

CARACTERIZACION DE LA CALIDAD DEL CIELO NOCTURNO DE GENERAL ROCA (FISQUE MENUCO)

Damián García - Universidad Nacional del Comahue

Resumen.

El presente trabajo busca caracterizar el cielo nocturno de la ciudad de General Roca, antiguamente denominada *Fisque Menuco* por sus pobladores originarios, en zonas representativas de la actividad urbana a partir de dos métodos distintos: El método por conteo de estrellas y el método por comparación con la tabla de Bortle. A su vez se realiza una identificación de los tipos de iluminarias que se utilizan en el alumbrado público de dichas zonas con el fin de evidenciar la contaminación lumínica y los efectos de la misma para la actividad astronómica.

Introducción.

Este trabajo se encuentra enmarcado en el contexto del curso NASE número 148 dictado en la Universidad Nacional del Comahue (Neuquén). La elección de la temática surge ante las inquietudes y preocupaciones del autor sobre la contaminación lumínica a nivel global y particularmente en la ciudad de General Roca, Río Negro. A su vez es un intento por favorecer la observación astronómica en la ciudad.

La contaminación de los cielos preocupa desde un punto de vista astronómico, cada vez más, debido a que el exceso de energía luminosa que se desperdicia tiene efectos negativos para la observación. La falta de legislación para resguardar la calidad de los cielos a nivel nacional, provincial y municipal, contribuyen a la problemática actual que es la contaminación lumínica.

En los alrededores de la ciudad de General Roca existen zonas que en principio podrían resultar de interés para la observación astronómica del cielo nocturno, debido a la oscuridad de sus cielos y el atractivo de sus paisajes. Alejados de la ciudad, estos sectores (como pueden ser la costa del Río Negro o las Bardas del Sur) son de difícil acceso para gran parte de la población, ya que no es práctico llegar hasta esos sitios sin un vehículo.

Surge entonces la siguiente pregunta: ¿Existen sitios dentro de la ciudad aptos para la observación astronómica? Para responder este interrogante es necesario conocer la *calidad de los cielos* en distintos puntos de la misma, magnitud que se verá afectada debido a la contaminación lumínica de los cielos.

General Roca: Breve descripción de la ciudad.

La ciudad de General Roca, antiguamente conocida como *Fisque Menuco* por sus primeros pobladores, está ubicada en el norte de la Patagonia Argentina, en el margen del río Negro y en el corazón de la región del Alto Valle. Cercana al paralelo 39, aledaña a las localidades de Allen y Cervantes, la ciudad se encuentra rodeada de chacras. El casco céntrico se extiende con casi dos kilómetros cuadrado de superficie, delimitado por dos avenidas (la Av. San Juan y la Av. Mendoza) y dos canales que recorren la ciudad de este a oeste (El "Canal Grande" y el "Canalito"). Ambos cursos de agua se encuentran acondicionados

y son los paseos urbanos más elegidos entre los roquenses, junto con el río Negro, para la distensión y para sobrellevar los calores sofocantes del verano.

A estos dos paseos se suma el “Paseo del Bicentenario”. Juntos los tres recorridos representan las zonas verdes más extensas dentro la ciudad y son puntos de encuentro para los ciudadanos.

La iluminación en General Roca.

Una de las causas principales de la contaminación lumínica son los focos o proyectores simétricos (como pueden encontrarse en el alumbrado de grandes áreas o estadios), donde parte del flujo de la lámpara es enviado directamente sobre el horizonte, lo que ocasiona un derroche de energía luminosa. A su vez, otro factor son los alumbrados de tipo decorativo, cuyas instalaciones han proliferado con una finalidad puramente estética. En estos, el flujo de luz sale en todas las direcciones, en especial hacia arriba.

Por ello es importante estudiar el tipo de iluminación en la ciudad de General Roca, ya que será de suma relevancia al momento de caracterizar el cielo nocturno, debido a la correlación entre las mismas y la contaminación lumínica, y por tanto, la calidad del cielo nocturno.

