



Certification of the Chile AURA Observatory Site as an International Dark Sky Sanctuary

A proposal to the International Dark-Sky Association
by

The Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) and
the AURA Observatory in Chile (AURA-O)

AURA Point of Contact:

Dr. R. Chris Smith
Head of Mission, AURA Observatory in Chile
Email: csmith@aura-o.aura-astronomy.org
Primary Phone: US +1-520-777-0005
Secondary Phone: Chile +56-51-2205214

U.S. Mailing Address
AURA/NOAO
950 N. Cherry Avenue
Tucson, Arizona 85719

AURA Proposal Leader:

Dr. Malcolm Smith
Astronomer, AURA/NOAO/CTIO
Email: msmith@ctio.noao.edu
Primary Phone: +56-51-2205200

AURA Proposal Team:

Malcolm Smith
R. Chris Smith
Stephen Pompea
Pedro Sanhueza



Figure 1: Star trails over the Gemini-South telescope (top), and moonrise over the domes on Cerro Tololo (bottom), with the Large and Small Magellanic Clouds visible and the Galactic Center rising.

I. Introduction

The Association of Universities for Research in Astronomy (AURA) is a U.S.-based consortium of 40 U.S. universities and 4 international affiliates that operates world-class astronomical observatories. AURA's role is to establish, nurture, and promote public observatories and facilities that advance innovative astronomical research. In addition, AURA is deeply committed to public and educational outreach, and to diversity throughout the astronomical and scientific workforce. AURA carries out its role through its astronomical facilities.

The AURA Observatory in Chile (AURA-O) is the sole representative in Chile for AURA and all facilities operating or wishing to operate on its property. The facilities on the AURA-O site include: the National Optical Astronomy Observatory (NOAO), specifically with its southern branch, the Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO); the Gemini Observatory, specifically with its Gemini South Telescope; the Southern Astrophysical Research (SOAR) Telescope; and the Large Synoptic Survey Telescope (LSST), which is currently under construction. AURA-O also hosts many smaller astronomical, atmospheric, and geological research projects which operate under the auspices of AURA-O.

AURA Observatory in Chile, on behalf of AURA and its member institutions, proposes to the IDA that the AURA-O site in the Elqui Valley of northern Chile be designated as an international Dark Sky Sanctuary (DSS). Pending further local approval, we propose to name the sanctuary after the Chilean Nobel-prize winning poet Gabriela Mistral, who wrote so eloquently about the stars over her native Elqui:

"Lift up your face, child, and receive the stars. When you first look, they all pierce and freeze you, and then the sky begins to sway like a cradle they're rocking, and you give yourself up wholly to be carried away, away." (Gabriela Mistral, Carro Del Cielo).

If the DSS is approved by the IDA, and the naming is approved by local authorities, we will name this sanctuary the **"Gabriela Mistral IDA Dark Sky Sanctuary"**.

This proposal has the strong support of all of the observatories mentioned above, the AURA-O organization, and of AURA and its membership. It also benefits from strong support in Chile. We have attached letters from Chilean government entities that have voiced their support for this sanctuary and the promise that it may serve as a nucleus for development of additional dark-sky related activities and entities, which we hope will include additional IDA-certified Dark Sky Places.

II. Motivation for Certification

AURA-O has maintained a strong interest in the preservation of the night skies of Chile, beginning 50 years ago with the founding of the first of the major international observatories in Chile on Cerro Tololo. AURA-O has worked during this entire time in an effort to preserve dark skies in Chile, and particularly in the Elqui Valley where the proposed International Dark Sky Sanctuary is located.

AURA-O has a demonstrated commitment to protecting the dark skies as well as nature on the observatory site. AURA-O developed the idea of lighting standards, which was recognized and picked up by the then Director of the Chilean Environment Protection Agency (CONAMA), Sra. Adriana Hoffmann. CONAMA developed the ideas into a regulation that served more generally to advance their new system of environmental regulations and standards. With CONAMA's help, AURA also led development of the Office for the Protection of the Skies of Northern Chile (OPCC), which was inaugurated in May 2000.

The AURA-O site not only hosts astronomical research. It also serves as home to several examples of flora and fauna that are protected species in Chile, including flocks of protected parrots. Recent research regarding species protection in the buffer region (the region of Coquimbo) has included night-sky SQM measurements that are starting to be published in biological research journals.

AURA's organizations, such as NOAO and Gemini, have led dark skies education efforts in Chile and worldwide with projects like Globe at Night and numerous educational projects for both the International Year of Astronomy 2009 and the International Year of Light 2015. NOAO has provided strong support for the touristic observatories of northern Chile and for the training of their guides on dark skies issues, while Gemini has sponsored major public events promoting astronomy and dark sky education to a broad community, from school children to their grandparents!

AURA-O has also been active in the development of sustainable tourism in the region, specifically in the development of "astro-tourism". AURA/NOAO seeded the first municipal observatory in Chile, Mamalluca Observatory, with its first telescope and dome in the late 1990s. This observatory is now often over-subscribed with public visitors, and has spawned the development of a whole industry of municipal and touristic observatories in the region. Indeed, in the early 2000s the region changed its catch-phrase to "the Region of the Stars", and has recently inaugurated the highway up the Elqui Valley (leading to the AURA-O site as well as to Vicuña, where both Mamalluca Observatory and the home of Gabriela Mistral are located) as the "Route of the Stars".



Figure 2: Road sign in La Serena, marking the beginning of the "Route of the Stars" up into the Elqui Valley. Note that "Tololo" represents the AURA-O site, the proposed DSS and part of the "Gabriela Mistral Circuit", into which the proposed DSS would naturally fit.

Most recently, the value of Chilean dark skies has been reinforced again with the selection of the AURA site for the Large Synoptic Survey Telescope (LSST), an investment of more than \$600 million USD by the U.S. Government, through the National Science Foundation and Department of Energy. The laying at the site of the First Stone for the LSST was celebrated in April, 2015 in the presence of the President of Chile, Michelle Bachelet, and the U.S. Ambassador to Chile, Michael Hammer. With a projected lifetime well into the second half of the 2030s, the LSST Project provides a new, world-class, primary motivation for astronomy to continue to protect the natural darkness of the night-sky background over AURA-O. In her speech at the LSST event, the President of Chile explicitly recognized the need to protect the dark skies over this and other astronomical sites in Chile:

"Of course this has to be accompanied by a vision of the State and institutional responsibility of both government agencies as well as universities. As a country, we have shown a special concern for the preservation of the sky as a resource of our country. In order that the use of lighting be compatible with our astronomical vocation, we have issued the regulation "Decree for the Regulation of Light Pollution", which entered into force in May of last year, but finally, since early March this year, counts on the protocol and the regulation necessary for implementation in the regions of Antofagasta, Atacama and Coquimbo. Furthermore, we are promoting the establishment of the sites of astronomical observations as World Heritage [sites]."

Beyond the establishment of this international Dark Sky Sanctuary itself, we plan to use this DSS as a nucleus to promote further preservation and protection of dark skies in the region, and promote the development of additional sites in the Elqui Valley as IDA Dark Sky Places. We will work to encourage several of the communities in the area to become Dark Sky Communities, and eventually plan to encompass a larger area around the DSS and associated communities into a Dark Sky Reserve. We hope that our work inside the DSS, and in the future DSR, can serve as an example for additional communities elsewhere in Chile, not only here in the north, where there are scientific motivations, but also in the southern part of Chile, which hosts many undeveloped tracks of native forests and associated wildlife.

As the President mentioned, the government of Chile (led by the Ministry of Foreign Affairs) is also moving forward on an initiative to recognize several of the astronomical sites of northern Chile as UNESCO World Heritage Sites, under the recently developed "Windows to the Universe" theme:

(<http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/show-theme?idtheme=21>).

Indeed, the AURA-O site was used as one of the three "Extended Case Study" sites for the development of the case for approval of this theme by UNESCO (see <http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=000059&idsubentity=005>), and the site is naturally one of the sites under consideration for nomination as a UNESCO World Heritage Site.

III. Eligibility

The proposed site meets the three eligibility requirements described by IDA for the establishment of an international Dark Sky Sanctuary.

First the proposed DSS, consisting of the AURA-O site, is private land legally protected for scientific, natural, educational, cultural, heritage, and/or public enjoyment purposes. AURA is the sole owner of the site, which is currently protected at several levels for its scientific purposes as well as its environmental importance. The protected status of the site is detailed in Section V on Site Protection.

It also meets the eligibility requirement concerning regular visitation by the public, although not with regular nighttime visitation. The general public can visit Cerro Tololo as part of free tours in daylight hours, via prior application and registration, almost every Saturday during the whole year (except when weather prevents safe driving to the summit). More details are available at:

<http://www.ctio.noao.edu/noao/content/Visits-Tololo>

<http://www.ctio.noao.edu/noao/content/public-access>

Group tours are also frequently hosted, including touristic groups (e.g., from cruise ships) as well as educational groups (e.g., visits of school groups from all over Chile). Daytime group visits to Gemini are also available on Fridays:

<http://www.gemini.edu/pio/?q=pio>

Gemini frequently hosts large groups of school children and special interest groups on these educational tours.

Although night-time visitation is very limited for safety reasons, as the roads are unpaved routes through mountainous terrain, there are also occasional opportunities for special visits at night, which are coordinated by the CTIO Education and Public Outreach group, the Gemini Public Information Office, and/or the AURA Observatory Directors' office. These AURA-O teams have hosted numerous night events that have highlighted the dark skies, including visits by artists in residence, numerous film crews, conferences of amateur astronomers, and a variety of other educational and informational visits.

For broader public access to the night skies of the region, AURA-O works in coordination with local touristic observatories, which are now internationally-recognized destinations which encourage nighttime viewing. These beautiful facilities also provide a source of further education and employment for people in the local community. These in turn provide a stimulus to local restaurants and providers of accommodation to support and include the observation and protection of their natural night sky.

The third eligibility requirement is also met: the site provides an exceptional dark sky resource where the night sky brightness is routinely equal to or darker than 21.5 magnitudes per square arcsecond. These measurements are detailed in section IX below.

IV. Site Description

The AURA-O site proposed for designation as an international Dark Sky Sanctuary is known as the El Totoral Reserve. It consists of more than 90,000 acres of land in the Elqui Valley

of northern Chile (see Figure 3), about 500km north of Santiago and 60km inland from the seaside city of La Serena. The land is solely owned by AURA. The site of El Totoral Reserve (Figure 4) encompasses three major summits: Cerro Tololo, Cerro Pachón, and Cerro Morado. Cerro Tololo is the site of the first major international observatory in Chile. It was purchased in November 1962 for the establishment of the Cerro Tololo Inter-American Observatory (CTIO). Cerro Pachón was developed in the late 1990s to host a new generation of telescopes, including the 8-meter Gemini-South telescope and the 4.1-meter Southern Astrophysical Research (SOAR) telescope. Today telescopes occupy much of Cerro Tololo and Cerro Pachón, (see Figure 5) and we are starting to develop Cerro Morado as a possible further site for robotic telescopes from all over the world.



Figure 3: Maps showing the location of the site in the context of the southern part of South America (left) and in relation to the nearest major city, La Serena.

Figure 4: Outline of the Estancia El Totoral—the legal designation of the proposed sanctuary area. The Cerro Tololo Inter-American Observatory is located about 500km north of Santiago, Chile, about 52km east (80km by road) from La Serena, at an altitude of 2,240m. It lies near the center of a the roughly 90,000 acre site known as Estancia El Totoral which was purchased by AURA on the open market in 1962 for use as an astronomical observatory. Cerro Pachón, elevation 2700m, is located about 10km to the SE of Cerro Tololo.

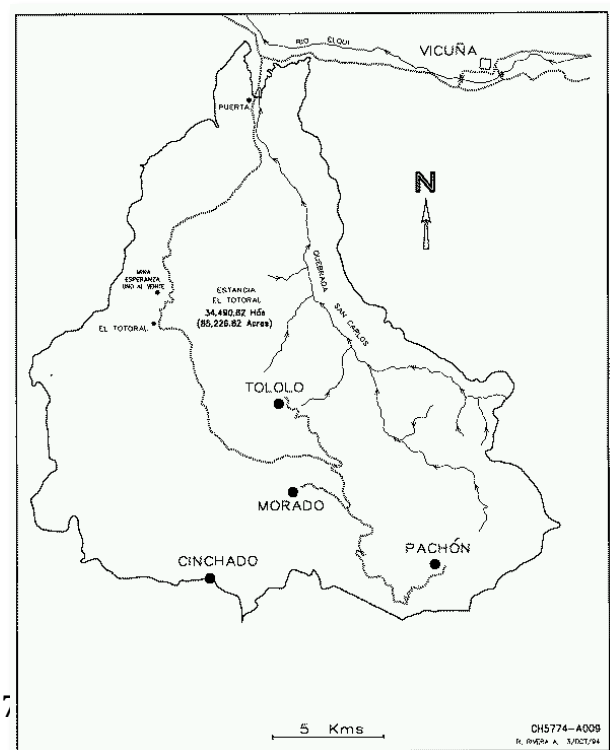




Figure 5: an aerial view of the mountaintop sites, with Cerro Tololo in the foreground and Cerro Pachón, with the SOAR telescope to the left and Gemini near the center, in the background.

The geodetic co-ordinates of the two principal mountaintops are:

Cerro Tololo: Latitude $30^{\circ} 10' 09''$ S, Longitude $70^{\circ} 48' 23''$ W

Cerro Pachón: Latitude $30^{\circ} 14' 27''$ S, Longitude $70^{\circ} 44' 12''$ W

Further details about the site, its history as an astronomical observatory, and other aspects of the site related to its status as a potential World Heritage site, are available in the IAU/UNESCO sample extended case study developed for the site, available at

<http://www2.astronomicalheritage.net/index.php/show-entity?identity=000059&idsubentity=005>

V. Status of Site Protection

The AURA-O site is protected at several levels.

First and foremost, the site is actively protected by AURA-O itself with carefully controlled access to the property. Access to the site by motor vehicles is limited to a single point, labeled “Puerta” in Figure 4. This gate is controlled by a guard 24/7, and only authorized personnel (including authorized visitors when applicable) are allowed past this point. This

protection has shielded the property from development and general use, leaving it as an almost pristine environmental preserve. There are however about ten families that have access to the property. These people live in widely separated dwellings in a few of the valleys on the property, without electrical connections, pursuing simple lives grazing small herds of goats and growing small quantities of produce.

The AURA-O site is also a legally-protected zone, having been declared an “Area of Scientific Interest” by the Chilean government in 1977 (Decreto Supremo No. 99 de 1977, see Appendix 3a). This prohibits mining on the property, even of a purely exploratory nature. Such mining can only be carried out if specifically approved by the President of Chile. AURA-O methodically checks all mining claims in the region to ensure that none cross onto the property, and notifies the authorities if and when they occur. Usually this notification is sufficient, but AURA can immediately appeal to the Chilean government very early in any potential approval procedure if the mining claim is pursued. Only one such appeal has been required during the entire 50+ years of the observatory’s existence. An effort is currently underway, working with support from the Chilean Ministry of Foreign Affairs, to expand the coverage of the area protected well beyond the actual property boundaries, in order to further protect the site from mining and the associated potentially damaging effects.

More broadly, the AURA-O site is surrounded by a large buffer zone of protection under lighting regulations issued by the Chilean government. These lighting regulations cover the three regions of northern Chile that host major international observatories, the regions of Coquimbo (where our site is located), Atacama, and Antofagasta. The first lighting regulation, or “norma lumínica”, was published in 1999 (Decreto Supremo No. 686 de MINECON de 1998, see Appendix 3b). This “norma” stated that lighting must be shielded, and encouraged the installation of astronomy-friendly lighting such as high-pressure sodium in most municipalities. More recently, the Chilean government published a revised “norma lumínica” (Decreto Supremo No. 043 de 2012, MMA, see Appendix II) from the Ministry of the Environment that was signed by the President of Chile and published in May, 2013. This most recent decree takes into account spectral restrictions for street lamps as well as requiring such lighting to be mounted in full-cutoff mounts. Luminous billboards are now also subject to lighting restrictions.

The darkest (solar minimum) sky-background conditions in the proposed sanctuary area are estimated to correspond to about $V=21.9$ magnitudes per square arcsecond at the telescopes and over all of the property further than about 2 km inside the main entrance.



Figure 6: View of night sky from Cerro Tololo in directions away from nearby cities.



Figure 7: Zodiacal light setting over CTIO, illustrating the darkness of the sky. (Photographs courtesy Roger Smith)

VI. Current & Future Threats

The threats to the proposed sanctuary are not unique nor surprising. There is general development around the site due to the growth of the nearly merged cities of La Serena and Coquimbo. These cities are located roughly 60km to the west of the telescopes on the AURA-O property and have been expanding in population at a rate of about 25% per decade. The La Serena/Coquimbo area may soon qualify as a metropolis, i.e., a population center of over half a million people. Figure 8 also shows lighting from the La Serena/Coquimbo metropolitan area, as well as sources closer that may also pose a threat.



Figure 8: A deep photograph of the skyline from the top of Cerro Pachón (the highest mountain on the site). The possible future threats to the dark skies of the proposed sanctuary include the smaller towns of Andacollo (33 km away) and Vicuña (22 km away).

