
Siding Spring Observatory	Faulkes Telescope South	2	Australia	2001
Shamakhi Astrophysical Observatory	Carl Zeiss Jena	2	Azerbaijan	1966
Rozhen Observatory	Ritchey-Chretien-Coude	2	Bulgaria	1984
ORM	Liverpool Telescope	2	España	2003
Pic du Midi Obs., France	Bernard Lyot Telescope	2	Francia	1980
Ondřejov Observatory	Ondřejov 2-m	2	República Checa	1967
Main Ukraine Observatory	Carl Zeiss Jena	2	Ucrania	1966
Haleakala Observatory	MAGNUM	2	USA	2001
Haleakala Observatory	Faulkes Telescope North	2	USA	2003