

## **Diseño de eco luminarias para espacios exteriores Reutilización de antenas de TV satelital y energía fotovoltaica**



G. Sánchez<sup>1</sup>, L. Calvo<sup>2</sup>, S. Ávalos<sup>1</sup>, M. Molina<sup>4</sup>, M. Gatani<sup>3</sup><sup>93</sup>

Palabras claves: Diseño sustentable - Reutilización - Energía Renovable fotovoltaica - Iluminación

### **Introducción**

La Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC, 2015) en la XXI Conferencia Internacional sobre Cambio Climático celebrada en París en 2015 sentó bases de acciones tendientes a frenar la contaminación ambiental y el impacto negativo. Argentina adhiere al convenio y se propone una meta de reducción de sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) un 15% en el año 2030 con respecto a las emisiones proyectadas en su Business as usual (BAU) al mismo año (INDC, 2015). Una de estas acciones es la creación del programa Generación Eléctrica a partir de fuentes Renovables (GENREN), y la reglamentación de las Leyes 26.190 (2006) y 26.191 (2016) sobre el “Régimen de Fomento Nacional para el Uso de Fuentes Renovables de Energía destinadas a la Producción de Energía Eléctrica”. Se establece que en el plazo de 10 años, el 8% del consumo eléctrico tiene que ser abastecido a partir de fuentes de energías renovables.

---

<sup>93</sup> 1-Profesora Investigadora Facultad de Arquitectura Urbanismo y diseño. Universidad Nacional de Córdoba  
2-Becaria doctoral CONICET 4- Becaria Posdoctoral CONICET 3-Investigadora Independiente CONICET  
y Profesora investigadora FAUD, UNC

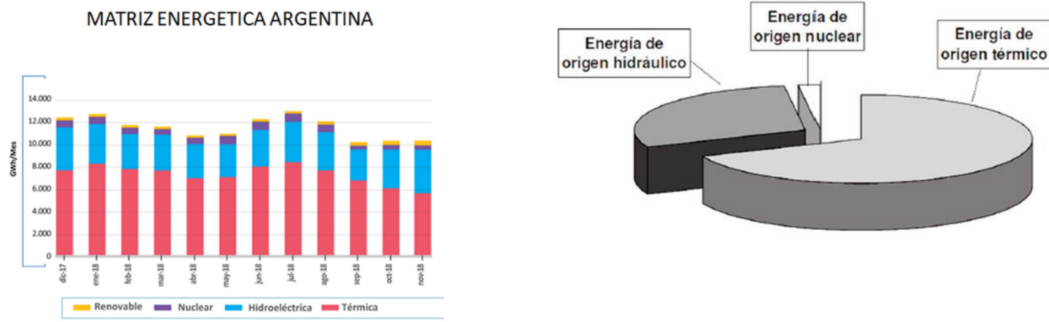
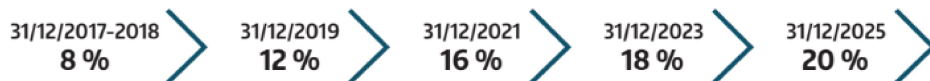
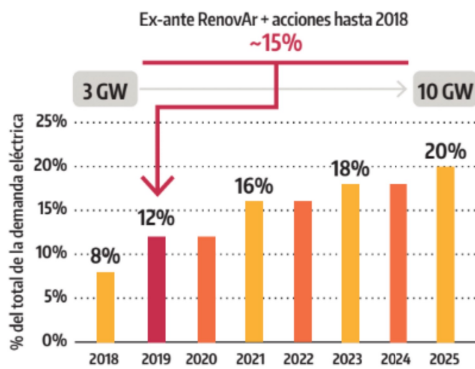


Figura 1: Matriz energética de Argentina (izq.) y situación de Córdoba (der.)



**METAS NACIONALES DE INSERCIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES 2018-2025**



Ex-ante RenovAr	Acciones RenovAr a la fecha	Acciones MATER hasta 2018
0,8 GW	RenovAr Ronda 1: 1,1 GW 2,7%	0,8 GW
1,8%	RenovAr Ronda 1.5: 1,3 GW 3,0%	
	Legacy Contracts (R202): 0,5 GW 1,5%	
	RenovAr Ronda 2: 2,0 GW 4,9%	
	<b>TOTAL: 4,9 GW 12,1%</b>	

Nota: Porcentaje de energía renovable en el total de la demanda, calculado con P75 de la generación estimada y con demanda proyectada 2018.

Fuente: Secretaría de Energía

Figura 2: Metas de energía renovable (Ley 27191/2015). Fuente: Secretaría de Energía.