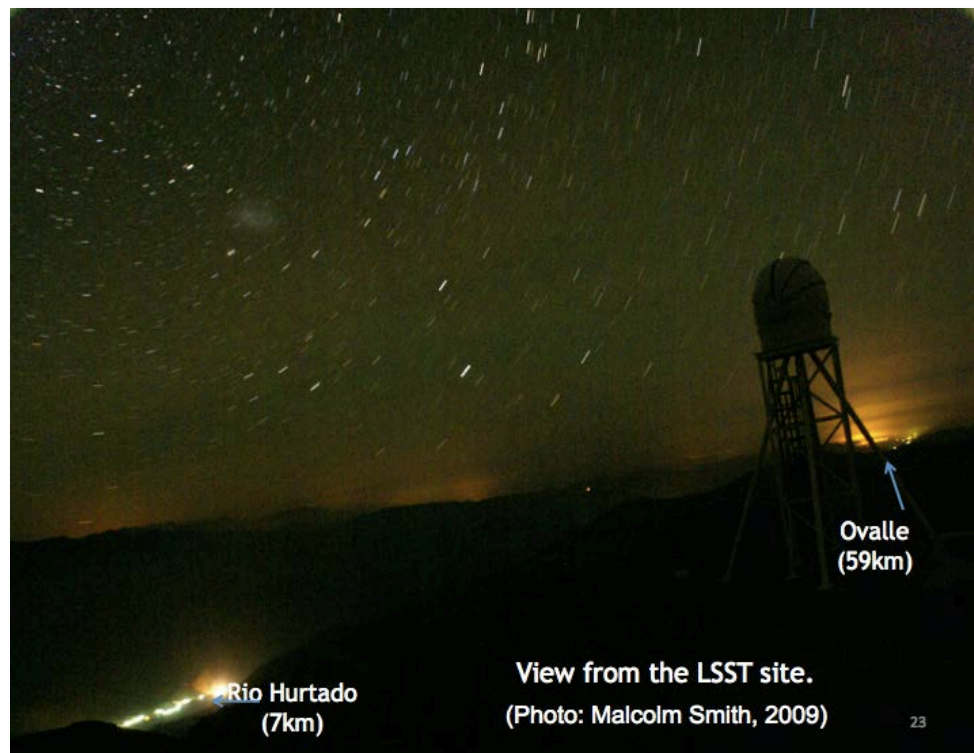


Figure 9: Another threat to the site is the town of Ovalle, 59 km away, which is also developing rapidly.

The most recent refereed and published monitoring effort is that by Kriscuinas et al. 2010, P.A.S.P., 122, 373-377. This paper shows that broad-band light pollution does not significantly affect the sky more than 15 degrees above the horizon at Cerro Tololo Observatory (Figure 10). More extensive discussion of this result, along with SQM zenith measurements from the summits and over a large area of the property are given later in this proposal.

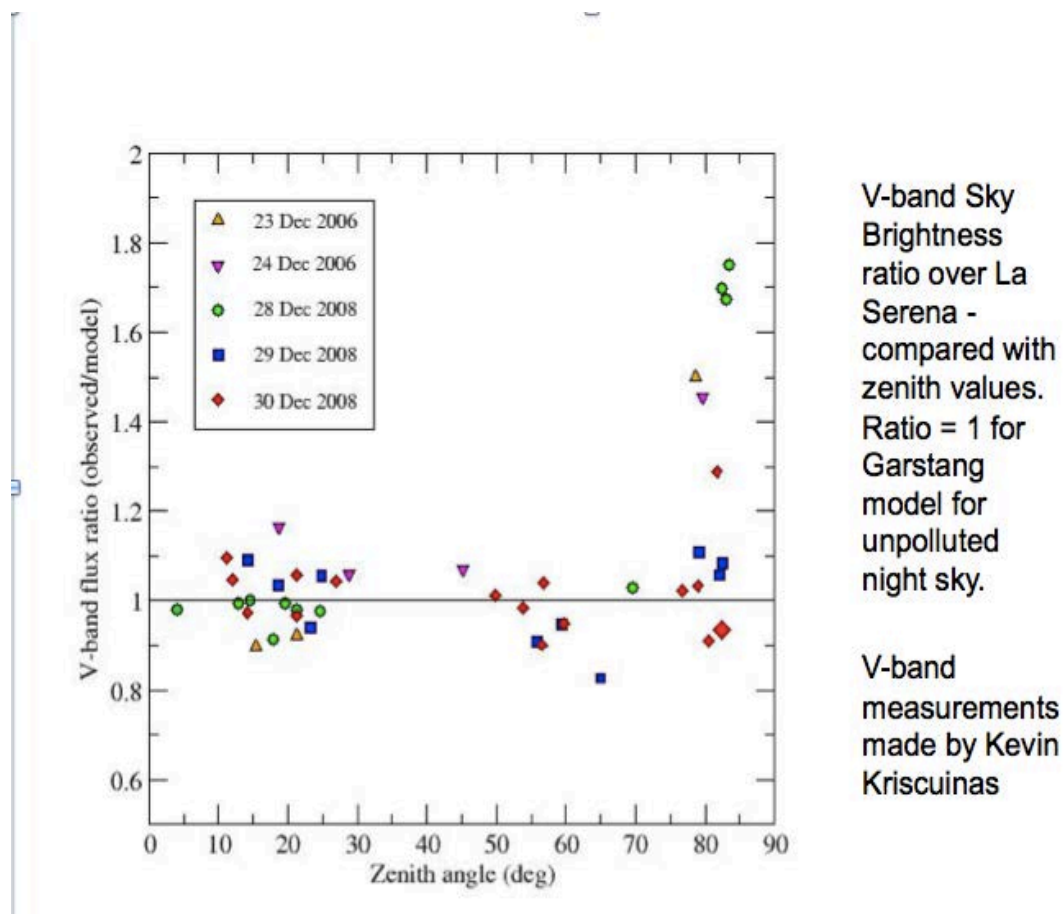


Figure 10: V-band sky brightness ratio over La Serena, compared to zenith values.

VII. Strategies to Protect the Night sky over AURA-O and the Buffer Region

To date, lighting improvements have served to mostly cancel out the effects of greater light demand associated with growth in population, so that research with the telescopes has not been noticeably affected. It is easy to forget, however, that in the late 1960s, one could see the Milky Way quite clearly from the central square of La Serena. We do not want to repeat what happened to Mount Wilson and Mount Palomar. We know that we cannot relax. This is one of the reasons why we truly welcome the opportunity to apply to the IDA to be considered for the IDSS designation. Even two decades ago, we had begun working with the local mines to encourage quality lighting. Beginning with Andacollo, where the mine

worked interactively with us on the telephone to aim their lights down below the horizontal, we have achieved some successes and have an excellent reputation for working with the mines, municipalities, and other partners in this effort. The still faint glow above the necessary lights at mining developments can, however, still be seen from all the major international observatories currently functioning in Chile.

AURA-O has been proactive in working with private and governmental partners on encouraging quality lighting. An Environment Agency (CONAMA) was first set up in Chile in 1994. At that time, AURA-O was advised that a “norma lumínica” could be accelerated through the initial legal framework if it served as an example for dealing with a “secondary source of pollution” and was reasonably simple to implement. The resulting initiative culminated in the first lighting regulation for Chile, specifically covering only the three regions of northern Chile with major astronomical observatories. This “norma” was established in 1998 by Decreto Supremo No. 686/1998. Only partial-cut-off lighting was required and no spectral limitations were imposed at that time. Sodium lighting was recommended, but it was soon found via initial, small-scale, test projects – involving about 30 low-pressure sodium (LPS) lamps – that supplies of LPS lamps to Chile were not reliable in terms of useful life. The municipalities were advised by AURA-O to allow HPS lamps, and these were widely adopted.

After the above mentioned regulations were established, AURA-O collaborated with CONAMA and the other major international optical observatories in Chile (ESO and Carnegie/Las Campanas) to establish the “Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile” (OPCC), which has as its mission to support the implementation and enforcement of the lighting regulations. The OPCC advocates appropriate lighting, conforming to the regulations but also serving the public needs. It acts as consultant on a wide variety of lighting projects, from proper municipal street lighting to appropriate lighting in active open-pit mines. AURA-O continues to oversee the OPCC, providing funding (together with the other international observatories), accounting services, and high-level management oversight. The OPCC now counts on sponsorship and collaboration not only from the Chilean Ministry of Environment (“Ministerio de Medio Ambiente”, or MMA, which grew out of the original CONAMA), but also from the Ministry of Foreign Affairs, which manages all relations between the international observatories in Chile and government entities.

Given over a decade of experience with the original norma, and an imminent threat of blue LED lighting, work was put in place around the time of the International Year of Astronomy to introduce new, more stringent requirements. Full cutoff lighting is now required by the new norma lumínica that was adapted (D. S. No. 043, 2013 MMA), along with spectral restrictions on the percentage of blue light allowed. These new regulations are exemplary in their control of the color temperature of outdoor lights and in their advocacy of full cutoff lighting. However, the new regulations are quite new, and as mentioned in the Chilean President’s speech, the measurement and enforcement procedures are just now being worked out. As we have been doing for almost two decades, AURA-O continues to work with all levels of government in Chile through the OPCC, and for matters affecting the

AURA-O property, AURA-O works directly with the national, regional, provincial and municipal governments.

An important element of AURA-O's strategy in promoting dark skies has been to work with local municipalities and tourist organizations to encourage the development of astro-tourism. As previously mentioned, NOAO/CTIO contributed the telescope and dome for the first municipal observatory in Chile, Mamalluca, in nearby Vicuña. With the success of that endeavor, which was soon overwhelmed by demand for public viewing, other entrepreneurs followed suit, quickly making the Elqui Valley the prime destination for astro-tourism. There are now more than eight municipal or touristic observatories in the region, not counting the smaller telescope installations operated by hotels and at campsites throughout the valley. AURA-O has worked with and encouraged most of these touristic initiatives, including NOAO/CTIO's support for training for astro-guides in collaboration with a local university and Gemini's support for materials at the observatories and providing venues for broad public exposure to their missions and their activities.



Figure 11: The first municipal observatory of Chile, Mamalluca, just outside of Vicuña. The observatory was founded in 1994 with support from AURA-O, and has become a major touristic nighttime destination. The observatory is within sight of the AURA Observatory. (Image license under CC BY-SA 3.0 via Wikimedia Commons).

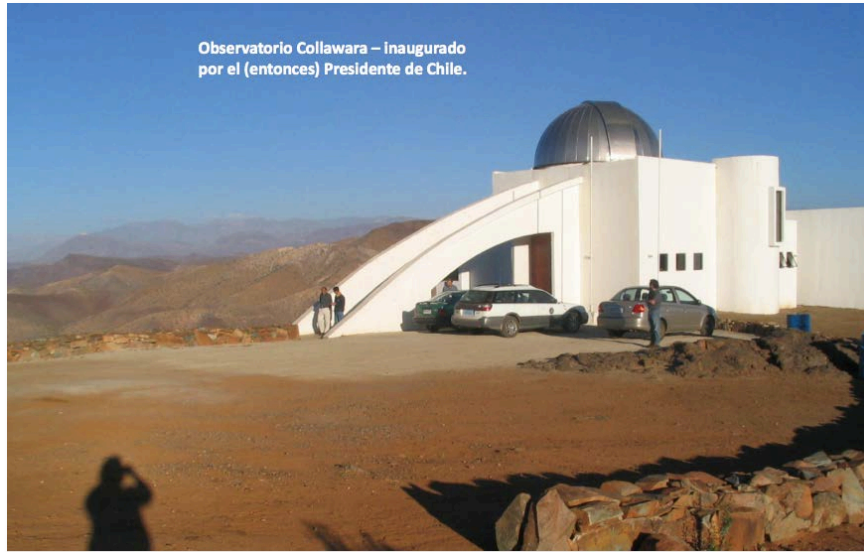


Figure 12: The touristic Collawara Observatory near Andacollo is shown. During the dedication of it in 2004, which was attended by then President Lagos of Chile (himself an amateur astronomer), the Chilean Minister of the Economy praised the economic model that had been stimulated via this cooperation between the local communities and AURA. The observatory is within sight of the AURA Observatory. AURA helped the locals select the observatory site, and supports the training of observatory guides and provides some astronomical equipment such as eyepieces and star atlases to the observatory.

More information about the touristic observatories within 100km of the AURA-O site can be found at: <http://www.ctio.noao.edu/noao/content/Astro-Tourism-Chile>

VIII. Interpretive and Education Programs Related to Dark Skies/Natural Darkness

The Education and Public Outreach Group at Cero Tololo Inter-American Observatory has a broad-ranging EPO program with a strong emphasis on dark skies education. This EPO program is described in general at

<http://www.ctio.noao.edu/noao/content/NOAO-S-EPO-Programs>

The program includes an active year-round Globe at Night program, the distribution of dark skies teaching kits developed at NOAO-North to classrooms, the training of teachers on dark skies issues, a course for teachers and students on light spectra and the types of lighting, and a traveling planetarium program that covers key dark skies issues. The observatory has been active in a training program for guides at touristic observatories and also offered supplemental training on conducting binocular-based programs in collaboration with them.

The most recent outreach work of NOAO/CTIO includes a strong education program related to dark skies for eco-tourism with the organization El Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), The Center for Advanced Studies of Arid Zones. The

CEAZA project has conducted numerous training sessions in the coastal areas immediately north of La Serena, Chile devoted to dark skies and the role of dark skies for sustainable tourism in Chile. NOAO has also been instrumental in creating a small astronomy teaching center/science center called the Centro de Apoyo a la Didáctica de la Astronomía (CADIAS) located at the entrance to the Elqui Valley, where the observatories are located. CADIAS serves as a visitors' center and also supports a Chilean public library well-stocked with astronomy education materials and books. The NOAO/CTIO EPO program has a large set of sky quality meters available for loan for educational use. NOAO/CTIO also works with the Fray Jorge Biosphere Reserve to the south of La Serena, which has been declared a Starlight Reserve.

There are plans for the International Year of Light 2015 Quality Lighting kits to be translated into Spanish and used for teacher professional development in Chile. These kits will also be distributed worldwide through NOAO's partners IDA, SPIE-The International Society for Optics and Photonics, CIE – The Commission Internationale de l'Eclairage/The International Commission on Illumination, and the Optical Society of America Foundation.

The Gemini South Public Information Office (PIO) has also developed interpretive and education programs related to dark skies. The Gemini South program is described generally at:

<http://www.gemini.edu/pio/?q=pio>

Gemini's outreach program also includes a component regarding preservation of dark skies and wise illumination practices, which help avoid waste of energy and money. From the start of the highly successful (inflatable) Mobile Planetarium program more than a decade ago, it has provided a portable, practical guide to the skies for schools throughout the AURA-O buffer region. During the presentations, the planetarium operator shows what happens to the night sky as one comes into towns and cities from the countryside – by slowly turning up the lights so that the star images in the planetarium sky start to disappear.

Most recently, Gemini has been moving to incorporate the latest public-school curriculum that the Chilean Ministry of Education has approved in its planning. Once these plans are known in detail, Gemini will be able to design a program relevant to light in all its aspects (more specifically, the preservation of dark skies, light pollution, how it affects people's health, the environment, animals, birds, insects, sea turtles etc.). This program will use as a basis much of what emerges from the celebration of the International Year of Light this year. Finally, Gemini takes care to include the Director of the Office for the Protection of the Skies of Northern Chile (OPCC) in its various annual events.

IX. Dark-Sky Measurements: Historical and Ongoing

(a) Baseline, 2008

The measurements made from the summit of Cerro Tololo in December, 2008, using a CCD camera and a customized small telescope, capable of measuring V magnitudes down to within 5 degrees from the horizon, were published in a refereed journal in 2010

(Kriscuinas et al. 2010, *P.A.S.P.*, 122, 373-377). Figure 10, taken from that paper, shows that the sky background from 15 degrees over the horizon up to the zenith - even in the azimuth direction of the strongest source of light pollution (the La Serena/Coquimbo metropolitan area) - was consistent with no significant broad-band light pollution above zenith distance 75 degrees and a sky background level of $V \sim 21.8$ magnitudes per square arcsecond.

(b) SQM-L Measurements Over the AURA-O Property

Measurements of zenith sky background have been made repeatedly at various locations throughout the site. The most extensive set were taken on a photometric night in March 2010 using Sky Quality Meters (SQM-Ls) at the mile markers going up the road from the observatory gate entrance in the Elqui Valley up to the summits of Cerro Tololo and Cerro Pachón. Repeats of these SQM-L measurements made in April and May 2015 show no significant change between the values taken in January and March 2010. For example, on Cerro Pachón, near the SOAR telescope, with the galactic anticenter overhead, raw readings taken three times at the same site at 6 degrees C were 21.34, 21.34, 21.41 magnitudes per square arcsecond, which agree remarkably well with the January and March 2010 values.

For the purposes of this proposal, we include a summary of only the 2015 measurements in tabular form (Table 1) with the locations within the AURA-O property shown in Figure 13.

Table 1: SQM-L Measurements made in April and May 2015 along the road to the summits of Cerro Tololo and Cerro Pachon. The SQM-L measurements are generally an average of between 3 and 7 measurements at slightly different points in the sky. For most these measurements, the Milky Way was directly overhead, so a correction of approx. 0.4 is appropriate, as shown in Figure 14. Thus the AVERAGE corrected SQM-L value for dark sky at the site without Milky Way contamination is approximately 21.8 magnitudes, which corresponds to a V-magnitude of about 21.9 at solar minimum.