Actualmente la ciudad se encuentra haciendo una transición en materia de iluminarias. De forma sectorizada y progresiva las antiguas lámparas de vapor de mercurio y de Sodio de alta presión (Fig. 1a) están siendo remplazadas por los módulos LED (Fig. 1b). Estos cambios iniciaron en el marco del Plan de alumbrado eficiente de alcance nacional, sin embargo la actual normativa municipal requiere que las construcciones nuevas, para ser habilitadas, deban tener lámparas de Sodio de alta presión.

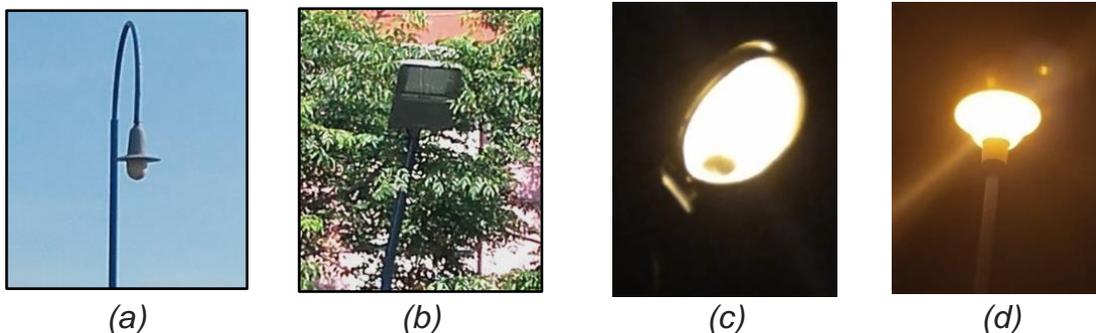


Fig. 1: Ejemplos de los cuatro tipos de luminarias en General Roca.

Las luminarias LED a pesar de presentar una mayor eficiencia energética. Pueden producir también efectos contraproducentes como el encandilamiento.

Objetivos.

- Caracterizar el cielo nocturno de zonas de interés urbano de la ciudad de General Roca - Rio Negro - Argentina.
- Determinar los niveles de iluminancia de las luminarias en las zonas de interés urbano.

Marco teórico.

La iluminación.

La iluminación es la forma planificada de utilizar la luz para alumbrar espacios u objetos. Una iluminación defectuosa puede producir contaminación lumínica.

En fotometría podemos diferenciar dos tipos de magnitudes asociadas a la luz. Una es la **luminancia**, que es la densidad superficial de la intensidad luminosa y se expresa como la relación entre la intensidad de la luz y la superficie desde la cual se emite. Sus unidades en el sistema internacional son Cd/m². Donde Cd son Candelas.

La otra magnitud es la **iluminancia**, que es el flujo luminoso recibido por una superficie, su unidad es el "Lux" y está definido como Lumens/m².

La contaminación lumínica.

La contaminación lumínica es el brillo o resplandor en forma directa o indirecta de la luz en el cielo. Es toda luz que escapa fuera de la zona que se requiere iluminar. La fuga indirecta de luz hacia el cielo se produce por el fenómeno de dispersión que ocurre cuando la luz interactúa con las partículas del aire, al producirse la dispersión la luz se desvía en todas direcciones. Este efecto se ve potenciado cuando hay niebla o cielo turbio creando una nube luminosa. Existen tres tipos de contaminación lumínica.

➤ El resplandor:

Es el fenómeno que ocurre generalmente por la iluminación pública exterior y se evidencia en las grandes ciudades como una nube luminosa que las rodea. La luz producida por el resplandor es en esencia luz desaprovechada que ilumina hacia arriba donde no se necesita, por lo tanto representa un gasto de energía innecesario. Para evitar este efecto basta con elegir las luminarias y focos adecuados.

➤ La intrusión:

Es la parte de la luz exterior que se proyecta en todas direcciones e ingresa en los interiores de las viviendas de forma indeseada.

➤ El encandilamiento:

Esta otra manifestación de la contaminación lumínica, está relacionado con las luces de los vehículos e incluso semáforos construidos con tecnología LED. Se evidencia en los sectores donde existen desniveles debido a que el encandilamiento tiene lugar cuando el sujeto se encuentra de forma inesperada con la fuente de luz.

Consecuencias de la Polución Lumínica.