La energía eléctrica utilizada en Córdoba proviene de generación provincial y del Sistema Interconectado Provincial (SIP). Un informe elaborado por el CIECS-CONICET (2013) indica que solo el 0,05% de la energía consumida es de origen renovable.

En 2010 el consumo de energía eléctrica para alumbrado público en la provincia de Córdoba fue del 4,44% del consumo total (Ferrari & Frezzi, 2013), por ello la necesidad de orientar esfuerzos y acciones en el estudio e implementación de nuevos sistemas energéticos basados en recursos limpios e inagotables.

Por otro lado, en relación a la generación de residuos, en Argentina se producen en total 13.735,337 toneladas de basura por año. La ciudad de procesa alrededor de 1.353.568.87 TN/año (Tabla 1). Córdoba genera un promedio de 1.2 kg/hab de desechos después de Buenos Aires (fig. 3) y recicla menos del 1,00% de la basura que genera.

Tabla 1: Generación diaria y anual total por provincias en base a la población proyectada por el INDEC a partir de los datos del CENSO 2001 para los años 2005, 2010 y 2015 y partiendo como base de los datos de generación per cápita (GPC) relevados en el 2005 en el marco de la ENGIRSU (González, 2010).

PROVINCIA	GPC KG/HAB/DIA	2005			2010			2015		
		POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO	POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO	POBLACION	GEN DIA	GEN AÑO
		HAB	TN/DIA	TN/AÑO	HAB	TN/DIA	TN/AÑO	HAB	TN/DIA	TN/AÑO
Total del país	0,85	38.592.150	34.394,92	12.554.146,54	40.518.951	36.036,39	13.153.282,19	42.403.087	37.631,06	13.735.337,97
Ciudad de Buenos Aires	1,23	3.018.102	3.712,27	1.354.976,89	3.058.309	3.761,72	1.373.027,83	3.090.922	3.801,83	1.387.669,43
Buenos Aires	0,83	14.654.379	12.163,13	4.439.544,12	15.315.842	12.712,15	4.639.934,33	15.940.645	13.230,74	4.829.218,40
Catamarca	0,69	365.323	252,07	92.006,60	404.240	278,93	101.807,84	444.824	306,93	112.028,92
<b>Córdoba</b>	<b>1,05</b>	<b>3.254.279</b>	<b>3.416,99</b>	<b>1.247.202,43</b>	<b>3.396.685</b>	<b>3.566,52</b>	<b>1.301.779,53</b>	<b>3.531.817</b>	<b>3.708,41</b>	<b>1.353.568,87</b>
Corrientes	0,87	980.813	853,31	311.457,17	1.035.712	901,07	328.890,35	1.091.889	949,94	346.729,35
Chaco	0,61	1.024.934	625,21	228.201,56	1.071.141	653,40	238.489,54	1.119.667	683,00	249.293,86
Chubut	0,95	445.458	423,19	154.462,56	470.733	447,20	163.226,67	494.904	470,16	171.607,96
Entre Ríos	0,6	1.217.212	730,33	266.569,43	1.282.014	769,21	280.761,07	1.345.355	807,21	294.632,75
Formosa	0,65	517.506	336,38	122.778,30	555.694	361,20	131.838,40	597.418	388,32	141.737,42
Jujuy	0,71	652.577	463,33	169.115,33	698.474	495,92	181.009,54	744.560	528,64	192.952,72
La Pampa	0,98	321.653	315,22	115.055,28	341.456	334,63	122.138,81	360.694	353,48	129.020,24
La Rioja	0,77	320.602	246,86	90.105,19	355.350	273,62	99.871,12	391.614	301,54	110.063,11
Mendoza	1,15	1.675.309	1.926,61	703.210,95	1.765.685	2.030,54	741.146,28	1.852.017	2.129,82	777.384,14
Misiones	0,44	1.029.645	453,04	165.360,99	1.111.443	489,03	178.497,75	1.197.823	527,04	192.370,37
Neuquén	0,92	521.439	479,72	175.099,22	565.242	520,02	189.808,26	608.090	559,44	204.196,62
Río Negro	0,86	587.430	505,19	184.394,28	603.761	519,23	189.520,58	617.216	530,81	193.744,10
Salta	0,76	1.161.484	882,73	322.195,66	1.267.311	963,16	351.552,07	1.379.229	1.048,21	382.598,12

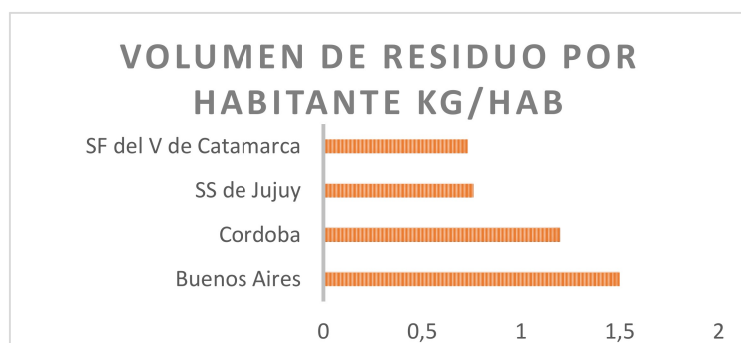


Figura 3: Volumen de residuo por habitante (Kg/hab). Fuente: Secretaría de Ambiente Desarrollo Sustentable.