Location #	South	West	AVG SQM-L
1	30.089750	70.836972	21.39
2	30.194056	70.818917	21.45
3	30.195806	70.779889	21.43
4	30.179583	70.794406	21.41
5	30.169167	70.806389	21.45
6	30.228611	70.772556	21.37
7	30.250167	70.739750	21.37
8	30.238167	70.733806	21.36
9	30.182472	70.840278	21.40
10	30.140260	70.854400	21.42
11	30.116111	70.860972	21.39
12	30.073028	70.816500	21.40

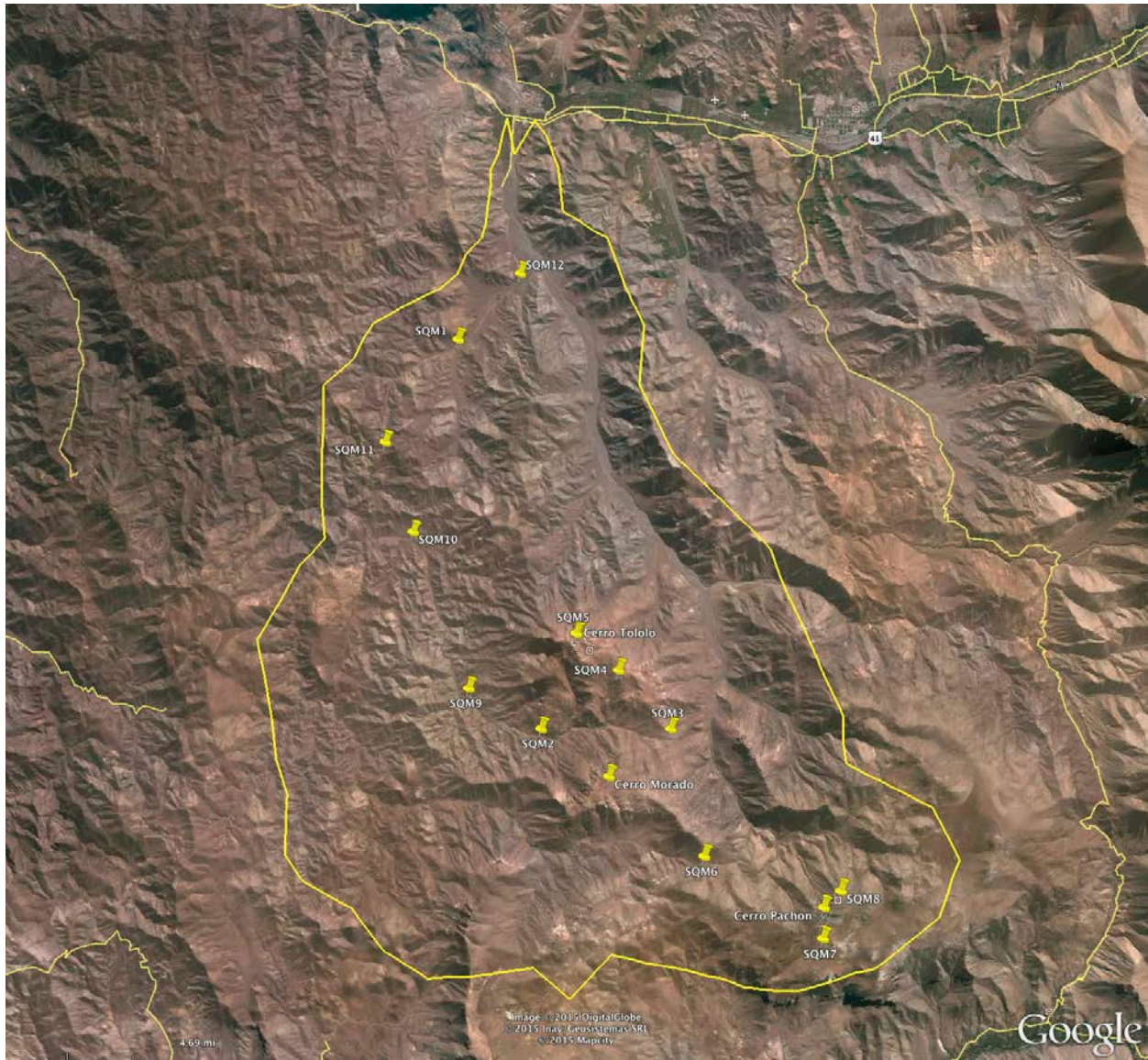


Figure 13: Sites of the 2015 SQM-L measurements.

(c) Preference for SQM-L over SQM and Corrections Applied to Raw Readings

The SQM units have large fields of view and therefore their measures of background sky brightness often need correction for at least the presence of stars and the Milky Way in the measurement beam. The SQMs used in our site characterization have beams with FWHM ~ 20 degrees (SQM-L, #2791) and ~ 80 degrees, (SQM, #1277). Figure 14 shows what happens when the two devices are mounted looking at the zenith when the galactic anticenter (with Sirius and other stars) passes through the beams. At peak flux, the reading is about 0.4 magnitudes per square arcsecond brighter in the SQM-L beam (filled with the light from the Milky Way) compared with the readings taken when the Milky Way has passed out of the beam. This contrast is much smaller in the 80 degrees SQM beam (which has fainter, background light in much of its beam even when the Milky Way is in the center of the beam). Additional tests using the Dark Sky Meter App on an iPhone5 showed good

agreement with the SQM-L values, so we have stopped using the SQM, relying now only on the SQM-L.

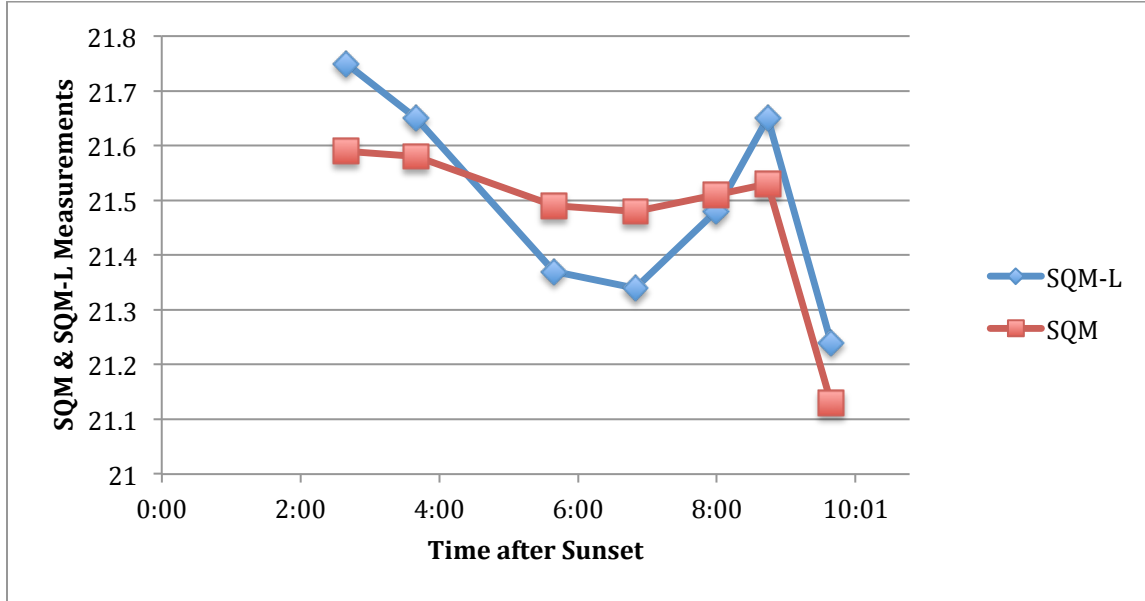


Figure 14: Comparison of Sky-Quality Meters in January 2010 as the galactic anticenter passes through their beams. SQM (red) has a field of view (FOV) of ~ 80 degrees, so the effect of the Milky Way passing through its beam is diluted (see text). The SQM-L (blue) has proved more sensitive, with its FOV ~ 20 degrees, as the Milky Way passage is much more pronounced. Based on these readings, we estimate that SQM-L readings pointed near the Milky Way need a roughly 0.4 mag correction to correspond to “dark sky” measurements. About 9 hours after sunset, the brightening effect of dawn starts to appear in the field of view of both detectors.

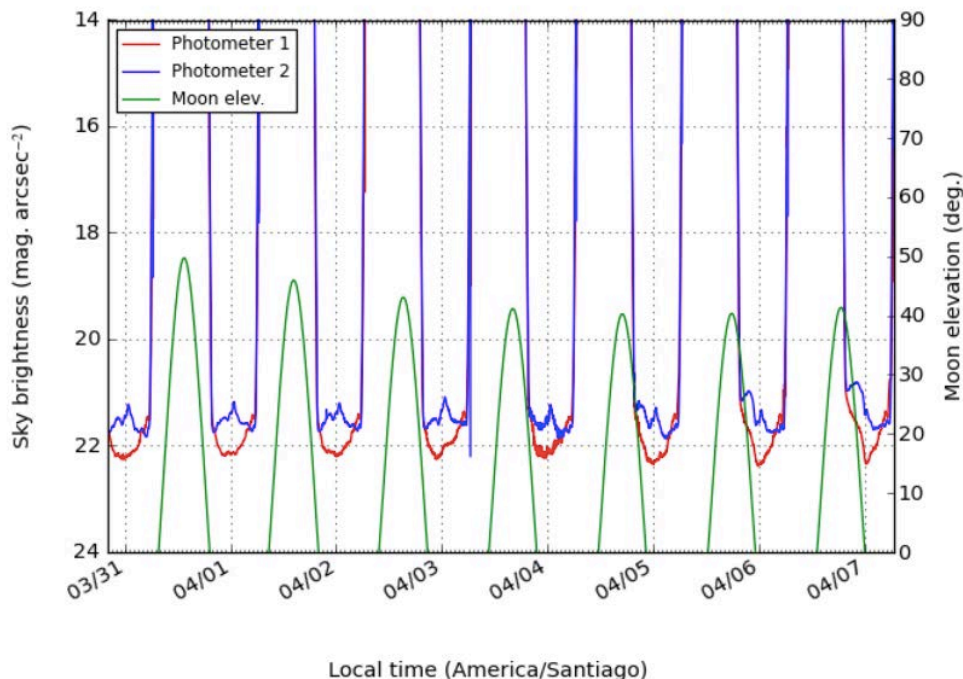
To convert the SQM and SQM-L measures shown in Table 1 and Figure 14 to V band, add *very* roughly 0.13 magnitudes per square arcsecond (Falchi, 2011, MNRAS, 412, 33-48). The first blue point in Figure 12 at about 2 hours after sunset corresponds to an SQM-L reading of about 21.75, i.e. $V \sim 21.88$ magnitudes per square arcsecond.

To relate the measurements between the summits of Tololo and Pachón with those taken along the roadways, the SQMs were used in the same part of the Tololo summit used for the work by Kriscuinas et al. in Dec 2008, and gave consistent readings.

These measurements were taken in 2010, after solar minimum had passed. The darkest (solar minimum) sky-background conditions at AURA-O are estimated to correspond to about $V=21.9$ magnitudes per arcsecond at the telescopes and over all of the property except for an area within about 2 km from the main entrance, which is near the main road up the Elqui Valley.

Additional measurements using IDA's Night-Sky Brightness Monitors (NSBM) were taken from the summit area of Cerro Tololo during the period 2010-2013. AURA-O served as the southern-hemisphere site used for beta-testing the NSBMs. After a year of superb data taken at the summit of Cerro Tololo (all delivered with the help of the IDA, directly to its website), as good as any from the sites being tested (e.g., Figure 15), the device began to prove too unreliable for continuous use.

Cerro Tololo Inter-American Observatory (Unit 28)



Raw measurements by night.

Figure 15: NSBM readings taken in March/April 2014, a few months before its unreliability became significant. Red=detector pointed at zenith. Blue=second detector pointed to the sky over the La Serena/Coquimbo conurbation (zenith distance 60 degrees, azimuth 309 degrees). Green = Moon elevation. The moon starts to obviously affect the data from the second detector (blue curve) at the beginning of the last two nights. Earlier in that week, one can see the effect of the passage of the setting Milky Way over La Serena/Coquimbo.

AURA-O is committed to continuing to monitor the status of the skies above the site. The skies will be monitored on an annual basis with SQM measurements at the same or similar locations used for the 2010 and 2015 measurements. In addition, we will pursue reinstating the NSBM monitoring program as soon as we can obtain reliable units again, and will submit the data to the IDA. Finally, we are pursuing multiple avenues for the development of active, all-sky camera monitoring of sky brightness on a daily basis. The LSST project has installed a new all-sky camera to measure twilight and sky brightness as a function of lunar phase as well as distance from the moon. We will work with LSST to investigate the use of these data for long-term sky brightness monitoring. We also hope to

collaborate with other international observatories, as well as the IDA, to develop a standardized all-sky brightness measurement system that could provide measurements across the sky, both in altitude and azimuth. Such a system will not only be useful for monitoring all dark-sky sites, but will also be useful for identifying local threats early so that we may work with the communities to ensure the protection of our dark skies.

X. Lightscape Management Plan

A full version of the Lightscape Management Plan is in Appendix 2. Key features of this Lightscape Management Plan are:

- A) The written policy meets or exceeds applicable local governmental policies regarding outdoor lighting and conforms to all local, regional, and national laws.
- B) The plan stipulates minimum use of light only when it is needed, where it is needed, and in the appropriate amount for the identified task.
- C) All of the outdoor lighting fixtures must be fully-shielded and timers and motion sensors are encouraged to control them where appropriate.
- E) The correlated color temperature of installed lighting shall not exceed 3000K.
- F) The RASC/IDA Guidelines for Outdoor Lighting (GOL) are met or exceeded for the lighting throughout the site.

XI. Lighting Inventory and Plan for Compliance

For the majority of the geographic area of the proposed sanctuary, there are simply no lights. The 40 km road from the entrance to the summits of both Cerro Tololo and Cerro Pachon is unlit. The lights described below are located only in the operational support areas of the Observatory, such as the dormitories and areas near the cafeteria, for example.

The lighting inventory conducted for the sanctuary has identified the classes of lights, the degree of shielding, and the level of compliance with our LMP and (more generally) good lighting practices, such as those defined in the The Royal Astronomical Society of Canada's/IDA Guidelines for Outdoor Lighting (GOL). The two tables below describe the location and nature of each light source (Table 2) as well as illustrate the nature of each type of luminaire and bulb type (Table 3, 16 types). We identify a total of 75 outdoor lights, of which 63 currently meet the standards of the LMP (84% compliance to date), including various units that have been disabled (lights that were infrequently or never used that we decided to disable by cutting their power until such time as we replace them with fully shielded units or simply eliminate them). Almost all exterior lights are normally turned off after astronomical twilight, as we have always tried to eliminate all outdoor nighttime lighting during telescope observation periods.

It should be noted that many older lights in the proposed sanctuary area are broken, disabled, or simply not used. Since the observatory has been in operation for nearly half a century there are a significant number of these inoperable “legacy” lights. An initial assessment of these lights has already been done. They have been identified and future action will be to direct maintenance and facilities personnel to remove most of them.

As stated in our Light Management Plan, we are committed to removing or replacing all non-compliant lights within five years (aiming for 100% compliance in 5 years), with a major effort to be undertaken in 2016 starting with a much more detailed analysis of the lighting. This detailed analysis will include both an analysis of the needs around the site, mostly driven by safety, and a systematic study to eliminate or modify all non-compliant lighting so that we can be an example for other sites. This study of all lighting will be undertaken for the AURA-O proposed sanctuary site during 2016 under the supervision of Dr. Malcolm Smith and Pedro Sanhueza. Their report will describe in detail all of the outdoor lights in the proposed sanctuary area and will include recommendations to improve or eliminate those that are unnecessary or non-compliant. This study will be similar to the one recently done at NOAO headquarters in Tucson with advisement provided by the IDA.

Furthermore, the study will look for lights that do not appear to be adequate examples of good lighting, even though they may be in compliance with the LMP and generally accepted good lighting practices. Examples of such lights include those under the roofs of outdoor corridors, which are shielded by the roofs, but do not serve as good examples of fully shielded luminaries. We realize that the perception of good lighting is important, and will work to create an example of good lighting practices above and beyond the standards we set in the LMP. We view the study effort and its implementation as an opportunity to upgrade and improve our lighting with safety, color, and night-sky brightness in mind, per our LMP policies.

We plan to leave a few very old inoperative lights in visible locations where they can be used as illustrations of unshielded or poor quality lighting. However, as previously mentioned, we are planning on removing most of these poor quality, non-working legacy lights in order to not give the impression to day-time visitors that we still ever use these lights.

Our major contaminant on the observatory mountain tops is lights leaking from interior rooms through windows that are incompletely or incorrectly covered. As part of our efforts to ensure compliance with the LMP, we will also launch a campaign of both identifying badly installed window coverings and educating our on-site staff about the importance of shielding windows to ensure no light escapes.