Una excesiva exposición a la luz en horarios nocturnos tiene connotaciones negativas sobre la fisiología humana y animal¹, interfiriendo la producción de melatonina por parte de la glándula pineal. La polución lumínica genera, de esta manera, cambios fisiológicos que acumulados pueden generar la aparición de diversos trastornos de salud, como ser alteraciones en el sueño, ansiedad, aumento de la agresividad, dolores de cabeza, disfunciones sexuales, fatiga visual, insomnio, envejecimiento prematuro y desarrollo de tumores. Por otra parte, la contaminación lumínica convierte la noche en día en las ciudades y zonas aledañas, con consecuencias ecológicas adversas de alto impacto. Para muchas especies animales su pico de actividad ocurre durante la noche. El exceso de luz implica un cambio en el hábito de muchas especies, incluyendo la desaparición de algunas y generando de esta manera un grave daño en el ecosistema. La polución lumínica también ocasiona un gran problema para la actividad astronómica, impidiendo la adecuada observación del cielo nocturno. Frente a esta problemática, cabe preguntarse ¿qué resguardos legislativos tiene nuestro país para combatir dicha polución?

La legislación en la República Argentina respecto a las luminarias.

A pesar del mandato de la Constitución Nacional en su artículo 41 para que la Nación y las Provincias dicten las leyes necesarias para cuidar el cielo nocturno, y de la Ley Nacional N° 25675/2002 “Ley General de Ambiente”; la legislación en materia ambiental existente en Argentina se encuentra dispersa en diversas leyes que tratan problemáticas específicas².

Una de las leyes es la ley 25675, que en su artículo 1, indica los presupuestos mínimos para lograr una gestión sustentable y adecuada respecto al ambiente.

También el país cuenta con una Ley Nacional de Política Ambiental que hace referencia a todo tipo de contaminación en general. Además cuenta con un puñado de Leyes Provinciales u Ordenanzas Municipales concretas acerca de la contaminación lumínica, precisamente en distritos donde cuentan con instalaciones importantes para la observación astronómica. El complejo astronómico “El Leoncito” en San Juan y el observatorio de rayos cósmicos del proyecto Pierre Auger en Malargüe son ejemplo de ello.

¹ Contaminación lumínica – Latorre- Solá, UNNE- Argentina

² Legislación argentina sobre polución lumínica Verónica Presa¹ y Ricardo Picicelli

La escala del cielo oscuro de Bortle.

La escala del cielo oscuro fue diseñada por el astrónomo John Bortle con el fin de medir el brillo del cielo nocturno y cuenta con nueve niveles. Como se puede apreciar en la Fig. 2, el nivel *uno* es el más oscuro y el de mejores condiciones para la observación astronómica. Mientras que el nivel *nueve* es aquel en el que es imposible dicha observación, este suele ser el cielo de las grandes ciudades. Por otro lado en la tabla 1 se puede ver el código de colores asignado para cada nivel de la escala de Bortle. Esto facilita la lectura de mapas para determinar el tipo de cielo que se esperaría encontrar allí. Usualmente las ciudades se encuentran por encima del nivel siete, lo que da cuenta de la dificultad que tiene el correcto desempeño de la tarea astronómica en las mismas. También en la tabla se puede ver la equivalencia entre la escala de Bortle y la Magnitud límite Estelar.

Clase	Color	Magnitud Límite simple vista
1	Black	7.6 - 8.0
2	Grey	7.1 - 7.5
3	Blue	6.6 - 7.0
4	Light Green	6.1 - 6.5
5	Yellow	5.6 - 6.0
6	Orange	5.1 - 5.5
7	Red	<5.0
8	White	<4.5
9	White	<4.0

Tabla 1. Relación entre la escala Bortle y la MALE.



Fig. 2: Ejemplos de la escala de Bortle para distintas calidades de cielo.

Profundizaremos en los criterios de los niveles 7, 6, 5 y 4, dado que en principio, teniendo en cuenta los valores recolectados por el satélite VIIRS que se pueden ver en la Fig.3 (página 9), son estos niveles los que se esperan encontrar en el cielo de General Roca:

Nivel 7- Todo el cielo tiene un tono gris blanquecino, y pueden apreciarse fuentes de luz en todas direcciones. No se puede ver la Vía Láctea; la galaxia de Andrómeda puede verse a simple vista (con poca calidad).