La valorización de materiales provenientes de desechos, desuso o demolición con reutilización directa evita la explotación de nuevas materias primas, menos consumo de energía y recursos.

Las antenas de Tv descartadas no son re-instalada. Es un material de alta calidad con grandes potencialidades de re-uso, lo que permite proponer un proceso de diseño-producción circular, donde el elemento adquiere nuevas características que lo cualifican como un insumo de este proceso nuevo.



Figura 4: Antenas de TV satelital en contenedor de basura en Córdoba (der.) y en azoteas de viviendas (izq.).

## Metodología

En este artículo se realizaron análisis, desarrollos técnicos y experimentales. Se analizaron antecedentes de luminarias fotovoltaicas para exteriores, normativas y requerimientos de iluminación para espacios exteriores peatonales de expansión.

Se realizó un análisis físico de las propiedades de la parábola de la antena como elemento reflector y difusor de la luz. Se dimensionó el sistema fotovoltaico, definiendo una tecnología de corriente continua (CC) 12 V, sin inversores de corriente, con lámpara LED 6.5 W, para evitar grandes capacidades de almacenaje en batería.

Se delimitó el tiempo de uso, la potencia y fuente de luz. Se determinaron el sistema de almacenamiento, el de regulación y el de automatización.

Se diseñaron las piezas de herrería y soporte del conjunto de regulación y almacenamiento y de la fuente luminosa, buscando la flexibilidad.

Se experimentó con diferentes tipos de pinturas y colores para verificar cuál alcanzaba mayor reflectividad en un recinto cerrado. Se midió la iluminancia (lux) con un luxómetro TES 1330 Digital Lux meter - Serie 91120528 con rangos de 20-200-2000-20000.

Finalmente, se construyeron los modelos y se evaluaron en función de su producción y montaje: uniones, pintura, costo y eficiencia en la iluminación.

La evaluación de desempeño de iluminación de determinó comparando la iluminancia directa con la iluminancia difusa (lux) propuesta utilizando el luxómetro mencionado.

## Desarrollo

### Diseño de la luminaria

Las premisas de diseño se basaron en criterios de diseño sustentables: reutilización de un desecho: antenas de TV satelital, energía solar fotovoltaica y luminaria autónoma.

La flexibilidad en el diseño prevé variadas posibilidades de ubicación de la lámpara y del panel solar, combinando la orientación norte del panel fotovoltaico con la zona a iluminar.

El panel se posiciona en un ángulo fijo a  $45^\circ$  respecto a la horizontal, ángulo recomendado para la latitud de Córdoba.

Con el dimensionado del sistema se obtuvo una autonomía de 7 horas de iluminación generada con energía solar fotovoltaica exclusivamente, corriente continua, 12 V de tensión, y lámpara LED 12 v - 6,5 W. - 500 Lm. La energía producida por el panel solar policristalino 20Wp, es almacenada en una batería solar recargable. El conjunto lo completan el regulador de carga de la batería modelo Pulse with Modulation (PWM) y un controlador horario analógico adaptado a 12V, con el que se programa el horario de encendido y apagado de las luminarias (de 8 p.m. a 03 a.m.).

Análisis de las propiedades físicas de la antena de TV Satelital.

Las antenas de Tv satelital son un recurso de gran calidad para la construcción de las luminarias. Además de ser un producto resistente diseñado para montarse en espacios exteriores, cuenta con piezas de soporte y unión que fueron reutilizadas en nuestro modelo: tornillos y tuercas, base, brazo de soporte hueco que permite canalizar los cables desde el gabinete IP-65 hacia la lámpara, soporte, mástil de unión y el plato de la antena. La morfología del plato, parábola diseñada para captar la señal satelital, favorece el efecto buscado de reflexión y difusión de la luz. En la figura 5, se observa el fenómeno de reflexión de las ondas electromagnéticas que se producen sobre el plano curvo cóncavo.