Table 2: AURA Property Lighting Inventory for Proposed Sanctuary

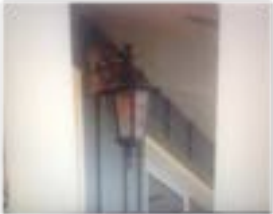
Location	Light	Fixture	Fully Shielded	Special Purpose (<500 initial lumens)	Application	Conformity with LMP
Main Access (Control Puerta)	A	2 HPS pole fixture, 100 W	YES	NO	Road Illumination, Occasional use	YES
	B	4 incandescent lamp, 15W	YES	NO	Building egress	YES
	C	changed bulb, now type B	YES	NO	Building wall	YES
Green Dorms at Cerro Tololo (10 unidades)	D	11 Wall mount fixtures, 15W red lamp and white cover	Under roof	YES	Corridor, under roof	Yes, shielded by roof
Tololo Houses (casas Tololo)	E	2 Colonial style Wall mount, lamp on roof of luminaire 60W White Incandescent	NO	NO	Wall mount outside entrance and back patio	Yes, disabled
	F	5 Colonial style Wall mount, lamp inside roof of luminaire, 15W red incandescent	YES	YES	Wall mount outside entrance and back patio	Yes
	G	6 Colonial Style Wall mount, lamp on base of luminaire, 15W red incandescent	NO	YES	Wall mount outside entrance and back patio	Yes, disabled
Las Tacas offices	D	3 Wall mount fixtures, 15W red lamp and white cover	NO	YES	Building egress	NO
Tololo casino	H*	3 wall mount fixtures horizontal and opposite lamps, 40W incandescent (6 lamps, all bad/not in use)	NO	YES	Building egress	Yes, (not in use)
	I*	2 Appleton White 25W incandescent fixtures (not in use, one covered with aluminium layer)	NO	YES	Parking lot and Stairs	Yes, (not in use)
Tololo dorms	D	14 Wall mount fixtures, 15W red lamp and white cover	Under roof	YES	Corridor, under roof	Yes, shielded by roof
Pachon casino	J	3 semi turtle fixtures for stairs, 60 W White	NO	NO	Stairs	NO
20 Unidades	K	1 colonial style fixture. 100 W Incandescent opal white	NO	NO	Building egress	NO
	L	2 colonial style fixture, 60 W white incandescent	NO	NO	Building egress	NO
	M	1 Colonial style fixture, 15 W red incandescent	NO	YES	Building egress	NO
Pachon dorms	N	1 turtle Wall mount	NO	NO	Stairs	NO
ALO Building (behind Pachon dorms)	O	1 turtle Wall mount, fully unshielded, 15 W red light	NO	YES	Corridor	NO
Tololo Telescopes	P*	9, embedded in wall, internally shielded 7,5 W red incandescent	YES	YES	Building egress	YES, (not in use)
	D*	4 wall mount fixtures, 15W red incandescent long ago disabled	NO	YES	Building egress	YES, (not in use)
	H*	1 wall mount fixtures horizontal and opposite lamps, 40W incandescent long ago disabled	NO	YES	Building egress	YES, (not in use)

Table 3: Characteristic Lighting Types, Color, Wattage, and Luminous Fluxes

Label	Illustration	Description	Luminous Flux (lm)
A		Lamp Type SAP 100W	10500
B		Lamp Type 60 W Transparent Incandescent	715
B		Lamp Type 60 W Incandescent frosted	644

C		Lamp Type 80W Incandescent PAR 38 (bulb removed during proposal development)	2000
D		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200
D		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200
E		Lamp Type 60 W Transparent Incandescent	715

F		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200
G		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200
H		2 Lamp Type 40W Transparent Incandescent	415
H		2 Lamp Type 40W Incandescent Transparent	415

I		Lamp Type 25W Incandescent frosted	200
I		Lamp Type 25W Incandescent frosted	200
J		Lamp Type 60W Incandescent OPAL	644
K		Lamp Type 100W Globe Incandescent frosted	890
M		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200

L		Lamp Type 60W Incandescent frosted	644
L		Lamp Type 75 W Transparent Incandescent	890
N		Lamp Type 60W Incandescent frosted	644
O		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200
P		Lamp Type 15W Red Incandescent	<200

XII. Conclusion

The proposed “Gabriela Mistral IDA Dark Sky Sanctuary” represents an enormous opportunity to create and preserve a truly exceptional place, in terms of its historical, scientific, environmental, and cultural values. The dark skies of this area are renowned not only in South America, but are considered one of the most important dark sky locations in the world. This proposal has outlined AURA-O’s sincere and passionate commitment to dark skies in general, our further commitment to understanding the details of our illumination systems already in place, and our plan to pursue a long-term effort to improve the sanctuary area as well as the surrounding region. We have documented the existing night sky brightness levels and developed an understanding of the potential threats to the long-term preservation of these marvellous skies.

Although the sanctuary location itself is somewhat isolated, AURA-O has been highly proactive in reaching out in all directions from the sanctuary with our educational programs and partners. We have teamed with schools, universities, government programs, the touristic observatories, and private foundations in order to promote the broad message of dark sky awareness. We are very proud of our outreach efforts and their impact. AURA-O has also been an excellent partner and supporter of the ecotourism movement in northern Chile. The touristic observatories of the region are famous for their large numbers of visitors and their educational impact. Indeed, we hope (and plan) that the designation of this dark sky sanctuary will be catalytic in the further growth of this important industry in Chile.

This plan also furthers the protection of the nocturnal habitat for animals and plants in the El Totoral Reserve and the surrounding region. It encourages private landowners as well as government organizations in the Elqui Valley and the larger Region of Coquimbo to recognize the value of our dark sky resources and to continue in a proactive conservation effort. The international recognition that this designation will bring will certainly have a most positive and sustained effect on illumination planning and regulation in northern Chile.

By accepting this proposal from AURA-O, the future Gabriela Mistral IDA Dark-Sky Sanctuary in Chile will continue to help our organization to expand and support the protection of dark skies over northern Chile. This will be advantageous to the protection of the environment and to astronomical research, and indeed will reinforce the efforts of the IDA in South America in both of these areas. We look forward to a positive response from the IDA to our proposal, with the sincere hope that the creation of the Gabriela Mistral IDA Dark Sky Sanctuary can occur soon.

Appendices

Appendix 1: Letters of Nomination

1a: Letter of Nomination by IDA qualified nominator Malcolm G. Smith
(see attached file: A1a_LetterMGS.pdf)

1b: Letter of Nomination by Sanctuary administrative authority, R. Chris Smith
(see attached file: A1b_LetterRCS.pdf)

Appendix 2: AURA Observatory Lightscape Management Plan (LMP)

(see attached file: A2_AURAO_LMP.pdf)

Appendix 3: Chilean Regulations Protecting the AURA Observatory Site and surrounding regions

3a: Decreto Supremo No. 99 de 1977, declaration of AURA-O site as “Area of Scientific Interest” by the Chilean Government
(see attached file: A3a_Decreto99_1977.pdf)

3b: Decreto Supremo No. 686 de 1998, the 1998 Chilean Lighting Regulation (“Norma”)
(see attached file: A3b_Decreto686_1998.pdf)

3c: Decreto Supremo No. 043 de 2012, the 2013 Chilean Lighting Regulation (“Norma”)
(see attached file: A3c_Decreto043_2012.pdf)

Appendix 4: Letters of Support

4a: Letter from the Chilean Ministry of Foreign Affairs (MFA), on behalf of the Chilean Government
(see attached file: A4a_Letter_ChileanMFA.pdf)

4d: Letter from the Program Officer for the Chilean-based office of the U.S. Air Force Office of Scientific Research (AFOSR)
(see attached file: A4d_Letter_AFOSC.pdf)

Appendix 1a: Letter of Nomination by IDA qualified nominator Malcolm G. Smith
(see attached file: A1a_LetterMGS.pdf)

John Barentine
International Dark-Sky Association
Tucson, Arizona, USA

CTIO, Colina el Pino, s/n
Casilla 603, La Serena, CHILE

20 May, 2015.

Hi John,

Following our recent correspondence, I am hereby initiating this IDSS Nomination as an IDA Lifetime Member (who, was an at-large IDA Board Member for almost a decade and in 2012 the recipient of the IDA's David Crawford Lifetime Achievement Award). I have been involved over the last couple of decades in a team effort at our observatory to provide a professional example for the protection of the skies of northern Chile.

Yes, it has gone well, but we cannot relax. Therefore, as you can imagine, we are particularly excited to have the encouragement of the IDA and some of its Board members to make this attached Application for consideration of the AURA Observatory in Chile as the first IDSS.

I hope you and the IDA Board will see from our application that the AURA-O is a special place that we are doing our best to look after.

UNESCO and the Chilean government are also taking seriously the AURA-O initiatives to protect the cultural aspects of major mountain-top observatories under dark skies as a heritage for mankind. AURA, as an organization, is giving us particularly strong support via its AURA-O Director, Chris Smith.

We work quite closely with the other major observatories in Chile, via the Oficina para la Protección de los Cielos del Norte de Chile and its director, Pedro Sanhueza.

On a more personal note, this place is where, for example, as a young professional astronomer arriving at Cerro Tololo, I first saw the zodiacal light (and I must confess that it was so bright that, as we came up to the summit of Cerro Tololo, I thought it must be light pollution coming from somewhere behind the 1.5m telescope! Figure 7 of this application catches part of that wonder that I had, when I realized that the bright "light pollution" was setting and the galactic plane was so prominent, seen moving towards the zenith in these southern skies.

I hope you and the IDA Board will be able to derive from this document not only the formal, quantitative information you need to assess this Application, but also behind it all a feeling for the passion our group of

4 authors has for protecting this amazing place. Increasing numbers of professional astronomers arrive here from the United States and other "developed" countries who have not even seen the Milky Way with their naked eyes.

The thrill of this kind of activity stretches out now as our group has reached out to hundreds of school teachers, who in turn reach out to thousands of school children in Chile (and now to other countries who are showing interest). Our local outreach group has grown from 7 local schools.

We benefit closely from the active, strong support of the truly excellent NOAO-north group in Arizona, which is led by Steve Pompea (our fourth Application-group member) and includes Connie Walker.

From an initial reaction from authorities in the mid 90s along the lines "listen gringo, if you want fancy lights here, buy them yourself!" we have had praise from Presidents of Chile and a Minister of the Economy has remarked positively in a speech about how our economic model for astrotourism has created employment in towns and villages in the area.

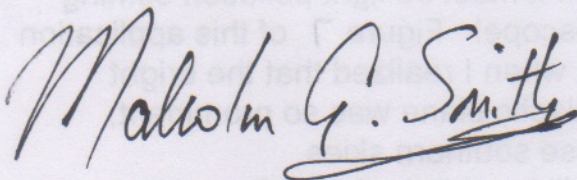
The first community to start to take us seriously is Vicuña. That is only one more of the many reasons why we would like to recognize our debt to the people of the Elqui Valley who worked with us from those early days - by naming the DSS "IDA, Gabriela Mistral, International Dark Sky Sanctuary".

We have always had strong backing from the IDA. I hope this is going to prove yet another new and significant step forward together in our working relationship, which I honestly believe will help the IDA as well as the AURA-O. Much more important even than that is that an IDA IDSS Designation will help our joint efforts to protect other dark sky places - in this area and around the world - for humanity.

Obviously, if you have questions that anyone may have after reading the attached Application, I know you will not fail to let us know and we will get back to you as soon as possible.

Thanks, yet again, John for all the help and support that IDA continues to give us all.

Saludos desde Chile.

A handwritten signature in dark ink, reading "Malcolm G. Smith". The signature is fluid and cursive, with the first name "Malcolm" being the most prominent part.

Malcolm G. Smith (Astronomer).

Appendix 1b: Letter of Nomination by Sanctuary administrative authority, R. Chris Smith
(see attached file: A1b_LetterRCS.pdf

May 21, 2015

John Barentine
Program Manager
International Dark-Sky Association

Dear John,

As Director and Head of Mission of the AURA Observatory in Chile (AURA-O), I am writing to support the nomination and proposal that the AURA-O site located in the Elqui Valley of northern Chile be designated as an International Dark Sky Sanctuary, and express our institution's commitment to the statements and policies made in the proposal as well as our ongoing commitment to preserving the dark skies in the region around the site and around the world!

The AURA-O site was purchased in November 1962 for the express purpose of establishing the first major international observatory in Chile, the Cerro Tololo Inter-American Observatory. Since that time, the site has been actively protected as a natural preserve. The roughly 90,000 acres of land only has a few acres of developed areas, consisting of the observatory facilities atop Cerro Tololo and Cerro Pachón. The rest of the area has been preserved as a buffer zone for the observatory, as well as a largely untouched natural preserve protecting not only the observatory and its world-leading nighttime observations, but also the flora and fauna within the property.

Since the early 1990s, AURA-O and many of its staff here in Chile have been leaders in the development of the message about protection of the dark skies in Chile and the world. Staff scientists and observatory directors including Malcolm Smith, Mark Phillips, Hugo Schwarz, Alistair Walker, and others led in documenting the impacts of light pollution as well as in building a working relationship with the governmental authorities at the local, regional, and national levels in order to protect the skies over the Elqui Valley. In turn, the Chilean environmental authorities responded, both by establishing a first set of lighting regulations in 1998 and by founding an organization in collaboration with the international optical observatories in Chile to promote the protection of the quality of the night skies in northern Chile, the "Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile", or OPCC, led by Pedro Sanhueza (formerly a staff member of the Chilean environmental protection agency).

With this proposal to become an International Dark Sky Sanctuary, AURA-O signals its pledge to continue its work in the protection of dark skies in the region. We are committed to



The AURA Observatory in Chile

Casilla 603
La Serena, Chile
Tel: (56) 51-2205200
Fax: (56) 51-2205356

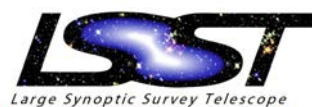
implementing a rigorous lighting plan that will not only be useful in preventing local light pollution from affecting the extremely sensitive astronomical observations made nightly from our mountaintops, but that can also be used as an example of good lighting practices for other facilities and communities in the region. We are also committed to continuing our efforts in education and public outreach, both through our work with teachers and students in the region as well as through major public events such as Globe at Night and AstroDay. We will continue to work with Chilean authorities at all levels to promote the protection of the skies as a natural resource and a national patrimony that all Chileans share and need to protect for future generations. We hope that the designation of the AURA-O site as a dark sky sanctuary will help us further these commitments, and help us generate momentum to spread the protection to other nearby sites and communities, encouraging them to follow up with proposals for additional Dark Sky Places in the region.

In closing, I would like to thank you for your help first in developing the outline and timetable for this proposal, and then later in reviewing the documentation and providing guidance for a complete proposal. We hope for a positive review by the DSPC, and we look forward to continuing to work with you and the IDA in the protection of dark skies in Chile and around the world.

Sincerely,

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. Chris Smith".

R. Chris Smith, Director/Head of Mission
AURA Observatory in Chile



Appendix 2: AURA Observatory Lightscape Management Plan (LMP)
(see attached file: A2_AURAO_LMP.pdf)

Lightscape Management Plan for the AURA Observatory in Chile: El Totoral Site in the Elqui Valley

1. Basic Policy Foundations of the Lightscape Management Plan

This AURA-O Lightscape Management Plan will be the governing lighting policy document for the AURA-O site in the Elqui Valley of the Region of Coquimbo, Chile, encompassing Cerro Tololo, Cerro Pachón, and Cerro Morado. This includes the mountaintop telescope sites of the Cerro Tololo Inter-American Observatory, the Gemini South telescope, the Large Synoptic Survey Telescope, the SOAR telescope, and other smaller facilities on the property. The property is owned and operated by the AURA Observatory, protected under Chilean law, and is subject to Chilean lighting regulations.

This policy on night-time lighting applies to the whole AURA-O observatory property – the legally-protected area also known as the El Totoral Reserve. This policy shall be binding upon all areas of the site, from the gate-house to the summits of Cerro Tololo, Cerro Pachón, and Cerro Morado.

Safety is of the highest consideration for AURA-O employees and visitors and cannot be compromised. None of these policies shall be constructed or construed as limitations that can compromise safe operations at the Observatory. It is noted that the Observatory functions 24 hours a day, specifically with astronomical observations occurring all night long almost every night of the year.

This management plan is subject to regular review by AURA legal and safety teams.

2. Policy Tenets of the Lightscape Management Plan

2.1. The fundamental basis of AURA-O night-time lighting policy is to only use the minimum light when it is needed, where it is needed, and in the appropriate amount for safe activities in a given area. The illumination level produced by all light fixtures should be as low as practical.

For the purposes of this policy, only functioning lights used on a regular basis are subject to this policy. Regular is defined as daily, weekly, or monthly. Lights that are used regularly that are not in compliance with this policy will be changed, disabled, and/or removed as part of the long-term plan for the sanctuary. Lights that are not used regularly (e.g., emergency lights) are exempted from this policy. In general, lights no longer in use will be removed as this plan is put into full implementation.

2.2. This policy conforms to all local, regional and national regulations and exceeds applicable guidelines from the Chilean lighting regulations. If there is a conflict between

Chilean regulations and this policy, Chilean law will prevail. Note: There is no identified conflict at this time.

3. General Guidelines for Outdoor Lighting on the Site

3.1. We explicitly adopt the fundamental aspects of the 2013 Lighting Regulation as published by the Chilean government. Aspects of the regulation that may be applicable to our environment include:

- a) All general outdoor lighting must be full-cut-off, which means 0.49cd/Klumen at 90° (i.e., no light distribution above horizontal).
- b) Spectral restrictions: The spectral restriction is divided into three regulated regions of the visible spectrum (as compared to the total light emission between 380 and 780nm): (a) not more than 15% for the range 300 to 380nm; (b) not more than 15% for the range 380 to 499nm; and (c) not more than 50% for 781nm to 1micron.
- c) Illumination is restricted to not more than 20% over the Chilean standard (NSEG 9 n71) for minimal levels in public lighting.
- d) Lighting for externally illuminated signs must be installed horizontally, pointing downward, and must also be full cut off.

3.2. Outdoor lighting fixtures with luminous flux levels of greater than 500 initial lumens that are in regular use will be fully shielded throughout the reserve. Full shielding is defined as emitting no light at or above the horizontal plane passing through the light-emitting elements or optic of the fixture closest to the ground. Outdoor lights that are not needed continuously, or that should be turned off when not needed, will be on timers or motion sensors. Fixtures that are not fully shielded may not be used except on an irregular, interim, or emergency basis.

3.3. Outdoor lighting of less than 500 lumens should also be fully shielded. Units that are unshielded will not be used except on an irregular, interim, or emergency basis.

3.4. All installed outdoor lighting will have a correlated color temperature of no more than 3,000K. A limit of 2,700K is recommended for most uses.

3.5. All special (non-emergency) uses of non-compliant lighting, including both greater than or less than 500 lumens or with color temperatures of greater than 3,000K, used on an interim basis in the reserve must be approved in writing by the AURA-O Director.