Nivel 6- No se puede ver la luz zodiacal y la Vía Láctea solo es visible en el cenit. Sobre el horizonte hasta una altura de 35° el cielo se ve color gris blanquecino. Messier 33 solo es visible con por lo menos binoculares mientras que Andrómeda es débilmente visible a simple vista.

Nivel 5- La luz zodiacal es apenas visible. La Vía Láctea se aprecia de forma débil y no se puede ver cerca del horizonte. Las nubes aparecen considerablemente más brillantes que el cielo.

Nivel 4- Varias cúpulas de polución lumínica son visibles en varias direcciones sobre el horizonte. La luz zodiacal es visible y la Vía Láctea se aprecia de forma espectacular. Messier 33 es difícil de ver.

Calculo de la Magnitud Limite Estelar (MALE).

El cálculo de la *magnitud límite* es un método muy útil para realizar una estimación de la calidad del cielo que estamos observando. La magnitud límite (MALE) es la magnitud de la estrella más débil que podemos ver a simple vista, esta magnitud límite será mayor o menor en función de la oscuridad del cielo y la transparencia de la atmósfera.

Una forma de calcular el MALE es contar las estrellas que hay en el interior (incluyendo el contorno y los vértices) de alguna de las 30 *zonas males* repartidas por todo el cielo. La zona males suelen ser triángulos o cuadriláteros formados por tres o cuatro estrellas brillantes, las cuales definen los vértices de las diferentes zonas. Para el cálculo del MALE conviene rehuir de las zonas que estén bajas en el horizonte. Una vez determinada la cantidad de estrellas se compara el valor con las tablas en las que se encuentra la correlación entre cantidad de estrellas y el indicie (Ver anexo 1.1).

Metodología.

Determinando las zonas de interés.

Para la selección de los lugares donde caracterizar el cielo nocturno se tuvieron en cuenta dos criterios.

- Zonas accesibles de la ciudad que se encuentren despejadas de edificios, arboles altos.
- Zonas representativas de los distintos niveles de radiancia según los registros del satélite VIIRS. (Visible Infrared Imaging Radiometer Suite)

De los registros del satélite VIIRS que se pueden apreciar en la Fig. 3, se seleccionaron cuatro zonas dentro de la ciudad, tres con distintas clases de cielos nocturnos según la nomenclatura de Bortle y los niveles de radiancia registrados.



Fig. 3: Imagen satelital donde se aprecian los distintos niveles de radiancia en la ciudad

En la tabla 2 se puede ver el código de colores de la imagen satelital indicando el nivel de radiancia para cada zona. Se escogieron en total cuatro locaciones, dos en la zona céntrica de la ciudad con radiancias mayores a 75 W/cm² (zonas 1 y 2), una zona con valores entre 1,5 y 10 W/cm² (zona 3) y el último sector con valores entre 10 y 50 W/cm² (zona 4). En la Fig. 4 se pueden observar imágenes satelitales de dichos sectores.

Radiance 10 ⁻⁹ W / cm ² * sr	
0,00 - 0,15	1,50 - 10,0
0,15 - 0,25	10,0 - 50,0
0,25 - 0,50	50,0 - 75,0
0,50 - 1,50	> 75,0

Tabla 2 Código de colores de la imagen captada por el satélite VIIRS



(a) Ubicación en la ciudad de los sectores de interés



(b) 1 – “Paseo del Canal Grande”



(c) 2 – “Paseo del Canalito”



(d) 3 – “Paseo del Bicentenario”



(e) 4 – Ingreso a Roca por R.N 22

Fig. 4: Imágenes satelitales de la ciudad de general roca y las zonas seleccionados para realizar las mediciones.

Caracterizando el cielo nocturno.

Para realizar la caracterización del cielo nocturno, una vez determinados los sitios convenientes, se procedió a la observación a ojo descubierto del cielo. La misma se llevó a cabo luego de transcurrido un tiempo de estar en la zona con el fin de “aclimatar” la vista a los niveles de exposición lumínica. Se procuró no introducir fuentes de luz externas a las propias de cada lugar para no alterar la medición.