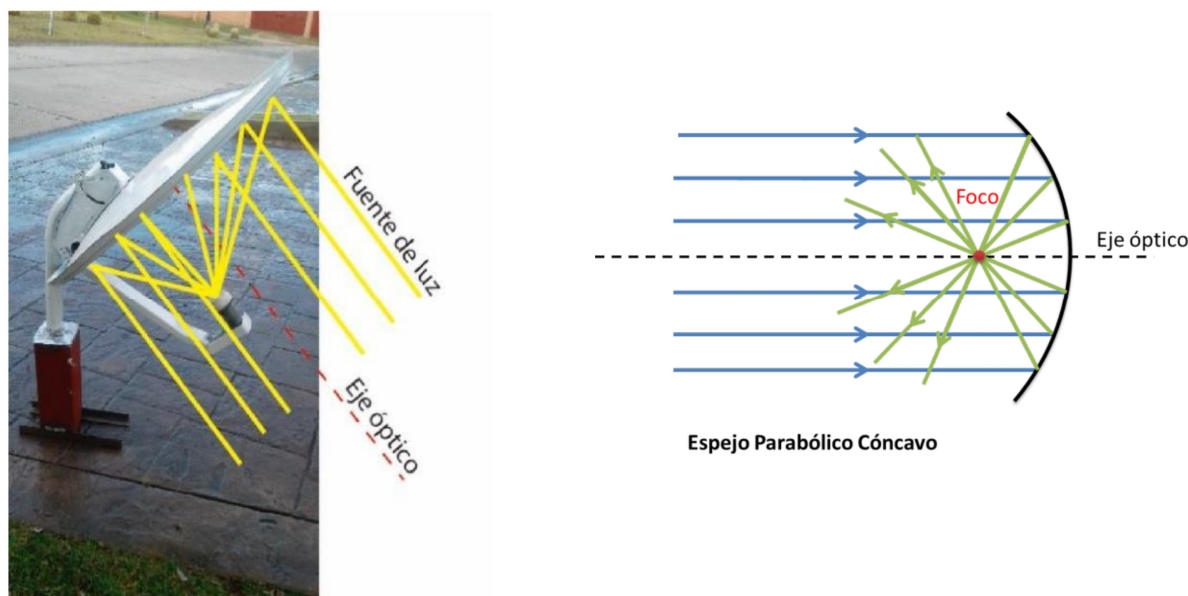


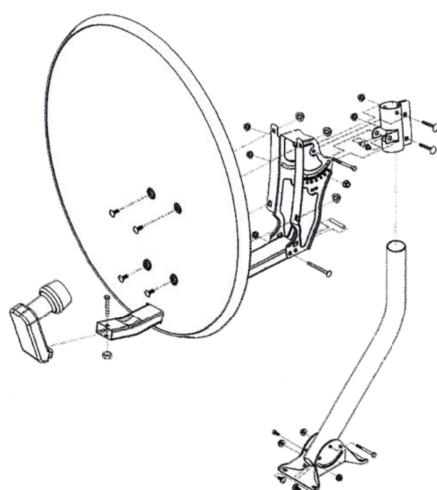
Figura 5: Fenómeno de reflexión de ondas electromagnéticas.

Descripción de componentes de la luminaria autónoma:

- a- Antena de Tv satelital: desecho reutilizado
- b- Panel fotovoltaico 12W: energía de fuente renovable (solar fotovoltaica)
- c- Gabinete metálico estanco IP65 contenedor de regulador de carga, controlador horario analógico y batería recargable.

- d- Lámpara LED 12 V CC con artefacto apta para exteriores IP65
- e- Elementos de herrería: fuste, soportes, cabezal, tornillos y tuercas.

#### Antena TV satelital: descripción y propiedades



<b>01</b>	Soporte de receptor con abrazadera
<b>02</b>	1/4 - 20 - Tornillo 1/2" corto cabeza redonda para fijar el plato al soporte con abrazadera
<b>03</b>	1/4 - 20 - 1/2" tornillo cabeza redonda plana que fijan la base al plano soporte (muro o techo)
<b>04</b>	Tornillo 1/4 "de estría cabeza hexagonal que fija el LBN al brazo soporte del LBN
<b>05</b>	1/4 - 20 - 1 1/4" tornillo de estría cabeza hexagonal que fijan el mástil a la base
<b>07</b>	Base que vincula la antena al plano soporte (muro o techo)
<b>08</b>	LBN
<b>09</b>	Brazo soporte LBN hueco para canalización de cables
<b>10</b>	Mástil de unión entre plato
<b>11</b>	Plato

Figura 6: Piezas constituyentes de antena de TV satelital. Fuente: DirectTV

#### Evaluación comparativa de tipos de pinturas a utilizar.

Cuatro pantallas de Tv satelital tratadas con pinturas diferentes, fueron evaluadas. La pantalla P1 se dejó sin tratamiento superficial, para evaluar el desempeño en estado original. P2 se pintó con dos manos de pintura en aerosol Rust Oleum Aluminium

340GR, sobre una base de pintura blanca. P3 se pintó con una pintura en aerosol; y por último, P4 con dos manos de pintura en aerosol Rust Oleum Mirror Effect sin base previa.