4. Area-Specific Guidelines for Outdoor Lighting on the Site

The Royal Astronomical Society of Canada's/IDA Guidelines for Outdoor Lighting (GOL) dated March, 2008 and adopted by IDA in November 2012 give a detailed rationale, evidence, and guidance on night-time lighting policy that is directly relevant to this policy and the AURA-O Lightscape Management Plan.

We have used Section 4 of the GOL as the basis for detailed outdoor lighting planning and guidance where directly applicable, relevant, and safe. The policies set forth below are designed to meet or exceed those described in the GOL.

4.1. Buildings

4.1.1. External lighting

All external lighting in regular use attached to or associated with offices, dormitories, dining rooms, technical support facilities, or other buildings shall be fully-shielded (in compliance with 3.2) and have correlated color temperature of no more than 3,000K. This includes illumination of doorways and steps leading to buildings.

All such lighting should be turned off no later than astronomical twilight. Use of timing circuits or motion sensors is highly recommended.

4.1.2. Interior Lighting and Windows

During day and night, interior lighting should be used only when necessary, and in general should be turned off when rooms are unoccupied.

Window coverings should be installed on all windows, and should be used so that interior lighting will not shine outside at any time past 30 minutes after sunset.

4.1.3. Public facilities

If any public facilities (toilets, vending machines, etc.) are installed on the site, they should be installed in such a way that no light is emitted to the outside after sunset.

4.2. Parking Lots

Parking lots on the site shall have no night-time illumination.

4.3. Roadways and Entrances

Roadways on the site shall have no night-time illumination, except for at the entrance to the Site (the gate house), which will remain illuminated for safety reasons with lighting that complies with the regulations in section 3 of this document.

4.4. Pathways

Pathways around the site shall generally have no night-time illumination. Exceptions may be granted by the AURA-O Director for areas of high traffic or for safety reasons (for example, stairways). Lighting in these exceptions shall be close to the ground (generally <1m), and comply with the regulations stated in section 3 of this document (specifically full cut-off and color temperature <3000K). Use of motion sensors for these installations is highly recommended.

4.5. Signage

Signs within the site shall have no night-time illumination.

4.6. Tower Beacons

Towers erected on the site shall not be fitted with nighttime navigation beacons or other lighting unless strictly required by Chilean authorities.

4.7. Transportation

A major source of intermittent light pollution is related to vehicular lights as staff drive around at night.

Around the telescopes, after astronomical twilight, vehicles shall not use headlights unless it is fully overcast to avoid interference with observations. Conductors should use either the flashing parking lights (emergency lights) or parking lights while driving around the telescope areas at night.

Off summit (off the paved areas), normal headlights should be used at night for safety.

Long-Term Actions to Support the Plan

1. A comprehensive study of all outdoor lighting will be undertaken at the site to describe all outdoor lights and to improve or eliminate any that are unnecessary. Many older lights are broken, disabled, or not in use and will be identified for future action to fix or remove them.

This study will be similar to the one conducted by NOAO-Tucson of its facility. The purpose of the study at El Totoral will be to insure that the sanctuary is an exemplary site in outdoor lighting practice and that older lights be eliminated so that tours of the facility do not give the impression that we are using poorly shielded lights. Dr. Malcolm Smith (CTIO) and Pedro Sanhueza, Director of the Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC), will supervise the study. Once implemented, we will also invite local authorities to review our installations, both to ensure compliance with the strict new Chilean lighting regulations and to serve as a model for other installations in the region.

2. A comprehensive education program on outdoor lighting is an important part of our long-term goal for education and outreach on quality outdoor lighting to the larger region surrounding the sanctuary. To achieve this goal, we will use the Quality Lighting Teaching kits being developed at NOAO for the International Year of Light 2015. We will translate the kits and make significant numbers available for use in classrooms and outreach programs in the Region of Coquimbo, where the reserve is located.

3. The long-term support of this reserve relies greatly upon the efforts of the Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC). It will be important for OPCC to have the field test instrumentation, in addition to its current laboratory test instrumentation, to evaluate any replacement lights installed in the sanctuary or in surrounding towns. OPCC especially needs to test lights outside the sanctuary for

compliance with the new regulations. To this end, AURA-O will support the Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile (OPCC) in obtaining instruments that can be used in the field to assess the spectral distribution of a luminaire. This instrumentation will be used for quickly measuring the color correlated color temperature of new lighting. This field measurement capability will support the new regulation.

An inventory of all the external illumination of the property will be kept by the administration of the Observatory, and it will be updated on an annual basis, along with the sky measurements taken throughout the sanctuary to monitor the darkness of the skies.

Appendix 3a: Decreto Supremo No. 99 de 1977, declaration of AURA-O site as “Area of Scientific Interest” by the Chilean Government
(see attached file: A3a_Decreto99_1977.pdf)

Publicado en el diario oficial de la República de Chile del 04 de Noviembre de 1977 m 29.943

MINISTERIO DE MINERIA

Ministerio de Minería- Dpto. Jurídico
Of. de Partes N 0 20758

DECLARA DE INTERES CIENTIFICO OBSERVATORIO INTERAMERICANO DEL CERRO TOLOLO UBICADO EN VICUÑA, IV REGION PROV. DE ELQUI.

Santiago 4 de Octubre de 1977-

Hoy se decretó lo que sigue:

Num.99 Vistos la Ley N0 15.172 de fecha 7 de Marzo de 1963 y el artículo 17 del Código de Minería, modificado por el artículo 8 del decreto Ley N0 1.759 de 1977; lo dispuesto en los decretos leyes No 1 y 128 de 1973 y 527 y 806 de 1974-

DECRETO

1.0 Declarase de interés científico el Observatorio Interamericano de Cerro Tololo, operado por la Asociación de Universidades para Investigaciones en Astronomía (A.U.R.A.)

2-0 En consecuencia se requerirá permiso del Presidente de la República para ejecutar labores mineras en los terrenos pertenecientes a la Asociación de Universidades para Investigaciones en Astronomía, en las cuales se encuentra instalado el referido Observatorio ubicados en Vicuña, Provincia de Elqui, IV Región que conforman el predio denominado Estancia Totoral con los siguientes deslindes; Norte Cerro Colorado colindante con la Estancia El Pangue, Loma Rodriguillo, Portezuelo Retamilla, Loma divisoria denominada Punta Alta y Comunidad de los González Sur, lomas divisorias de las Estancias de Laguna y de Hurtado; Oriente Cerro Negro, loma divisoria de los Molles colindante con la Estancia de la Arena y Poniente Comunidad de Los Algodones; Estancia La Calera, loma divisoria de la Estancia del Arrayán.

3-0 El presente decreto deberá ser publicado por los interesados en el Diario Oficial de Minería que corresponda.

Anótese, tómese razón; comuníquese y publíquese; AUGUSTO PINOCHET UGARTE General de Ejército; Presidente de la República - Ruben Schindler Contardo Coronel (I) de Carabineros; Ministro de Minería Subrogante- Alfredo Prieto Bafalluy, Ministro de Educación Pública subrogante. Lo que transcribo a Ud. para su conocimiento; Bonifacio Arturo Neira Moraga; Teniente Coronel (I) de Carabineros Subsecretario de Minería suplente.-

Appendix 3b: Decreto Supremo No. 686 de 1998, the 1998 Chilean Lighting Regulation
("Norma")
(see attached file: A3b_Decreto686_1998.pdf)



Tipo Norma	:Decreto 686
Fecha Publicación	:02-08-1999
Fecha Promulgación	:07-12-1998
Organismo	:MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN; SUBSECRETARIA DE ECONOMIA, FOMENTO Y ECONSTRUCCION
Título	:ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE LA CONTAMINACION LUMINICA
Tipo Versión	:Ultima Versión De : 03-05-2014
Inicio Vigencia	:03-05-2014
Derogación	:03-05-2014
Id Norma	:139923
Texto derogado	:03-MAY-2014;Decreto-43
Ultima Modificación	:03-MAY-2013 Decreto 43
URL	: http://www.leychile.cl/N?i=139923&f=2014-05-03&p=

ESTABLECE NORMA DE EMISION PARA LA REGULACION DE LA CONTAMINACION LUMINICA

Núm. 686.- Santiago, 7 de diciembre de 1998.- Vistos: Lo establecido en la Constitución Política de la República en su artículo 19 N° 8 y 32 N° 8; lo dispuesto en el artículo 40 de la ley 19.300; en el artículo 2° de la ley 18.410; en decreto supremo N° 93 de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; el acuerdo del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente de fecha 12 de abril de 1996, que aprobó el Primer Programa Priorizado de Normas; la resolución exenta N° 110 de 13 de marzo de 1997, publicada en el Diario Oficial de 21 de marzo de 1997 y en el diario La Tercera el día 24 de marzo de 1997, que dio inicio a la elaboración del anteproyecto de norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica. La resolución exenta N° 550 de 21 de agosto de 1997, que prorrogó el plazo para la elaboración del anteproyecto de norma de emisión; la resolución exenta N° 293 de 16 de abril de 1998, que aprobó el anteproyecto de norma de emisión, cuyo extracto se publicó en el Diario Oficial de 2 de mayo de 1998 y en el diario La Nación el día 3 de mayo del mismo año; Los estudios científicos, el análisis general del impacto económico y social de la misma; las observaciones formuladas en la etapa de consulta al anteproyecto de revisión de la norma; el análisis de las observaciones señaladas; el acuerdo del Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de la III Región tomado en sesión de fecha 1 de julio de 1998; el acuerdo del Consejo Consultivo Regional del Medio Ambiente de la IV Región tomado en sesión de fecha 7 de julio del mismo año; el acuerdo del Consejo Consultivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente tomado en sesión de fecha 12 de agosto del mismo año; el acuerdo N° 84/98 de 25 de septiembre de 1998, del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente que aprobó el proyecto definitivo de la norma de emisión; los demás antecedentes que obran en el expediente público respectivo y lo dispuesto en la resolución N° 520 de 1996, de la Contraloría General de la República que fija el texto refundido, coordinado y sistematizado de la resolución N° 55 de 1992, de la Contraloría General de la República,

Considerando:

1 La calidad astronómica de los cielos de las Regiones II, III y IV de nuestro país constituye un valioso patrimonio ambiental y cultural reconocido a nivel internacional como el mejor existente en el hemisferio sur para desarrollar la actividad de observación astronómica, permitiendo a esta zona del país albergar varios observatorios astronómicos, como los de Cerro Tololo, La Silla, Las Campanas y Paranal.

2. La necesidad de proteger la calidad ambiental de los cielos señalados amenazada por la contaminación lumínica producida por las luces de la ciudad y de la actividad minera e industrial de las regiones señaladas,

D e c r e t o:

Artículo único: Establécese la siguiente norma de emisión para la regulación de la contaminación lumínica, cuyo texto es el siguiente:

I OBJETIVO Y RESULTADOS ESPERADOS



1.1 Objetivo de protección ambiental y resultados esperados

La presente norma tiene por objetivo prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de la II, III y IV Regiones, de manera de proteger la calidad astronómica de dichos cielos, mediante la regulación de la emisión lumínica. Se espera conservar la calidad actual de los cielos señalados y evitar su deterioro futuro.

II DISPOSICIONES GENERALES

2.1 La presente norma establece la cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, medida en el efluente de la fuente emisora.

2.2 Para todos los efectos de esta norma, se entenderá por:

- a) Calidad Astronómica de los Cielos: El conjunto de condiciones ambientales del cielo que determinan su aptitud para la observación del cosmos.
- b) Cielos Nocturnos: Son aquellos que se producen desde una hora después de la puesta de sol y hasta una hora antes de su salida.
- c) Eficacia Luminosa: Cuociente entre el flujo luminoso y el flujo radiante correspondiente.
- d) Efluente: El plano horizontal que pasa por la fuente emisora.
- e) Emisión Lumínica: Es la emisión de flujo luminoso.
- f) Flujo Radiante: Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación.
- g) Flujo Luminoso: Magnitud derivada del flujo radiante por la evaluación de la radiación, según su acción sobre un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral se define por las eficiencias luminosas espectrales normalizadas (visión fotópica).
- h) Flujo Luminoso Nominal: Flujo declarado por el fabricante, en lúmenes.
- i) Flujo Hemisférico Superior: Flujo emitido sobre un plano horizontal que pasa por la fuente.
- j) Fuente Emisora: Lámpara instalada en una luminaria que emite flujo hemisférico superior.
- k) Fuente Existente: Es la fuente emisora instalada con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma.
- l) Fuente Nueva: Es la fuente emisora instalada con posterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma.
- m) Lámpara: Dispositivo construido con el fin de producir luz.
- n) Luminaria: El aparato que sirve para repartir, filtrar o transformar la luz de las lámparas y que incluye todas las piezas necesarias para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.
- ñ) Lumen: Unidad del Sistema Internacional del Flujo Luminoso emitido en la unidad de ángulo sólido (estéreo-radián) por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de una candela.
- o) Proyector: Luminaria en la cual la luz se concentra en un ángulo sólido determinado por medio de un sistema óptico (espejos o lentes), con el fin de producir una intensidad luminosa elevada.

2.3 La presente norma de emisión no se aplicará a las siguientes fuentes emisoras:

- a) Aquellas cuya iluminación es producida por la combustión de gas natural u otros combustibles.
- b) Aquellas destinadas a la iluminación ornamental utilizada durante festividades populares, siempre que no excedan de 60 watt.
- c) Aquellas que sean necesarias para garantizar la navegación aérea y marítima.
- d) Aquellas propias de los vehículos motorizados.
- e) Aquellas de emergencia necesarias para la seguridad en



el tránsito de calles y caminos.

- f) Aquellas destinadas a la iluminación de vitrinas.
- g) Aquellas destinadas a iluminar espacios cerrados.
- h) Aquellas destinadas al alumbrado de instalaciones deportivas o recreativas y las destinadas a la iluminación de avisos y letreros, cuando la eficacia luminosa de la fuente de luz utilizada en los casos señalados no sea inferior a 140 lúmenes por watt.
- i) Los proyectores láser utilizados para fines astronómicos.

III LIMITES MAXIMOS PERMITIDOS

La cantidad máxima permitida de emisión lumínica hacia los cielos nocturnos, medida en el efluente de la fuente emisora, será la siguiente:

3.1 Las lámparas cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor a 15.000 lúmenes, no podrán emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior mayor al 0,8% de su flujo luminoso nominal.

Las lámparas de flujo luminoso nominal superior a 15.000 lúmenes, no podrán emitir, una vez instaladas en la luminaria, un flujo hemisférico superior que exceda del 1,8% de su flujo luminoso nominal.

Tratándose de las lámparas destinadas al alumbrado de vías públicas deberán, además, limitarse al espectro del ancho de banda de luz visible para el ojo humano (entre 350 y 760 nanómetros), para lo cual la eficacia luminosa de las fuentes de luz utilizadas no podrá ser inferior a 80 lúmenes por watt.

3.2 Las lámparas instaladas en proyectores, las instaladas en luminarias destinadas al alumbrado de jardines, playas, parques y demás áreas naturales, y las destinadas al alumbrado ornamental de edificios y monumentos, cuyo flujo luminoso nominal sea igual o menor a 9.000 lúmenes, no podrán emitir un flujo hemisférico superior mayor al 5 % de su flujo luminoso nominal.

Estas lámparas deberán ajustarse a lo establecido en el punto 3.1, incluida la exigencia sobre eficacia luminosa establecida para el alumbrado de vías públicas, cuando su flujo luminoso nominal sea superior a 9.000 lúmenes.

3.3 Las lámparas destinadas al alumbrado de instalaciones deportivas o recreativas se someterán a lo establecido en el punto 3.1 desde las 2:00 horas AM.

3.4 Las lámparas destinadas a la iluminación de avisos y letreros no se someterán a lo establecido en el punto 3.1. Sin embargo, desde la 1:00 horas AM no podrán emitir un flujo hemisférico superior mayor al 0,8% de su flujo luminoso nominal.

Dicho porcentaje no será aplicable a aquellos anuncios y letreros que se ubiquen en recintos comerciales mientras permanezcan abiertos al público.

3.5 Los proyectores láser no se someterán a lo establecido en el punto 3.1. Sin embargo, desde las 2:00 horas AM no podrán emitir flujo hemisférico superior, por lo que, en ese horario, no podrán orientarse sobre la horizontal.

3.6 Los horarios señalados en los puntos 3.3, 3.4 y 3.5 comenzarán a regir una hora después, durante los días sábado, domingo y festivos.

IV PLAZOS DE CUMPLIMIENTO DE LA NORMA



4.1 Las fuentes existentes deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el presente decreto, de acuerdo a lo siguiente:

- a) Las fuentes existentes a que se refieren los puntos 3.1 y 3.2, con excepción de aquellas destinadas al alumbrado de vías públicas, al momento de ser sustituida la luminaria. En todo caso deberán cumplir con la presente norma de emisión a más tardar en el plazo de cinco años a contar de su entrada en vigencia.
- b) Las fuentes existentes destinadas al alumbrado de vías públicas, al momento de ser sustituida la luminaria. En todo caso deberán cumplir con la presente norma de emisión a más tardar en el plazo de seis años a contar de su entrada en vigencia.
- c) Las fuentes existentes señaladas en los puntos 3.3, 3.4 y 3.5, a contar de su entrada en vigencia.

4.2. Las fuentes nuevas deberán cumplir con la norma de emisión establecida en el presente decreto, en el momento que sean instaladas.

V METODOLOGIA DE MEDICION Y CONTROL

5.1 El control que realice el organismo fiscalizador considerará los siguientes métodos de medición:

5.2 La medición de la emisión lumínica hacia los cielos nocturnos se realizará en los laboratorios que cumplan con los requisitos señalados en la presente norma, y bajo las condiciones establecidas en la misma. Los ensayos se realizarán con una muestra representativa de las luminarias y/o proyectores.