Se utilizaron dos métodos distintos:

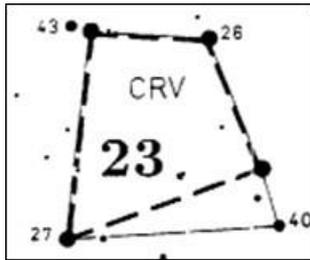
Método por comparación con la escala del cielo nocturno de Bortle:

Siguiendo la clasificación realizada por John Bortle se observó el cielo en cada sector y se le asignó un valor por comparación con la escala teniendo en cuenta las condiciones en cada categoría.

Método por conteo de estrellas:

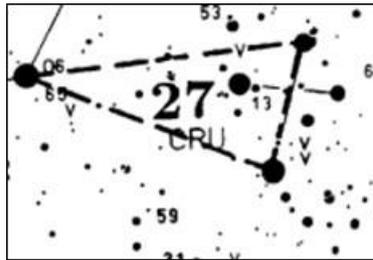
El otro método con el cual se caracterizó el cielo nocturno fue el del conteo de estrellas, utilizando las tablas de MALE (magnitud Limite Estelar). Para ello se llevaron a cabo los siguientes pasos.

- Se identificaron siguientes tres áreas *males* con la ayuda de un software para la localización de las mismas.³



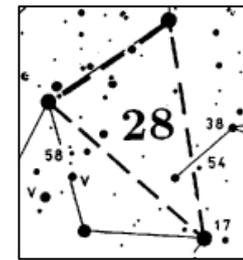
(a)

(a) Corvus



(b)

(b) Crux



(c)

(c) Carina

- Se contabilizó la cantidad de estrellas en cada área delimitada de forma directa. Se registraron los valores.
- Luego de un breve tiempo de espera al terminar cada conteo, se repitió el mismo en cada área con el fin de mejorar el tratamiento estadístico.
- Los registros de las cuatro zonas se llevaron a cabo durante la misma noche en un lapso de tiempo de cuatro horas. Se obtuvieron nueve datos por cada zona (tres conteos por cada área *male*)

Medición de luminancia de las luminarias.



Fig. 5: Ejemplo de medición de luminancia

Para realizar la medición de las luminancias se utilizó la aplicación "LUX" que utiliza el luxómetro incorporado en algunos teléfonos celulares y registra de forma activa la luminancia que llega hasta el detector.

El procedimiento para realizar las mediciones consistió en:

- Se identificó los distintos tipos de luminarias de cada sector.
- Se realizó una medición sobre cada luminaria característica de las zonas. Para ello se colocó el luxómetro de forma horizontal debajo de la luminaria, a una distancia fija al piso.
- Se registró cada valor obtenido y se obtuvo un promedio de iluminancia para cada iluminaria.

³ <https://www.aavbae.net/meteoro/malecalc/male.htm>

Resultados.

Resultados de la caracterización del cielo con la utilización de la tabla de Bortle.

De las mediciones por comparación con la tabla de Bortle se obtuvieron los siguientes valores:

Locación	Nivel de calidad del cielo nocturno
1	5
2	5
3	4
4	4

Tabla 3. Resultados de la caracterización del cielo nocturno

Resultados de la caracterización del cielo mediante el conteo de estrellas.

Del conteo de estrella para cada área se obtuvieron los siguientes datos:

Zona 1	área 23	área 27	área 28
Conteo 1	5	9	7
Conteo 2	5	10	7
Conteo 3	5	10	8
Nº de estrellas promedio	5	10	7
Índice MALE	5.21	4.92	5.46
Magnitud media	5.20		

Tabla 4. Datos recolectados del conteo de estrella en la Zona 1.

Zona 2	área 23	área 27	área 28
Conteo 1	4	7	7
Conteo 2	5	7	7
Conteo 3	5	7	7
Nº de estrellas promedio	5	7	7
Índice MALE	5.21	4.59	4.33
Magnitud media	4.71		

Tabla 5. Datos recolectados del conteo de estrella en la Zona 2.

Zona 3	área 23	área 27	área 28
Conteo 1	7	11	12
Conteo 2	8	11	12
Conteo 3	8	11	12
Nº de estrellas promedio	8	11	12
Índice MALE	6.40	5.50	6.36
Magnitud media	6.09		

Tabla 6. Datos recolectados del conteo de estrella en la Zona 3.