	P1		P2		P3		P4	
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2
<b>Lámpara L1</b>	2 lux	21 lux	13 lux	123 lux	13 lux	82 lux	26 lux	254 lux
<b>Largo de brazo:</b>								

	P1		P2		P3		P4	
	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 1	Alt. 2
<b>Lámpara L1</b>	1 lux	16 lux	8 lux	82 lux	11 lux	74 lux	18 lux	159 lux
<b>Largo de brazo:</b>								

Tabla N° 2: Mediciones con luxómetro de Lux según cada alternativa de pintura y distancia.



Los resultados determinaron que la mejor opción de pintura es la P4 (aerosol Rust Oleum Mirror Effect) superando en un más de 100% la segunda mejor opción (P2: Rust Oleum Aluminium 340GR).

Módulo fotovoltaico policristalino: Modelo 20 Wp 12 V. SOLARTEC

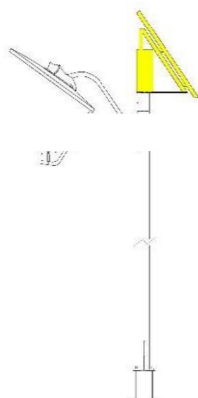


Figura 7: Ubicación del panel fotovoltaico y del gabinete IP65 (der.). Fotografía del panel fotovoltaico: Modelo 20 Wp 12V.

Tabla n °3: Características del modelo de panel fotovoltaico seleccionado

Características	Eléctricas					Mecánicas				
	Modelo	P <sub>Nom</sub> (W)	V <sub>mp</sub> (V)	V <sub>oc</sub> (V)	I <sub>mp</sub> (A)	I <sub>sc</sub> (A)	Largo (mm)	Ancho (mm)	Alto (mm)	Peso (Kgr)
	3W 6V	3	8,60	10,70	0,35	0,40	230	150	25	0,60
	5W 12V	5	17,00	21,60	0,29	0,34	305	190	18	0,90
	7W 12V	7	17,00	21,60	0,41	0,48	290	290	18	1,30
	10W 12V	10	17,00	21,60	0,58	0,68	345	240	18	1,60
	20W 12V	20	17,20	21,60	1,16	1,31	630	300	18	2,10
	40W 12V	40	17,20	21,60	2,32	2,57	675	466	25	4,30
	50W 12V	50	18,30	22,00	2,73	3,00	1040	357	35	4,80
	80W 12V	80	18,65	22,25	4,29	4,57	856	675	25	8,00
	130W 24V	130	34,40	43,20	3,78	4,18	1373	675	35	11,50
	150W 24V	150	34,40	43,20	4,36	4,85	1500	675	35	13,00
	300W 24V	300	36,70	43,60	8,17	8,71	1950	990	40	24,00

**Referencias****P<sub>nom</sub>** : Potencia Nominal**V<sub>mp</sub>** : Tensión a Máxima Potencia**V<sub>oc</sub>** : Tensión a Circuito Abierto**I<sub>mp</sub>** : Corriente a Máxima Potencia**I<sub>sc</sub>** : Corriente de Cortocircuito**Especificaciones a:****AM = 1,5****I = 1.000 W/m<sup>2</sup>****T = 25 °C****Tolerancia de Potencia: +/- 5%****Tolerancia de Tensiones: +/- 3%**

El panel fotovoltaico está ubicado sobre una estructura metálica que permite la fijación con inclinación requerida a 45°. El soporte triangular contiene al gabinete IP65 que aloja al regulador, controlador horario y batería.