5.3 El cumplimiento de la presente norma se verificará con un informe técnico que así lo establezca, fundado en mediciones realizadas en alguno de los laboratorios señalados en el punto anterior, y cuando la instalación de la fuente corresponda a las condiciones de instalación asumidas para el ensayo. Estas últimas deberán ser consignadas en el mencionado informe técnico.

5.4 Condiciones Generales

5.4.1 Laboratorio

a) Luz Externa. Se deben tomar precauciones para eliminar la luz externa de la cercanía de la prueba por medio del uso de un protector y desviador adecuado. Particular atención se debe dar al arreglo desviador-protector, de manera que la única luz que incida en el receptor sea la transmitida directamente desde el proyector y/o luminaria.

b) Temperatura Ambiental. La temperatura ambiental de laboratorio fotométrico deberá ser mantenida en $25^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ ($77^{\circ}\text{F} \pm 9^{\circ}\text{F}$).

c) Selección de la Lámpara de Prueba y Envejecimiento. Las lámparas que el laboratorio utilice en las pruebas y que son parte de su instrumental y equipamiento, deberán ser seleccionadas en conformidad con las dimensiones de diseño y construcción establecidas por los fabricantes de los artefactos. Las lámparas deberán ser envejecidas hasta que sus características permanezcan constantes durante la prueba.

(1) Las lámparas incandescentes deberán ser probadas en condiciones de corriente constante de modo de obtener aproximadamente un 75% de los lúmenes nominales de salida.

(2) Las lámparas de descarga deberán ser operadas a la tensión de línea nominal. Antes de tomar cualquier dato, deberán tomarse lecturas cada quince minutos hasta que la lámpara sea estable.



d) Distancia de Prueba. Es la distancia recorrida por la luz desde el centro goniométrico hasta el fotorreceptor, y debe ser suficiente para que se ajuste a la ley del cuadrado-inverso de la distancia.

5.4.2 Requerimientos Eléctricos

a) Regulación de Poder. La tensión no deberá variar más de $\pm 0,5\%$ durante la prueba.

b) Forma de Onda. El suministro de potencia ac deberá ser tal, que la sumatoria de la raíz cuadrática media (rms), de los componentes armónicos, no exceda un 3% de la fundamental.

c) Instrumentación. Al usar equipos digitales o analógicos, el rango deberá ser seleccionado de modo que sea usada la porción media a máxima del rango seleccionado para cualquier medida específica. Como las lámparas de descarga en gases pueden presentar forma de onda fuertemente distorsionadas, los instrumentos ac (tensión y corriente) deberán ser seleccionados de modo que respondan a valores rms verdaderos. Los instrumentos de potencia deberán indicar el promedio verdadero.

No deben utilizarse instrumentos cuyas escalas están calibradas en valores rms pero cuyas deflexiones o lecturas dependen sobre valores promedio o valores peak.

5.4.3 Goniómetros

a) General. El goniómetro debe ser un medio de montaje para el proyector y luminaria y un medio para rotarlos a través del recorrido angular requerido. El goniómetro debe ser lo suficientemente rígido como para entregar la medida correcta de los ángulos aun cuando haya una carga desequilibrada que sea apreciable. La construcción del goniómetro debe permitir un exacto posicionamiento angular y deberá ser reproducible dentro de un rango de tolerancia de $0,5^\circ$. El goniómetro debe permitir generar los distintos sistemas de posicionamiento angular sin que sea necesario el tener que someter a la lámpara a angulaciones que provoquen una variación en su flujo. Esto se logra, por ejemplo, con un goniómetro de espejo.

b) Eje de Coordenadas Polares. El goniómetro debe ser diseñado para usar un sistema de eje de coordenadas polares horizontal o un sistema de eje de coordenadas polares vertical.

c) Sensores de Luz. Un elemento sensible a la luz será utilizado para las medidas de iluminación. La combinación del sensor y su equipo de medida deberán ser probados por linealidad de respuesta a través del rango en el cual es usado, así como para liberarlos de influencias de fatiga y temperatura en la sensibilidad del sensor. Puede ser necesario usar filtros de corrección especialmente diseñados para el sensor en particular.

5.4.4 Posicionamiento de las Lámparas/Luminarias

El centro de luz de la lámpara de prueba debe ubicarse en el goniómetro de manera tal que esté en el centro de intersección de los ejes del goniómetro. Se deben tomar precauciones para corregir las posiciones ópticas para la lámpara desnuda o luminaria en relación con los ejes fotométricos.

5.4.5 Preparación del Equipo para la Prueba

a) Posicionamiento del Proyector o Luminaria en el Goniómetro. Cuando el centro de luz de la lámpara de prueba no está encerrado por el reflector, el proyector o luminaria (en adelante "equipo"), deberá ser montado en el



goniómetro de manera tal que el centro de luz esté en el centro de la lámpara, y a su vez en el centro del goniómetro. Cuando hay más de una lámpara que no está encerrada por el reflector, el equipo deberá ser montado en el goniómetro de manera tal que el centro aparente de luz de las lámparas esté en el centro del goniómetro. Cuando el centro de luz de la lámpara está al interior del reflector, el equipo deberá ser posicionado de manera tal que el centro de la apertura del reflector coincida con el centro del goniómetro.

b) Orientación de la Lámpara. Cuando el reflector del equipo y la lámpara son diseñados para una relación fija entre ellos, tal como ocurre con lámparas de base preenfocadas, la posición normal deberá ser usada para la prueba. Cuando la relación no es fija, así como cuando es usada una lámpara de base atornillada, el siguiente arreglo debe ser adoptado a menos que se establezca otra cosa en el informe:

(1) Cuando las lámparas incandescentes tengan filamentos, tales como tungsteno halogenado, y son usadas con sus ejes perpendiculares al eje del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con el extremo abierto del filamento o tetilla de llenado alejándose del elemento óptico principal.

(2) Cuando las lámparas incandescentes tengan filamentos de tungsteno halogenados, y son usadas con sus ejes paralelos al eje del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con el extremo abierto del filamento, apuntando hacia arriba en relación a la posición horizontal del eje del reflector.

(3) Cuando las lámparas de descarga luminosa son usadas de manera que el eje de la lámpara está a lo largo del eje del reflector principal, las pruebas deberán ser conducidas con la vara de soporte del tubo de arco arriba del tubo de arco en relación a la posición horizontal del eje del reflector. Si se utilizan dos soportes de tubo de arco, ellos deberán estar en la línea de centro vertical.

(4) Cuando las lámparas de descarga luminosa son usadas de manera que el eje de la lámpara es perpendicular al eje principal del reflector, las pruebas deberán ser conducidas con las varas de soporte del tubo de arco, en un plano paralelo al eje principal del reflector. Cuando sólo se presenta una vara de soporte, deberá ser rotada alejándola del reflector.

Las orientaciones anteriores de las lámparas son escogidas para permitir un promedio de los valores de los lados del haz con distorsión mínima de la forma del haz e información. Cuando es usada una lámpara incandescente teniendo una configuración lineal de filamento, deberá ser tratada del mismo modo que las lámparas de descarga luminosa. Para las condiciones no definidas arriba, la orientación de la lámpara deberá ser determinada y el posicionamiento anotado para referencia.

c) Enfoque. En unidades de foco fijo, el centro de luz de la lámpara deberá ser localizado en el punto focal de diseño del reflector. Esto significa que el largo del centro de la luz de la lámpara de prueba debe ser medido, y la posición de la lámpara ajustada si la lámpara de prueba no tiene el mismo largo de centro de luz como la lámpara nominal.

En unidades de foco ajustables, la lámpara deberá ser ajustada en el proyector para otorgar el haz específico para la cual es usada. La posición de la lámpara usada para la prueba deberá estar establecida en el informe.

5.4.6 Calibración

Se usará el método relativo para establecer los resultados de la prueba para el proyector en términos de la operación de la lámpara en las condiciones nominales. Para los pronósticos de la prueba este método permite el uso de cualquier lámpara del tipo deseado teniendo dimensiones



físicas propias. La lámpara no necesita operar a los lúmenes nominales. La misma instrumentación es usada para mediciones tanto de la lámpara como del proyector; por lo tanto, los efectos de las diferencias de respuesta del instrumento son llevados a un mínimo. Los datos son ajustados a la información nominal dada por el fabricante de ese tipo de lámpara.

La corriente de la lámpara, deberá ser chequeada con un instrumento calibrado teniendo una precisión de $\pm 0,25 \%$.

En el método relativo, la luz relativa total emitida por la lámpara de prueba estará determinada por la suma de los productos de cada intensidad lumínica relativa por sus áreas zonales angulares sólidas respectivas (constantes de lúmenes). Las lecturas deberán ser tomadas a intervalos verticales de 10 grados (5,15,25,35 grados... y así sucesivamente) y a espacios de 8 o más intervalos iguales para cada intervalo vertical de esta sumatoria. Las intensidades lumínicas relativas son aquellas que son medidas en un sistema de respuesta lineal, usualmente no calibrado directamente en candelas. Se calculará una constante k , tomando la relación de la emisión de lúmenes nominales para la lámpara específica a la emisión de luz total relativa de la lámpara de prueba. Las intensidades lumínicas relativas deberán ser multiplicadas por la constante k , para calcular las intensidades lumínicas (en candelas) en términos de la clasificación para el tipo de lámpara usada. La razón de la intensidad lumínica calibrada (en candelas) a la intensidad medida por el instrumento, es la constante de calibración o constante k .

La constante a que se refiere el párrafo anterior, deberá ser aplicada a cualquier lectura posterior durante la prueba del proyector. Deberá ser utilizada para convertir las lecturas del instrumento a intensidades lumínicas (en candelas), las cuales representarán a la lámpara en el proyector, como si estuviera operando a las condiciones nominales.

El método de calibración compensa esta diferencia que pudiera haber entre la emisión de la lámpara usada en la prueba y la emisión de la lámpara que se use efectivamente en el proyector o luminaria.

Cuando las lecturas de intensidad lumínica son tomadas en la combinación lámpara-luminaria, la lámpara de prueba deberá ser operada en la misma posición como lo fue durante la calibración de la lámpara. Es necesario corregir los cambios que ocurren en la emisión de luz si la posición de la lámpara al interior de la luminaria no concuerda con la posición de la lámpara durante la calibración. Esto se logra determinando un factor de corrección para este cambio de posición.

5.5 Método para Pruebas de Fotometría de Luminarias Utilizando Filamento Incandescente y Lámparas de Descarga de Alta Intensidad

5.5.1 En este método, la determinación del Flujo Hemisférico Superior se establece a partir de la determinación de los porcentajes de flujo de lámpara emitidos por la luminaria en el hemisferio superior. Para ello es preciso investigar fotométricamente la emisión de luz en el hemisferio superior de la luminaria hasta un ángulo de elevación de al menos 135 grados.

5.5.2 Informe Técnico

El informe técnico deberá incluir a lo menos lo siguiente:



- a) Información General
 - (1) Número de informe y fecha
 - (2) Identificación del organismo que emite el informe
 - (3) Período de validez del informe
 - (4) Solicitante del informe
- b) Descripción de la Luminaria
 - (1) Nombre del fabricante
 - (2) Número del catálogo y/o descripción adecuada para identificar el artefacto ensayado
 - (3) Dimensiones que den una idea general del tamaño
 - (4) Ubicación del centro de luz, en general, dimensiones y posición del soquete
 - (5) Tipo de refractor
- c) Descripción de la Lámpara
 - (1) Identificación del tipo de lámpara
 - (2) Potencia, tensión y lúmenes nominales de lámpara
 - (3) Forma del bulbo y tipo de base
 - (4) Construcción del filamento y longitud del centro de luz
- d) Datos del Fotómetro o Sensor
 - (1) Marca y modelo del sensor
 - (2) Distancia de prueba
- e) Datos relacionados con la emisión de la lámpara instalada en la luminaria
 - (1) Una tabla de valores de intensidad luminosa emitida por la lámpara instalada en la luminaria a partir del ángulo de elevación de 90 grados hasta 135 grados con intervalos de 5 grados
 - (2) El porcentaje de flujo de lámpara emitido por la lámpara instalada en la luminaria hacia el hemisferio superior
 - (3) Posición angular de montaje de la luminaria
 - (4) Verificación del cumplimiento de la norma
- f) Información Opcional
 - (1) Datos completos de distribución de intensidad en discos computacionales en algún formato internacionalmente reconocido.

5.6 Método para Pruebas Fotométricas de Proyectores Usando Lámparas de Filamento Incandescente o Lámparas de Descarga

5.6.1 Clasificación de Proyectores

La forma de medición y ubicación de los datos estará determinada por la clasificación del proyector. La clasificación de los proyectores estará basada en el ancho del haz de luz del proyector tanto en el eje horizontal como vertical de la distribución de intensidades. La clasificación será designada por números tipo, como está listado en la Tabla 1.

Para una distribución simétrica rotacional, el tipo de proyector se definirá como el promedio del ángulo horizontal y vertical del haz de luz. Para proyectores de distribución con simetría no rotacional, el tipo se designará por el ángulo horizontal y vertical del haz de luz, y en ese orden. Por ejemplo, un proyector con un ángulo horizontal de haz de luz de 75 grados (Tipo 5) y un ángulo vertical de campo de 35 grados (Tipo 3), sería designado como un proyector Tipo 5x3.

Tabla 1- Designaciones de Proyector y Tamaño de Zonas

Tipo	Angulo de Campo	Tamaño de Zona de	Número de Puntos de Prueba
------	-----------------	-------------------	----------------------------



	(grados)	Prueba (grados)	en Matriz de Haz
1	10 hasta 18	1	100 a 324
2	18 hasta 29	2	100 a 256
3	29 hasta 46	3	100 a 256
4	46 hasta 70	5	100 a 196
5	70 hasta 100	8	100 a 196
6	100 hasta 130	10	100 a 196
7	130 hasta 180	10	196 a 324

5.6.2 Selección de Angulos y Zonas para Mediciones Fotométricas

a) General. Los cálculos realizados a partir de los datos de la prueba, están hechos bajo el supuesto de que una medición de intensidad en el centro de una zona representa la intensidad promedio en toda la zona. Por lo tanto, para la uniformidad en la clasificación es necesario que se adopte un procedimiento estandarizado para escoger el tamaño de la zona.

b) Procedimiento para Selección del Tamaño de Zona. El procedimiento para seleccionar el tamaño de zona apropiado es el siguiente:

(1) Observar la forma de distribución del proyector como proyectada en una superficie perpendicular al eje de la distribución.

(2) Si la distribución tiene un máximo único, se debe efectuar una búsqueda exploratoria de la intensidad lumínica a lo largo de los ejes horizontal y vertical a través del punto de intensidad máxima. Debe determinarse la posición angular a lo largo de esos ejes donde la intensidad es 10 por ciento de la máxima. El número de grados entre estas posiciones de 10 por ciento en cada eje será usado para determinar el tamaño de zona de la prueba. La relación entre el ángulo y el tamaño de la zona de prueba se muestra en la Tabla 1.

(3) Si la distribución tiene dos máximos o una serie de máximos de igual o casi igual valor en una línea, se debe realizar una búsqueda exploratoria de la intensidad a lo largo de un eje a través de esos máximos y a lo largo de un eje perpendicular al primer eje y centrado con respecto al grupo de máximos. Se debe determinar la posición angular a lo largo de esos ejes donde la intensidad es de 10 por ciento de la máxima. La cantidad de grados entre estas posiciones en cada eje será usada para determinar el tamaño de la zona de prueba. La relación entre el ángulo y el tamaño de la zona de prueba se muestra en la Tabla 1.

(4) Si la distribución tiene un máximo único deprimido en el centro o un anillo de máximos se procederá como en (2), pero con los ejes centrados en el centro de la depresión.

c) Angulo de Campo. Es el número de grados entre las posiciones de la intensidad del 10 por ciento de la intensidad lumínica máxima. Este ángulo será utilizado para determinar el Tipo y el Tamaño de la Zona de Prueba.

Cuando el ángulo máximo de campo no ocurre en el eje, deberá ser registrado el ángulo máximo de campo y su posición.

5.6.3 Distancia de Prueba

La distancia de prueba mínima para probar los proyectores del Tipo 4 al Tipo 7, será de 8 a 10 metros (26 a 30 pies). Una distancia de 25 metros (82 pies) es el mínimo para probar proyectores Tipo 2 y Tipo 3.

5.6.4 Procesamiento de los Datos Fotométricos

Los siguientes pasos deberán contemplarse en el desarrollo de la información de las características del



proyector:

- (1) Cuando la distribución se asume simétrica en relación con los lados derecho e izquierdo, puede ser promediada la intensidad correspondiente (en candelas) en los lados derecho e izquierdo de la distribución.
- (2) Si la información fue tomada usando un goniómetro Tipo A o Tipo C (no recomendado), será necesario convertir este arreglo de información a un arreglo de información correspondiente a los ángulos en el sistema de coordenadas Tipo B, por medio de interpolación.
- (3) Crear un conjunto de isocurvas de intensidad lumínica constante a partir de los valores tomados. Debe usarse el arreglo de los valores de intensidad después de la conversión a la información de Tipo B.
- (4) Calcular el flujo lumínico (en lúmenes) en cada zona o área ensayada usando la constante de lumen apropiada.
- (5) Sumar los flujos lumínicos en todas las zonas que tienen una intensidad lumínica central igual o mayor que el 10 por ciento de la intensidad lumínica máxima para obtener el flujo de campo lumínico.
- (6) Calcular la eficiencia de campo del proyector, dividiendo el flujo de campo lumínico por el flujo lumínico nominal de la lámpara.
- (7) La luz de fuga deberá ser calculada por uno de los métodos comentados. Cuando esta distribución es simétrica en relación a los lados derecho e izquierdo, la información será presentada en forma de un diagrama que muestra el flujo lumínico en las zonas basado en el promedio de los lados derecho e izquierdo.
- (8) Calcular la eficiencia total (opcional) dividiendo el flujo lumínico total del proyector (sumatoria del flujo de campo más el flujo de la luz de fuga) por el flujo lumínico de la lámpara asignado en la determinación de las candelas de zona central.
- (9) Para todos los efectos de representación de la información fotométrica se considerará una lámpara de 1.000 lúmenes.