Zona 4	área 23	área 27	área 28
Conteo 1	8	12	12
Conteo 2	8	12	13
Conteo 3	8	12	14
Nº de estrellas promedio	8	12	13
Índice MALE	6.40	5.75	6.36
Magnitud media	6.17		

Tabla 7. Datos recolectados del conteo de estrella en la Zona 4.

Medición de luminancia de las luminarias.

Se identificaron cuatro tipos de luminarias distintas al registrar el total de las cuatro zonas de interés, tal como se puede ver en la Fig. 1 (página 5). En la tabla 8 se puede ver el tipo de luminaria de cada zona y la luminancia promedio de dicho tipo de luminaria.

	Luminaria "a"	Luminaria "b"	Luminaria "c"	Luminaria "d"
Zona 1		x		x
Zona 2		x		x
Zona 3			x	x
Zona 4	x			x
Luminancia promedio	39 Lux	301 Lux	99 Lux	82 lux

Tabla 8. Tipos de luminarias distribuidas en cada zona.



Conclusiones.

En cuanto a la caracterización del cielo nocturno en General Roca, en resumen se han obtenido los siguientes valores:

Zona de relevamiento	Índice Bortle	Índice MALE	Valores del satélite VIIRS	Calidad del cielo para la observación astronómica
1	6	5.20 (rojo)	Rojo	Baja
2	6	4.71 (rojo)	Rojo	Baja
3	5	6.09 (amarillo)	Amarillo	Aceptable
4	5	6.17 (verde)	Naranja	Aceptable

Tabla 9. Caracterización del cielo nocturno en las cuatro zonas seleccionadas.

Cabe destacar que los valores obtenidos en las zonas “1” y “2” coinciden con los valores arrojados por el satélite VIIRS, estas son las dos zonas con peor calidad de cielo. Este resultado es esperable pues ambas locaciones son las más cercanas al corazón de la ciudad. Y a su vez poseen las luminarias con mayor luminancia promedio. Sobre todo de las luminarias “b”, es decir las de tipo LED, que arrojaban valores de luminancia tres veces más grandes que el resto de los sistemas de iluminación. Por otro lado las zonas “3” y “4” se encontraban en sitios donde el mapa arrojado por el VIIRS muestra límites difusos para identificar el tipo de cielo nocturno, lindando entre los niveles naranja y amarillo, por lo que la caracterización realizada en dichas zonas aportó información más relevante.

La zona cuatro resulto ser la de mejor calidad de cielo nocturno, aunque dado que los resultados presentaron diferencias de conteo bajas, pues se pudieron observar dos estrellas más en la zona 4 que en la zona 3 (Ver tabla 6 y tabla 7), es posible que las calidades de los cielos en ambas zonas sean prácticamente iguales. No obstante la iluminancia promedio en la zona cuatro resulto menor, en dicha zona predominaba el uso de las luminarias del tipo “a”.

Al analizar los valores de iluminancia de las luminarias en cada zona, se puede apreciar que los sectores con las luminarias LED poseen las peores calidades de cielo nocturno y a su vez son la de mayor valor de iluminancia.

En cuanto a la observación astronómica refiere, las zonas 1 y 2 no son aceptables, pues los niveles de contaminación lumínica son altos y la calidad del cielo es mala. Distinto es para las zonas 3 y 4, que al encontrarse más retiradas del núcleo central de la ciudad, y con luminarias de menor iluminancia, ergo menores niveles de contaminación lumínica y por tanto mejor calidad del cielo, presentan un cielo lo suficientemente oscuro como para desarrollar la observación astronómica.