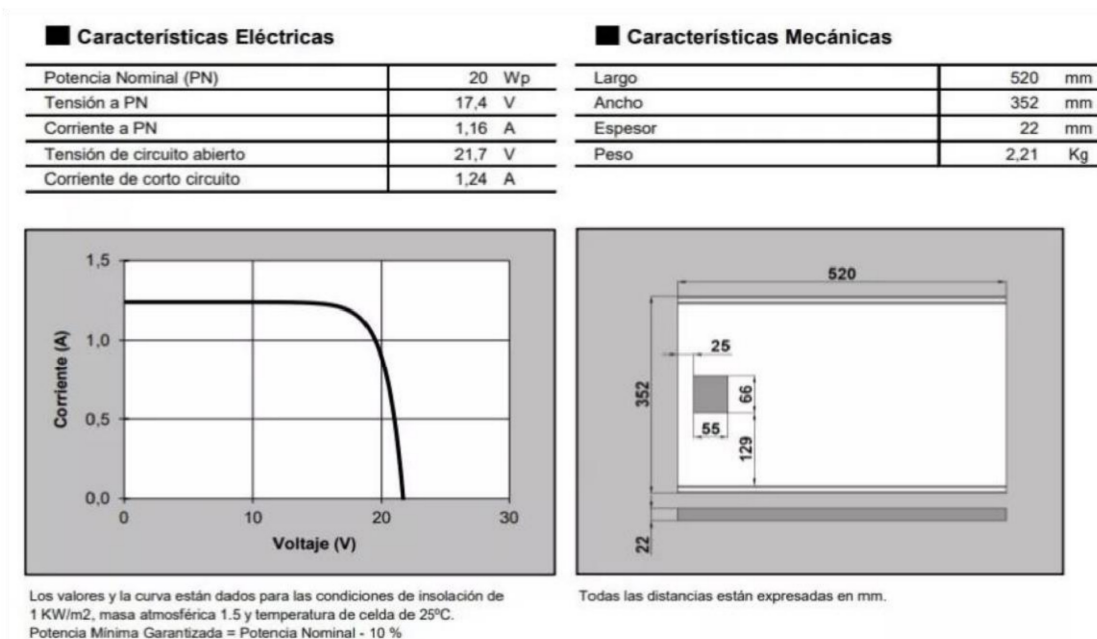


Figura 8: características eléctricas y mecánicas del panel fotovoltaico seleccionado. Fuente: SOLARTEC.





Figura 9: Fotografías de 2 opciones de unión entre fuste, plato, soporte triangular, panel y gabinete.

En la figura 9 se observan dos opciones de unión entre componentes de herrería. Las diferencias se deben al modo en que se vinculan: En el caño de sección circular la unión es con abrazaderas, y en el caño de sección cuadrada la unión es soldada.

Para el circuito desde el gabinete hasta la lámpara (figura 10) se utiliza un cable tipo taller envainado 2x1,5 mm con terminales pre-asiladas. Se aprovecha la estructura hueca de las piezas originales de la antena de TV para canalizar el cableado.

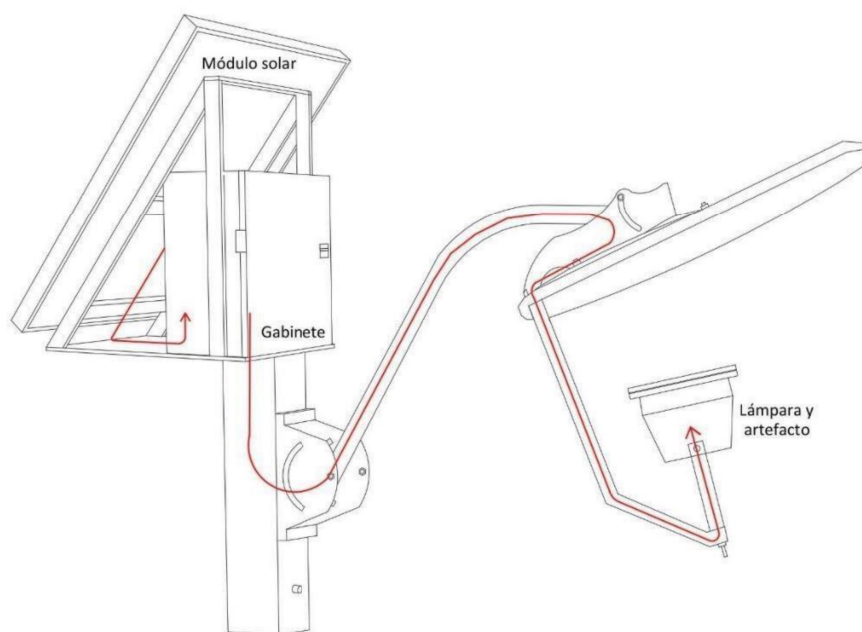


Figura 10: Esquema de cableado desde panel hacia gabinete IP65 y desde allí hacia la lámpara.

Gabinete metálico estanco IP65 línea tradicional con cierre con ranura: modelo GE 2520-12

Dentro del gabinete metálico estanco se colocan los componentes del sistema solar fotovoltaico; regulador de carga, controlador horario analógico y batería recargable. El

gabinete debe ser IP65 con las características de estanqueidad que le permiten ubicarse al exterior. En las figuras 11, 12 y 13 se muestra el modelo de gabinete utilizado y su organización interior (alto 250 mm, largo 200 mm y profundidad 120 mm).