5.6.5 Informe Técnico.

El informe técnico deberá incluir a lo menos lo siguiente:

- a) Información General
 - (1) Número de informe y fecha
 - (2) Identificación del organismo que emite el informe
 - (3) Período de validez del informe
 - (4) Solicitante del informe
- b) Descripción del proyector
 - (1) Nombre del fabricante
 - (2) Tipo de proyector, número de catálogo, descripción para identificar el proyector
 - (3) Bosquejo del proyector mostrando el tamaño y dimensiones
 - (4) Forma del reflector, material y dimensiones
- c) Descripción de la Lámpara
 - (1) Tipo, orden de abreviación, servicio
 - (2) Clasificación en watt, volt, amperes y lúmenes nominales
 - (3) Forma del bulbo, tamaño, término y tipo de base
 - (4) Construcción de filamento o arco y longitud del centro de luz
 - (5) Especificación de posiciones de soporte o alambres de alimentación
 - (6) Filamento o arco nominal y dimensiones reales de la fuente de luz
 - (7) Posición del centro de luz durante la prueba
- d) Características de Distribución
 - (1) Curva de distribución horizontal y vertical



- (2) Intensidad luminica máxima (en candelas) y posición
 - (3) Angulo de campo en grados en ambas direcciones horizontal y vertical, a 10 por ciento de la candela máxima
 - (4) Angulo del haz en grados en ambas direcciones horizontal y vertical, a 50 por ciento de la candela máxima
 - (5) Flujo del campo, luz de fuga y haz, en porcentaje acumulativo del flujo de la lámpara en función de los planos B
 - (6) Flujo total (en lúmenes) y eficiencia total (opcional)
- e) Datos del Fotómetro o Sensor
- (1) Marca y modelo del sensor
 - (2) Distancia de prueba
- f) Datos relacionados con la emisión de la lámpara instalada en el proyector
- (1) Tabla de flujos lumínicos en lúmenes por cada zona al interior del ángulo de campo (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos)
 - (2) Tabla del flujo lumínico en lúmenes por cada zona de luz de fuga (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos) cuando es especificado por el usuario
 - (3) Curvas de igual intensidad luminica (en candelas) en el ángulo de campo (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos)
 - (4) Tablas de intensidades lumínicas en candelas en centros de zona (promedio por lados derecho e izquierdo cuando son simétricos) cuando es especificado por el usuario
 - (5) Verificación del cumplimiento de la norma
- g) Otros Datos
- (1) Datos completos de distribución de intensidad en discos computacionales en algún formato internacionalmente reconocido.

VI AMBITO DE APLICACION TERRITORIAL

La presente norma de emisión se aplicará dentro de los actuales límites territoriales de las Regiones II, III y IV.

VII FISCALIZACION

Para efectos de la fiscalización del cumplimiento de la presente norma, el organismo del Estado competente será la Superintendencia de Electricidad y Combustibles.

Corresponderá a las Municipalidades respectivas, en cumplimiento de lo dispuesto en el inciso segundo del artículo 5 de la ley 18.695, Orgánica Constitucional de Municipalidades, colaborar en la fiscalización del cumplimiento de esta norma.

VIII VIGENCIA

La presente norma entrará en vigencia sesenta días después de su publicación en el Diario Oficial.

Anótese, tómese razón, comuníquese, publíquese y archívese.- EDUARDO FREI RUIZ-TAGLE, Presidente de la República.- Jorge Leiva Lavalle, Ministro de Economía, Fomento y Reconstrucción.- John Biehl del Río, Ministro Secretario General de la Presidencia.

Lo que transcribo a Ud., para su conocimiento.- Saluda atentamente a usted, Luis Sánchez Castellón, Subsecretario de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Appendix 3c: Decreto Supremo No. 043 de 2012, the 2013 Chilean Lighting Regulation
("Norma")
(see attached file: A3c_Decreto043_2012.pdf)



Tipo Norma	:Decreto 43
Fecha Publicación	:03-05-2013
Fecha Promulgación	:17-12-2012
Organismo	:MINISTERIO DEL MEDIO AMBIENTE
Título	:ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA, ELABORADA A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL DECRETO N° 686, DE 1998, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN
Tipo Versión	:Única De : 03-05-2014
Inicio Vigencia	:03-05-2014
Id Norma	:1050704
URL	: http://www.leychile.cl/N?i=1050704&f=2014-05-03&p=

ESTABLECE NORMA DE EMISIÓN PARA LA REGULACIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA, ELABORADA A PARTIR DE LA REVISIÓN DEL DECRETO N° 686, DE 1998, DEL MINISTERIO DE ECONOMÍA, FOMENTO Y RECONSTRUCCIÓN

Núm. 43.- Santiago, 17 de diciembre de 2012.- Vistos: Lo establecido en la Constitución Política de la República de Chile, en sus artículos 19 números 8, y 32 número 6; en la ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente; la ley N° 18.410, que Crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles; el artículo segundo de la ley N° 20.417, Orgánica de la Superintendencia del Medio Ambiente; el decreto supremo N° 93, del año 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, que establece el Reglamento para la Dictación de Normas de Calidad Ambiental y de Emisión; la resolución N° 1.600, de 2008, de la Contraloría General de la República; y los demás antecedentes que obran en el expediente público.

Considerando:

Que, el decreto supremo N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción (Minecon), actual Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, establece los niveles máximos permisibles para regular la contaminación lumínica. A su vez, el decreto supremo N° 93, de 1995, del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, establece que las normas ambientales deben ser revisadas al menos cada 5 años, tal como lo establece en el artículo 32, inciso cuarto de la ley N° 19.300.

Que, la calidad astronómica de los cielos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo de nuestro país constituye un valioso patrimonio ambiental y cultural reconocido a nivel internacional como el mejor existente en el hemisferio sur para desarrollar la investigación astronómica, permitiendo a esta zona del país albergar varios observatorios astronómicos, como los de Cerro Tololo, Pachón, La Silla, Las Campanas y Paranal, y los futuros Gran Telescopio de Exploración Sinóptica - LSST, Gran Telescopio de Magallanes - GMT, y Telescopio Europeo Extremadamente Grande - E-ELT.

Que, es necesario proteger de forma especial la calidad ambiental de los cielos señalados, la cual es amenazada por la contaminación lumínica producida por las luces de la ciudad y de otras actividades, como la actividad minera e industrial de las regiones señaladas.

Que, la Norma de Emisión para la Regulación de la Contaminación Lumínica, establecida en el decreto supremo N° 686, de 1998, de Minecon, requiere ser modernizada y adaptada a los nuevos requerimientos, de forma de compatibilizar la necesaria protección del cielo nocturno patrimonial del norte del país, con los requisitos de seguridad y confort en las vías y calles, áreas verdes, las necesidades industriales, e indirectamente con el ahorro energético.

Que, a partir de la revisión de la norma se recopiló además información de la aplicación de la norma, de antecedentes internacionales actualizados, de efectos en salud, impacto en la biodiversidad y de propuestas de modificación realizadas por la Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile, OPCC.

Que, con esos antecedentes, se acordó modificar los siguientes aspectos:

a) Aumentar las restricciones a los flujos radiantes generados hacia el hemisferio superior por lámparas y letreros luminosos que se utilizan en alumbrado de exteriores, debido a que existen antecedentes de un mayor efecto negativo producto del fenómeno de dispersión atmosférica en ángulos cenitales cercanos a los 90°.

b) Aumentar las restricciones con respecto al espectro emitido por las lámparas que se utilizan en alumbrado de exteriores, de forma de prevenir la contaminación



luminica en sectores espectrales que actualmente no la tienen y que puede ser generada por alguna tecnología existente o futura.

c) Incorporar una limitación a los niveles máximos de iluminación para restringir la emisión, al hemisferio superior, por causa de la reflexión en el suelo y las superficies, en base a los valores mínimos recomendados internacionalmente por la Comisión Internacional de Iluminación, CIE. Esta restricción ha sido aceptada en regulaciones existentes en otros países que poseen cielos con calidad ambiental que deben ser protegidos, como es el caso de España.

d) Eliminar las restricciones horarias señaladas en el DS N° 686, de 1998, Minecon, debido a que se hace necesario controlar las emisiones en todo el horario que se manifiesta el cielo nocturno.

e) Establecer una distinción en los letreros publicitarios, entre aquellos iluminados y luminosos. Los letreros iluminados corresponden a aquellos que son iluminados desde su exterior. Para éstos, se incrementan sus restricciones en el sentido de limitar su emisión hacia el hemisferio superior. Los letreros luminosos son aquellos que llevan las lámparas en su interior y operan a través de elementos traslucidos o transparentes. Estos últimos no están considerados en el DS N° 686, de 1998, Minecon; sin embargo, su efecto acumulativo es significativo, por lo que se establece su definición y regulación, considerando la reciente masificación de televisores de gran formato en base a la tecnología LED y de plasma.

f) Establecer una mayor restricción horaria a aquellos proyectores o dispositivos de iluminación que pueden ser orientados libremente mientras se operan, como los proyectores láser, cañones de luz de discotecas, los utilizados con fines decorativos, señalizaciones de tipo recreativo, culturales y otros similares.

g) Establecer una restricción a la emisión sobre el hemisferio superior para el alumbrado deportivo y recreacional de manera diferenciada de otros tipos de alumbrado de exteriores. Esto se explica porque los recintos deportivos se deben iluminar desde posiciones alejadas, mediante ópticas muy controladas y puntuales, implicando restricciones de diseño diferentes a las utilizadas en las otras aplicaciones aquí nombradas.

h) Establece una restricción cromática específica a la iluminación de balizamientos, como los utilizados en torres de alta tensión, generadores eólicos y otros que requieran advertir su ubicación y altura, preferentemente a la navegación aérea, por razones de limitar la dispersión de la luz en la atmósfera.

Que, dado que estas modificaciones tendrán implicancias tanto en el alumbrado público, como en el ornamental, recreacional, deportivo e industrial, se establece un criterio de gradualidad en el cumplimiento de esta norma. Esto significará brindar un plazo de ajuste para instalaciones existentes, con la finalidad de que puedan cumplir con la nueva norma.

Que, estas modificaciones permitirán actualizar y modernizar la regulación en materia de contaminación luminica, a través de una norma de emisión que responda a los estándares que se aplican actualmente en la mayoría de las provincias de Italia y, en parte, de España, y en los Estados de Hawaii, Tucson y Arizona en los Estados Unidos de América, y otros, que cuentan con regulaciones especiales para proteger el cielo nocturno, debido a su importante desarrollo de la investigación astronómica y fines culturales.

Que, además, esta normativa busca proteger el patrimonio natural y cultural del norte del país. Las culturas Quechua, Aymara y Atacameña utilizan la observación del sol, la luna y las estrellas para predecir el curso de las estaciones, de lluvias, y fertilidad de la tierra y así pronosticar el desarrollo de sus cultivos y la fecundidad de sus animales. Esto tiene especial relevancia si consideramos las condiciones adversas de uno de los desiertos más secos del mundo, en que la observación del cielo por agricultores y pastores permite ubicarse en el tiempo y el espacio, y así sobrevivir junto con sus animales y siembras. Asimismo, las condiciones climáticas y eventos cósmicos que son propicios para el brote de una semilla, la reproducción de los animales, y la movilidad por las montañas requieren de conocimiento especializado y sistematizado del entorno, heredado por la transmisión y la costumbre de observar el cielo.

Que, durante la consulta pública diversos sectores manifestaron sus observaciones y preocupaciones: Particulares, organizaciones, municipalidades, universidades, empresas, observatorios astronómicos, instituciones, y servicios públicos, la mayoría de éstas en lo referente a la fundamentación de las modificaciones y aplicabilidad de la nueva norma para las nuevas tecnologías existentes.

Que, conforme lo dispone el inciso segundo del artículo 40 de la ley N° 19.300, Sobre Bases Generales del Medio Ambiente, corresponderá al Ministerio del Medio Ambiente proponer, facilitar y coordinar la dictación de normas de emisión, para lo cual deberá sujetarse a las etapas señaladas en el artículo 32, inciso tercero, y en el respectivo reglamento, en lo que fueren procedentes.

Que, con la dictación de la ley N° 20.417, que crea el Ministerio, el Servicio de Evaluación Ambiental y la Superintendencia del Medio Ambiente, corresponde a esta



última el ejercicio de la potestad fiscalizadora respecto de los instrumentos a que se refiere el artículo 2 inciso 1 de su Ley Orgánica.

Que, de acuerdo a lo anterior, para la revisión de la norma se han considerado etapas de análisis económico y técnico, desarrollo de estudios científicos, consultas a organismos competentes, públicos y privados, análisis de las observaciones formuladas y su adecuada publicación.

Que, de acuerdo a lo anterior, para la dictación de la presente norma se ha considerado el Acuerdo N° 249, de 16 de julio de 2004, del Consejo Directivo de la Comisión Nacional del Medio Ambiente (Conama), que aprobó el Noveno Programa Priorizado de Normas; el Acuerdo N° 261, de 7 de enero de 2005, del Consejo Directivo de Conama, que aprobó la creación del Comité Operativo de la revisión de norma; la resolución exenta N° 731, de 7 de junio de 2005, de la Dirección Ejecutiva de Conama, publicada en el Diario Oficial y en el diario La Tercera el día 1 de julio de 2005, que dio inicio a la elaboración del anteproyecto de revisión de la norma de emisión; la resolución exenta N° 232, de 29 de diciembre de 2010, del Ministerio del Medio Ambiente, que aprobó el anteproyecto de revisión de norma y lo sometió a consulta; la publicación del extracto del anteproyecto en el Diario Oficial el 15 de enero de 2011 y en el diario La Tercera el día 16 del mismo mes; la opinión del Consejo Consultivo Nacional del Medio Ambiente, emitida el 6 de septiembre de 2012, mediante Acuerdo N° 7; el Acuerdo N° 24, de 4 de octubre de 2012, del Consejo de Ministros para la Sustentabilidad; los demás antecedentes que obran en el expediente.

Decreto:

TÍTULO PRIMERO

Disposiciones generales

Artículo 1°.- Objetivo de Protección Ambiental y los Resultados Esperados. El objetivo de la presente norma es prevenir la contaminación lumínica de los cielos nocturnos de las regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo, de manera de proteger la calidad astronómica de dichos cielos, mediante la regulación de la emisión del flujo radiante por parte de las fuentes reguladas. Se espera conservar la calidad actual de los cielos señalados, mejorar su condición y evitar su detrimento futuro.

En particular, la presente norma de emisión restringe la emisión de flujo radiante hacia el hemisferio superior por parte de las fuentes emisoras, además de restringir ciertas emisiones espectrales de las lámparas, salvo aplicaciones puntuales que expresamente se indican.

Artículo 2°.- Ámbito Territorial. La presente norma de emisión se aplicará dentro de los límites territoriales administrativos de las Regiones de Antofagasta, Atacama y Coquimbo.

Artículo 3°.- Fuentes Emisoras. Las fuentes que deben cumplir con la presente norma de emisión, son las lámparas, cualquiera sea su tecnología, que se instalen en luminarias, en proyectores o por sí solas, que se utilicen en lo que se denomina Aluminado de Exteriores.

Asimismo, se consideran fuentes emisoras los avisos, los letreros luminosos, los proyectores u otros dispositivos de iluminación posibles de ser movidos mientras se operan, y otros similares.

En los casos que las lámparas estén instaladas en luminarias o proyectores, se considerará la emisión conjunta de éstos (conjunto lámpara-luminaria o conjunto lámpara-proyector), para las exigencias que así lo especifican.

Artículo 4°.- Excepciones. La presente norma no se aplicará a las siguientes fuentes:

Aquellas cuya iluminación es producida por la combustión de gas natural u otros combustibles.

Aquellas destinadas a la iluminación ornamental utilizada durante festividades populares oficiales, siempre que no excedan los 1.500 lúmenes de flujo luminoso nominal por cada lámpara.

Aquellas que sean necesarias para garantizar la navegación aérea y marítima, salvo los balizamientos tales como aquellos ubicados en torres de alta tensión, generadores eólicos, edificios y similares, en cuyo caso se deberán utilizar



lámparas cuyas coordenadas tricromáticas se encuentren entre los siguientes valores:

$x \geq 0,657$, $y \leq 0,335$, $z \leq 0,008$.

Aquellas propias de los vehículos motorizados.

Aquellas lámparas de emergencia necesarias para la seguridad en el tránsito de calles y caminos, y las propias destinadas a la evacuación en caso de eventos catastróficos.

Aquellas destinadas a la iluminación de espacios cerrados, sin elementos traslúcidos en techumbres, es decir, sin proyección de luz hacia el hemisferio superior en el exterior.

Los proyectores utilizados para fines astronómicos.

Las vitrinas que sean iluminadas desde su interior.