7 - Bibliografía

- Cristian Gloé, O. M. (2013). *CIELO OSCURO EN BARRANQUILLA. LOS CIELOS COMO PATRIMONIO CIENTIFICO Y CULTURAL DE LA HUMANIDAD*. Barranquilla: NASE.
- Francis Berthomieu, R. M. (s.f.). *Preparación de observaciones*. NASE.
- Girard, P. (s.f.). *Cálculo de la Magnitud Limite Visible y Localizacion de Areas MALE*. Obtenido de <https://www.aavbae.net/meteoro/malecalc/male.htm>
- Instituto "Dr. Miguel C. Rubino". (2015). *Contaminación Lumínica*. Durazno.
- Map, L. P. (s.f.). Obtenido de <https://www.lightpollutionmap.info/>
- Oficina de Protección de la Calidad del Cielo del Norte de Chile. (s.f.). Obtenido de <https://opcc.cl/contaminacion-luminica-e-iluminacion-led/>
- Picicelli, P. (s.f.). *Legislacion Argentina sobre polución lumínica*. Buenos Aires: Universidad de Palermo.
- Solá, L. (2015). *Contaminación lumínica*. Argentina: UNNE.
- Ward, D. L. (2007). *Globe At Night*. Obtenido de <https://www.globeatnight.org/maps.php>
- Wayback Machine. (s.f.). Obtenido de <https://web.archive.org/web/20080111030643/http://ciaa-alicante.org/DIVULGACION/MALE/male01.html>



8 Anexos.

8.1 - Anexo: Tablas de valores MALE

AREAS MALE									
Area 21		Area 22		Area 23		Area 24		Area 25	
Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE
1	1.23	1	0.28	1	2.59	1	2.61	1	1.07
2	3.27	2	2.84	2	2.66	2	2.75	2	2.29
3	3.68	3	3.29	3	2.97	3	3.28	3	3.96
4	3.96	4	3.87	4	3.01	4	3.92	4	5.26
5	4.48	5	4.28	5	5.21	5	4.56	5	5.40
6	4.72	6	4.43	6	5.81	6	5.19	6	5.50
7	5.34	7	4.47	7	5.95	7	5.64	7	5.84
8	5.66	8	4.78	8	6.40	8	5.72	8	5.92
9	5.98	9	5.46	9	6.62	9	6.08	9	6.00
10	6.28	10	5.49	10	6.84	10	6.14	10	6.09
11	6.30	11	5.68	11	7.06	11	6.15	11	6.15
12	6.35	12	5.68	12	7.25	12	6.17	12	6.32
13	6.79	13	5.69	13	7.30	13	6.19	13	6.41
14	6.82	14	5.72	14	7.41	14	6.41	14	6.47
15	6.97	15	5.82	15	7.44	15	6.46	15	6.56
16	7.05	16	5.96	16	7.44	16	6.50	16	6.56
17	7.25	17	5.96	17	7.46	17	6.63	17	6.62
18	7.42	18	6.05			18	6.64	18	6.85
19	7.45	19	6.15			19	6.67	19	6.90
20	7.46	20	6.23			20	6.75	20	6.97
21	7.48	21	6.27			21	6.76	21	6.98
22	7.50	22	6.35			22	6.76	22	7.01
		23	6.40			23	6.80	23	7.07
		24	6.42			24	6.87	24	7.13
		25	6.46			25	6.94	25	7.14
		26	6.47			26	7.07	26	7.15
		27	6.54			27	7.14	27	7.26
		28	6.68			28	7.16	28	7.40
		29	6.71			29	7.19	29	7.46
		30	6.73			30	7.20		
		31	6.75			31	7.22		
		32	6.76			32	7.24		
		33	6.96			33	7.25		
		34	7.02			34	7.29		
		35	7.04			35	7.29		
		36	7.12			36	7.32		
		37	7.14			37	7.35		
		38	7.14			38	7.37		
		39	7.21			39	7.38		
		40	7.21			40	7.41		
		41	7.22			41	7.46		
		42	7.28			42	7.49		
		43	7.32			43	7.50		
		44	7.32						
		45	7.33						
		46	7.34						
		47	7.34						
		48	7.37						
		49	7.38						
		50	7.38						
		51	7.41						