**Batería: Rechargeable Sealed Lead- Acid Battery 12V 7 AH**

Es una batería sellada, comúnmente conocidas por sus siglas en inglés VRLA (valveregulated lead-acid) y su propiedad es de no necesitar mantenimiento. Se diferencia de las baterías abiertas en que el electrodo está inmovilizado, empleando una malla de fibra de vidrio o añadiendo sílice en polvo para que el electrolito sea más viscoso.



Figura 11: Ubicación dentro de gabinete IP65 (der.) Modelo de Batería Rechargeable Sealed Lead-Acid 12V 7AH.

**Regulador de carga de la batería: Solar Charge Controller – Modelo C-10-12/24 PWM (pulse with modulation)**

Solar Charge Controller es un regulador de carga para paneles solares, modelo C-10 – 12/24, entrada 12/24 Vdc- corriente 10<sup>a</sup>. El regulador se monta sobre un riel DIN y posee un sensor de temperatura LED.

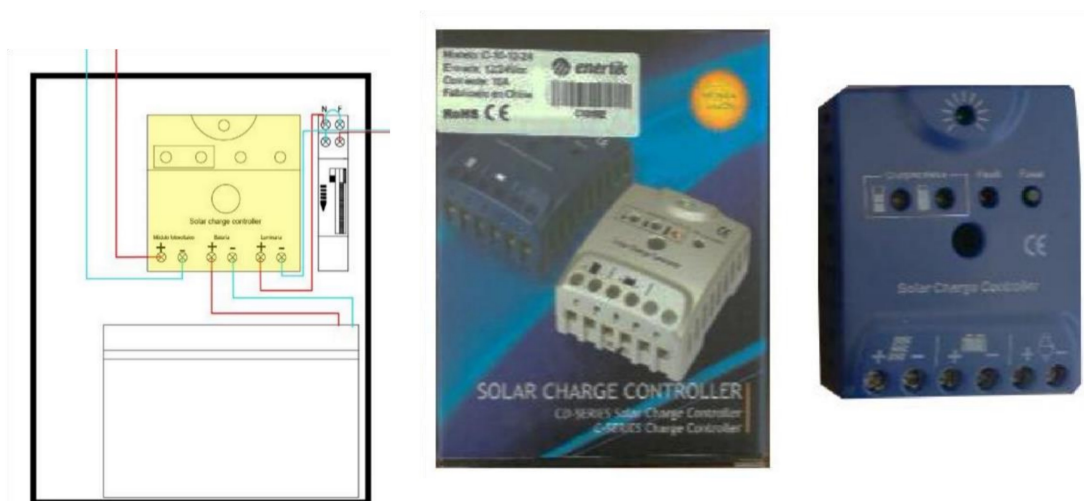


Figura 12: Ubicación dentro de gabinete (der.) Modelo de regulador de carga.

Los reguladores PWM (Pulse-width modulation, modulación por ancho de pulsos) se encargan de cortar el suministro eléctrico de la batería cuando está completamente cargada. Sin un regulador, la batería podría ser sobrecargada dejándola inservible e incluso con riesgo de que explote. Durante la noche y en condiciones de poca luminosidad, la batería tiene mayor tensión que los paneles, sin un dispositivo que bloquee el paso de corriente inversa, la batería se descargaría poco a poco. Con consumos de corriente continua, es importante que estos estén controlados por el regulador, protegiendo a la batería de descargas profundas. Durante la carga, un regulador PWM deja pasar la corriente del panel solar fotovoltaico hacia la batería hasta que esté completamente cargada. De esta manera, empieza a desconectar y conectar la batería del panel muy rápidamente hasta alcanzar el 100% su carga. Una vez cargada, desconecta completamente la batería. Los reguladores PWM operan sin tener en cuenta el punto de máxima potencia, y por lo tanto pueden estar por encima o por debajo de éste, dependiendo de la radiación que reciba el panel.

Controlador horario analógico: modelo TS-GM1 XTIM3208 adaptado a 12v.

La función del controlador horario es regular el encendido y apagado de la luminaria. Ese horario se puede configurar en el aparato. La cantidad de horas dependerá de la capacidad de la batería y del panel solar fotovoltaico.

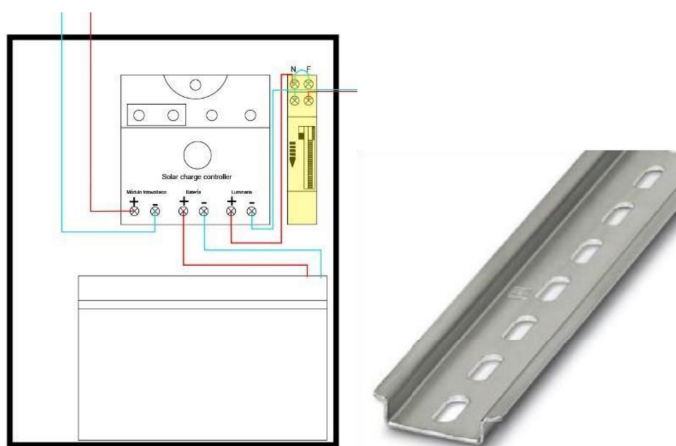


Figura 13: Ubicación del controlador horario dentro del gabinete (der.). Riel DIN (izq.).