Artículo 5°.- Definiciones. Para los efectos de lo dispuesto en esta norma, se entenderá por:

1. Alumbrado de Exteriores: El alumbrado ambiental, alumbrado deportivo y recreacional, alumbrado funcional, alumbrado industrial, alumbrado ornamental y decorativo.
2. Alumbrado ambiental: El que se ejecuta generalmente sobre soportes de baja altura (3 a 5 metros) en áreas urbanas para la iluminación de vías peatonales, comerciales, aceras, parques y jardines, centros históricos y vías de velocidad limitada.
3. Alumbrado deportivo y recreacional: Aquel destinado a la iluminación de áreas donde se llevan a cabo actividades deportivas y recreacionales.
4. Alumbrado funcional: Corresponde al alumbrado vial de autopistas, autovías, carreteras y vías urbanas.
5. Alumbrado industrial: Aquel destinado a áreas de trabajo, faenas mineras, barrios industriales y similares.
6. Alumbrado ornamental y decorativo: Aquel destinado a la iluminación de fachadas de edificios y monumentos, así como estatuas, murallas, fuentes y similares.
7. Ángulo Gama: Es el ángulo formado por la perpendicular bajada desde el centro de la luminaria, o el proyector, a la calzada y el plano horizontal que pasa por el centro de la lámpara.
8. Ángulo Sólido: Es la razón entre el área de un casquete polar de una esfera y el cuadrado del radio de dicha esfera.
9. Avisos y letreros iluminados: Carteles, anuncios, vitrinas, mobiliario urbano y similares, iluminados desde el exterior de los mismos.
10. Calidad Astronómica de los Cielos Nocturnos: El conjunto de condiciones ambientales del cielo nocturno, que determinan su aptitud para la observación del cosmos.
11. Candela: Es la intensidad luminosa en una dirección dada, de una fuente que emite una radiación monocromática de frecuencia 540×10^{12} Hertz y de la cual la intensidad radiada en esa dirección es $1/683$ Watts por ester-radián.
12. Cielos Nocturnos: Son aquellos que se producen desde una hora después de la puesta de sol y hasta una hora antes de su salida.
13. Emisión Luminica: Es la emisión de flujo luminoso.
14. Flujo Radiante: Potencia emitida, transportada o recibida en forma de radiación.
15. Flujo Luminoso: Potencia emitida en forma de radiación electromagnética, evaluada según su acción sobre un receptor selectivo, cuya sensibilidad espectral se define de acuerdo a la Curva de Visibilidad Estándar para visión fotópica, según CIE 1931, o la que la reemplace.
16. Flujo Luminoso Absoluto: Es aquel flujo luminoso absoluto de la lámpara, certificado por la autoridad competente, en lúmenes.
17. Flujo Luminoso Nominal: Es aquel flujo luminoso de la lámpara, declarado por el fabricante, en lúmenes.
18. Flujo Hemisférico Superior: Flujo radiante emitido sobre un plano horizontal que pasa por la fuente.
19. Fuente Emisora Existente: Es la fuente emisora instalada con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma de emisión.
20. Fuente Emisora Nueva: Es la fuente emisora instalada con posterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma de emisión.
21. Iluminancia: Flujo luminoso recibido por unidad de superficie (lúmenes/metro²).
22. Intensidad Luminosa: Flujo luminoso que emite una fuente por unidad de ángulo sólido. Se mide en candelas (cd).
23. Lámpara: Dispositivo construido con el fin de producir flujo luminoso.
24. Lámpara de Estado Sólido (SSL): Es un dispositivo semiconductor que emite



flujo luminoso cuando se polariza de forma directa la unión PN del mismo y circula por él una corriente eléctrica. También conocido como diodo emisor de luz o LED, por su acrónimo en inglés.

25. Lámpara Incandescente: Es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento, por efecto Joule, de un filamento, mediante el paso de corriente eléctrica entre dos electrodos.

26. Lámpara de Descarga: Es un dispositivo que produce luz por excitación de un gas sometido a descargas eléctricas entre dos electrodos.

27. Letreros luminosos: Aquellos correspondientes a carteles, anuncios, mobiliario urbano, cabinas telefónicas y similares, iluminados desde su interior o mediante emisión directa, con imágenes estáticas o dinámicas, tales como pantallas de comunicación visual.

28. Luminancia: Es la razón existente entre la intensidad lumínica en dirección a un observador y la proyección en esa misma dirección del área emisora.

29. Luminaria: El aparato que sirve para distribuir, filtrar o transformar la luz de la lámpara, o lámparas, y que incluye todas las piezas necesarias para fijarlas, protegerlas y conectarlas al circuito de alimentación.

30. Lumen: Unidad del Sistema Internacional del Flujo Luminoso emitido en la unidad de ángulo sólido (ester-radián) por una fuente puntual uniforme que tiene una intensidad luminosa de una candela.

31. Proyector: Luminaria en la cual el flujo luminoso se concentra en un ángulo sólido determinado por medio de un sistema óptico (espejos o lentes), con el fin de producir una intensidad luminosa elevada.

32. Proyector Láser: Proyector cuya fuente de luz es un láser.

33. Radiancia Espectral: Intensidad de energía radiada por unidad de superficie, longitud de onda y ángulo sólido.

TÍTULO SEGUNDO

Límites máximos de emisión y condiciones de cumplimiento

Artículo 6º.- Límite de emisión de intensidad luminosa. En el caso de lámparas instaladas en luminarias o proyectores, que se utilizan en alumbrado ambiental, alumbrado funcional, alumbrado industrial, alumbrado ornamental y decorativo, avisos y letreros iluminados, las exigencias serán las siguientes:

1. Una distribución de intensidad luminosa máxima, para un ángulo gama igual a 90° , que esté comprendida entre 0,00 y 0,49 candelas por cada 1.000 lúmenes del flujo de la lámpara.
2. Una distribución de intensidad luminosa de 0 candelas, para un ángulo gama mayores a 90° , por cada 1.000 lúmenes del flujo de la lámpara.
3. En el caso del alumbrado deportivo y recreacional, el límite de intensidad luminosa máxima será de 10 candelas por cada 1.000 lúmenes del flujo de la lámpara, a un ángulo gama de 90° , junto con la adición de una visera que limite la emisión hacia el hemisferio superior. Dicha visera o paralumen deberá presentar un área similar a la de la superficie emisora del reflector, a objeto de cubrir efectivamente el plano superior del proyector o luminaria.

Artículo 7º.- Límite de emisión de radiancia espectral. Para lámparas instaladas en luminarias o proyectores que sean utilizadas en el alumbrado funcional, ambiental, industrial y ornamental, las exigencias serán las siguientes:

1. La radiancia espectral entre 300 nm y 379 nm no podrá superar el 15% de la radiancia espectral entre 380 nm y 780 nm.
2. La radiancia espectral entre 380 nm y 499 nm no podrá superar el 15% de la radiancia espectral entre 380 nm y 780 nm.
3. La radiancia espectral entre 781 nm y 1 micra no podrá superar el 50% de la radiancia espectral entre 380 nm y 780 nm.

Artículo 8º.- Límite de emisión por reflexión. Para el caso de las lámparas instaladas en luminarias o proyectores, que sean utilizadas en el alumbrado funcional, ambiental, industrial y ornamental, los niveles de luminancia e iluminancia medias sobre calzada, no excederán más allá del 20% sobre los valores mínimos establecidos en la norma NSE 9. n71 - Iluminación: Diseño de Alumbrado Público en Sectores Urbanos, de la Superintendencia de Servicios Eléctricos y de Gas (hoy Superintendencia de Electricidad y Combustibles), o la que la reemplace.



Artículo 9°.- Límite de emisión de iluminancia. Los avisos y letreros luminosos no podrán tener una luminancia mayor a 50 cd/m² (candela/metro²).

Artículo 10°.- Condiciones de Cumplimiento para avisos y letreros luminosos. Los avisos y letreros luminosos no podrán ser orientados en ángulos mayores a 0 grados con respecto al plano horizontal que pasa por el centro del área luminosa.

Artículo 11°.- Condiciones de Cumplimiento para cañones de luz o proyectores láser. Todo tipo de cañones de luz o proyectores láser, que puedan ser orientados libremente mientras se operan, como los utilizados en discotecas o similares, no podrán apuntarse por sobre ángulos gama mayores a 70 grados.

Artículo 12°.- Límite de Emisión General. Todas aquellas otras fuentes emisoras no nombradas en la presente norma de emisión, permanentes o puntuales, deberán cumplir con los límites señalados en los numerales 1 y 2 del artículo 6° y lo señalado en el artículo 7°.

TÍTULO TERCERO

Control y fiscalización

Artículo 13°.- Control. El control de la presente norma de emisión se realizará mediante la certificación, previa a la instalación, del cumplimiento de los límites de emisión conjunta en el caso de lámparas instaladas en luminarias o proyectores, de la verificación del cumplimiento de los límites de luminancia en el caso de letreros luminosos ya instalados y mediante la verificación de la correcta instalación de todas las fuentes emisoras, conforme con lo establecido en la presente norma.

Artículo 14°.- Fiscalización. Corresponderá a la Superintendencia del Medio Ambiente, en adelante la Superintendencia, fiscalizar el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

Artículo 15°.- Procedimientos de Medición. Los procedimientos de medición para verificar el cumplimiento de la presente norma, serán establecidos por la Superintendencia.

La Superintendencia deberá definir, al menos, los procedimientos de medición para las siguientes tecnologías:

1. Lámparas de Filamento Incandescente
2. Lámparas de Descarga de Alta Intensidad
3. Lámpara de Estado Sólido (LED).

La Superintendencia también deberá definir los procedimientos de medición para otras tecnologías no mencionadas en los numerales anteriores, en la medida que se requiera.

Artículo 16°.- Laboratorios y Certificado. La certificación, previa a la instalación, del cumplimiento de límites de emisión conjunta en el caso de lámparas instaladas en luminarias o proyectores, se deberá realizar mediante laboratorios autorizados por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles, en adelante SEC.

El certificado o informe técnico que la SEC establezca, debe incluir, a lo menos, la siguiente información, de acuerdo a las exigencias particulares de la presente norma:

1. Nombre de laboratorio
2. Fecha de la medición
3. Vigencia del certificado
4. Modelo y fabricante de la fuente emisora
5. Tipo o tecnología de la fuente emisora
6. Potencia nominal de la lámpara



7. Radiancia espectral de la fuente emisora, en las siguientes bandas espectrales: 300 nm a 379 nm, 380 nm a 499 nm, 380 nm y 780 nm, y 781 nm a 1 micra. Esto para las fuentes emisoras a las que se les aplica la exigencia establecida en el artículo 7°.

Artículo 17°.- Del Informe de Cumplimiento. La Superintendencia deberá informar anualmente, al Ministerio del Medio Ambiente, sobre el cumplimiento de las disposiciones de la presente norma.

Artículo 18°.- Del Registro de Fuentes Reguladas. Los titulares de proyectos de instalación y recambio de las fuentes emisoras reguladas por la presente norma de emisión, deberán informar al Sistema Nacional de Información de Fiscalización Ambiental de la Superintendencia del Medio Ambiente, a través de la ventanilla única que se encuentra en el portal electrónico del Registro de Emisiones de Transferencia de Contaminantes, a lo menos lo siguiente:

- a) Copia del certificado emitido por el laboratorio autorizado por la SEC; y
- b) Cantidad de fuentes emisoras a instalar y/o recambiar.

TÍTULO CUARTO

Plazos de cumplimiento

Artículo 19°.- Plazo de Cumplimiento para Fuentes Existentes. Las fuentes emisoras existentes con anterioridad a la entrada en vigencia de la presente norma de emisión, deberán cumplir con ésta al momento de ser sustituida la fuente.

Sin perjuicio de lo anterior, deberán cumplir con la presente norma de emisión a más tardar en el plazo de 5 años a contar de la entrada en vigencia de la presente norma. En el intertanto, estarán obligadas a cumplir con el DS N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

Artículo 20°.- Plazo de Cumplimiento para Fuentes Nuevas. Las fuentes emisoras nuevas deberán cumplir con la presente norma de emisión en el momento que sean instaladas.

TÍTULO QUINTO

Entrada en vigencia

Artículo 21°.- La presente norma entrará en vigencia 12 meses después de su publicación en el Diario Oficial. Sin perjuicio de lo dispuesto en los artículos 19° y 20°.

Artículo 22°.- Deróguese el DS N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción.

ARTÍCULO TRANSITORIO

Artículo transitorio.- Sin perjuicio de lo dispuesto en el artículo 22°, continuarán vigentes las disposiciones del DS N° 686, de 1998, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, en tanto no entren en vigencia todas las disposiciones del presente decreto.

Anótese, tómese razón y publíquese.- SEBASTIÁN PIÑERA ECHENIQUE, Presidente de la República.- María Ignacia Benítez Pereira, Ministra del Medio Ambiente.- Pablo Longueira Montes, Ministro de Economía, Fomento y Turismo.



Lo que transcribo para su conocimiento.- Rodrigo Benítez Ureta, Subsecretario del Medio Ambiente (S).

Appendix 4a: Letter from the Chilean Ministry of Foreign Affairs (MFA), on behalf of the Chilean Government
(see attached file: A4a_Letter_ChileanMFA.pdf)



Santiago, 19th May, 2015

To whom it may concern:

I am excited to write in strong support of the initiative to recognize the site of the AURA Observatory in the Elqui Valley, Chile as an international "Dark Sky Sanctuary", certified by the International Dark-sky Association, and also to express our unreserved commitment to supporting the successful implementation of this initiative.

For more than fifty years, Chile has been the host of world-leading optical and radio astronomical observatories because of the exceptional atmospheric conditions and the existence of isolated areas in the northern desert regions where the unequalled quality of the night sky has undoubtedly been the fundamental driver for the installation of world-class observatories. As of today - through agreements with foreign governments and international research institutions around the world - Chile concentrates almost 50% of the total radio and optical observational capabilities on Earth, scattered in different sites. With the new projects already planned or in construction, the country will be host to almost 70% of the total world-wide observational facilities by 2021-2022.

Since the beginning of the astronomical research activities in Chile, the government here has played an increasingly active role in attracting and facilitating the installation of these projects. This support is underscored by a continuous commitment to designing policies, regulations, and standards aiming to protect dark skies. The government has encouraged and actively managed sustainable and collaborative relationships between the international scientific organizations and the local productive activities to be developed in the same areas, mainly mining and energy, and as well as relationships with local communities and aboriginal populations and traditions.

We would like to cite the words of Dr. Michelle Bachelet, President of the Republic of Chile, during the ceremony for laying the first stone of the Large Synoptic Telescope building, a major science endeavor for the development of new state-of-the-art telescope facilities on Cerro Pachón, Chile:

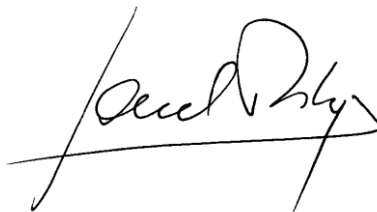
"...As a country, we have shown a special concern for the preservation of the sky as a resource of our country. In order that the use of lighting be compatible with our astronomical vocation, we have issued the regulation "Decree for the Regulation of Light Pollution", which entered into force in May of last year, but finally, since early

March this year, counts on the protocol and the regulation necessary for implementation in the regions of Antofagasta, Atacama and Coquimbo. Furthermore, we are promoting the establishment of the sites of astronomical observations as World Heritage...”

Organizations such as the IDA, and the certifications they provide, play an important role in raising the awareness of the local communities to the importance of the dark skies over Chile. The international recognition of sites for the protection of dark skies is an important component not only of raising our international profile, but also impressing upon the local communities the importance of protecting this natural wonder of dark skies for future generations of Chileans. We strongly support this proposal for the AURA Observatory site to be recognized as a Dark Sky Sanctuary, and will continue to work with AURA-O in their efforts both to protect the site and to educate our citizens about the wonders of the universe and the critical need to protect our national patrimony of dark skies.

We welcome this opportunity to speak on behalf of the Chilean government in support of this initiative, particularly since we are certain it should become a notable aid for preserving the natural quality of one of our precious environmental resources, the dark, clear and unpolluted skies, of Northern Chile. In this way, we hope and expect that this and similar initiatives will help us preserve a heritage that is a treasure for future of generations of Chileans as well as for humanity.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Gabriel Rodríguez', with a long horizontal stroke extending to the left.

Embajador Gabriel Rodríguez,
Director
Energía, Ciencia, Tecnología e Innovación (DECYTI)
Ministerio de Relaciones Exteriores

Appendix 4d: Letter from the Program Officer for the Chilean-based office of the U.S. Air Force Office of Scientific Research (AFOSR)
(see attached file: A4d_Letter_AFOSC.pdf)



DEPARTMENT OF THE AIR FORCE
AIR FORCE OFFICE OF SCIENTIFIC RESEARCH (AFOSR)

Air Force Office of Scientific Research
International Office South
U.S. Embassy Santiago
Unit 3460, Box 72
DPO, AA 34033

21 May 2015

Dr. R. Chris Smith
Head of Mission
AURA Observatory in Chile
AURA/NOAO 950
N. Cherry Avenue
Tucson, Arizona 85719

Dear Dr. Smith:

The Air Force Office of Scientific Research (AFOSR) funds science dependent on dark sky's at Mamalluca Observatory near the city of Vicuña located within sight of the "International Dark Sky Sanctuary," being proposed by the AURA Observatory.

The proposed sanctuary would be a nucleus to motivate a larger set of recognized "dark sky places" in the Elqui Valley, and specifically provides a guiding path for observatories such as the Mamalluca Observatory to become part of a "Dark Sky Community." More importantly the initiative serves to protect the skies of the region which AFOSR supported science depends.

The International Dark-Sky Association's mission of preserving and protecting our night skies across the globe and a successful AURA Observatory proposal of an "International Dark Sky Sanctuary," are a winning combination for astronomy and AFOSR science programs.

I look forward to supporting you and fully back the AURA Observatory's initiative. Thank you for your efforts to enable great science.

Sincerely,

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Brett Pokines", is written over a horizontal line.

Brett Pokines, PhD
Program Officer
pokinesbj@state.gov