AREAS MALE										
	Area 26		Area 27		Area 28		Area 29		Area 30	
Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE	Nº	MALE	
1	0.00	1	0.64	1	1.67	1	3.62	1	3.92	
2	1.61	2	1.21	2	1.95	2	3.65	2	3.66	
3	2.64	3	1.56	3	2.25	3	3.26	3	3.42	
4	2.66	4	1.65	4	3.64	4	4.06	4	3.65	
5	3.76	5	4.21	5	3.66	5	4.66	5	3.65	
6	3.65	6	4.56	6	4.00	6	4.74	6	4.22	
7	4.11	7	4.59	7	4.22	7	5.51	7	4.76	
8	4.63	8	4.61	8	5.46	8	5.57	8	4.66	
9	5.06	9	4.69	9	5.54	9	5.67	9	5.12	
10	5.10	10	4.92	10	5.76	10	5.99	10	5.15	
11	5.11	11	5.30	11	5.79	11	6.09	11	5.16	
12	5.17	12	5.75	12	6.26	12	6.26	12	5.61	
13	5.16	13	5.62	13	6.26	13	6.42	13	5.62	
14	5.29	14	6.04	14	6.49	14	6.57	14	5.76	
15	5.30	15	6.20	15	6.54	15	6.59	15	5.92	
16	5.72	16	6.20	16	6.62	16	6.65	16	6.09	
17	5.75	17	6.29	17	6.71	17	6.66	17	6.22	
18	5.77	18	6.42	18	6.85	18	6.69	18	6.22	
19	5.69	19	6.61	19	6.90	19	6.69	19	6.26	
20	5.69	20	6.61	20	6.99	20	6.71	20	6.22	
21	5.65	21	6.66	21	6.99	21	6.77	21	6.25	
22	5.65	22	6.69	22	7.04	22	6.61	22	6.26	
23	6.02	23	6.79	23	7.06	23	6.64	23	6.40	
24	6.07	24	6.74	24	7.14	24	6.65	24	6.50	
25	6.12	25	6.75	25	7.15	25	6.66	25	6.59	
26	6.14	26	6.92	26	7.16	26	6.66	26	6.70	
27	6.16	27	6.99	27	7.16	27	6.69	27	6.70	
28	6.17	28	6.96	28	7.19	28	6.69	28	6.72	
29	6.20	29	6.99	29	7.25	29	6.61	29	6.77	
30	6.20	30	7.07	30	7.29	30	6.64	30	6.62	
31	6.21	31	7.11	31	7.31	31	7.01	31	6.64	
32	6.22	32	7.19	32	7.37	32	7.09	32	6.66	
33	6.23	33	7.19	33	7.36	33	7.09	33	6.67	
34	6.23	34	7.19	34	7.36	34	7.10	34	6.61	
35	6.20	35	7.21	35	7.36	35	7.12	35	6.62	
36	6.21	36	7.24	36	7.36	36	7.12	36	6.62	
37	6.23	37	7.26	37	7.44	37	7.22	37	6.67	
38	6.29	38	7.27	38	7.45	38	7.22	38	7.00	
39	6.41	39	7.29	39	7.46	39	7.22	39	7.02	
40	6.42	40	7.31	40	7.24	40	7.24	40	7.09	
41	6.46	41	7.37	41	7.26	41	7.26	41	7.10	
42	6.46	42	7.36	42	7.27	42	7.27	42	7.10	
43	6.50	43	7.40	43	7.29	43	7.29	43	7.12	
44	6.52	44	7.45	44	7.30	44	7.30	44	7.15	
45	6.54	45	7.50	45	7.30	45	7.30	45	7.16	
46	6.55	46	7.50	46	7.32	46	7.32	46	7.20	
47	6.57	47	7.52	47	7.32	47	7.32	47	7.21	
48	6.59	48	7.57	48	7.37	48	7.37	48	7.22	
49	6.61	49	7.57	49	7.37	49	7.37	49	7.24	
50	6.70	50	7.57	50	7.37	50	7.37	50	7.24	
51	6.72	51	7.58	51	7.38	51	7.38	51	7.27	
52	6.74	52	7.59	52	7.39	52	7.39	52	7.25	
53	6.75	53	7.61	53	7.41	53	7.41	53	7.26	
54	6.61	54	7.46	54	7.46	54	7.46	54	7.41	
55	6.62	55	7.47	55	7.47	55	7.47	55	7.44	
56	6.66	56	7.50	56	7.50	56	7.50	56	7.44	
57	6.69	57	7.50	57	7.50	57	7.50	57	7.47	
58	6.63	58	7.46	58	7.46	58	7.46	58	7.46	
59	6.63	59	7.50	59	7.50	59	7.50	59	7.50	
60	6.66	60	7.50	60	7.50	60	7.50	60	7.50	