En el mercado local existe disponibilidad de dos tipos de controladores horarios; analógicos y digitales que trabajan a 220 V. En este caso la luminaria trabaja con CC a 12 V, por lo que fue necesario adaptar el controlador a esta corriente y potencia. La misma situación, en caso de utilizarse fotocélulas.

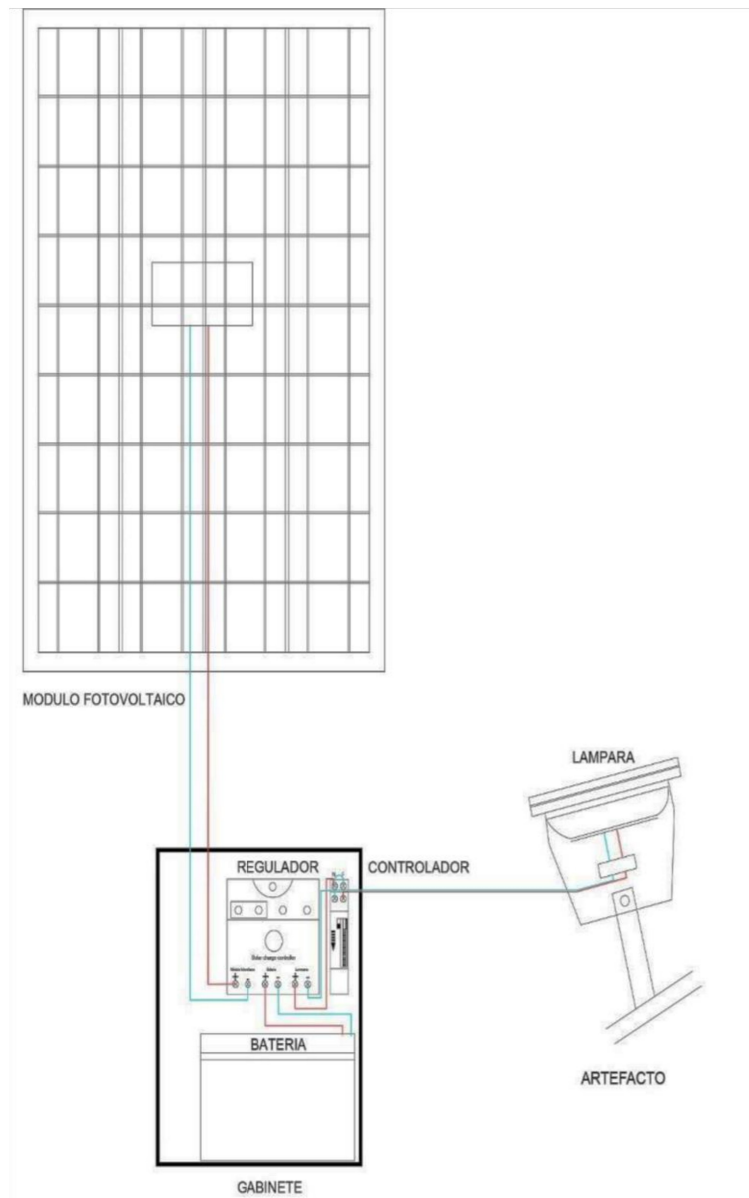


Figura 14: Esquema de circuito. Escala gráfica.



Figura 15: Fotografías del controlador horario conectado al regulador de carga dentro del gabinete IP65.

Lámpara LED: Lámpara LED 500 lm. 50 W - Luz blanca cálida. Modelo: Ar111 G53. Marca Verbatim o similar.

Tabla n° 4: Características de lámpara utilizada


Imagen	Tipo de lámpara	Flujo Luminoso (lm)	Potencia	Horas de uso	Consumos/mes KWh (31 días)
	LED 12 v (30.000 hs.) SOLAR	500 Lm	6,5w	7	1.41 KWh



Figura 16: Artefacto fundición de aluminio para exteriores IP-65 embutir/aplicar.

### Diseño resultante

A partir de las evaluaciones previas se seleccionó el modelo más eficiente en relación a producción y montaje y, eficiencia de las uniones, pintura (color y tipo), costo general (mano de obra y materiales: herrería, electricidad y pintura) y eficiencia en la iluminación.

En las figuras 17 y 18 se detallan los planos de herrería del modelo seleccionado.

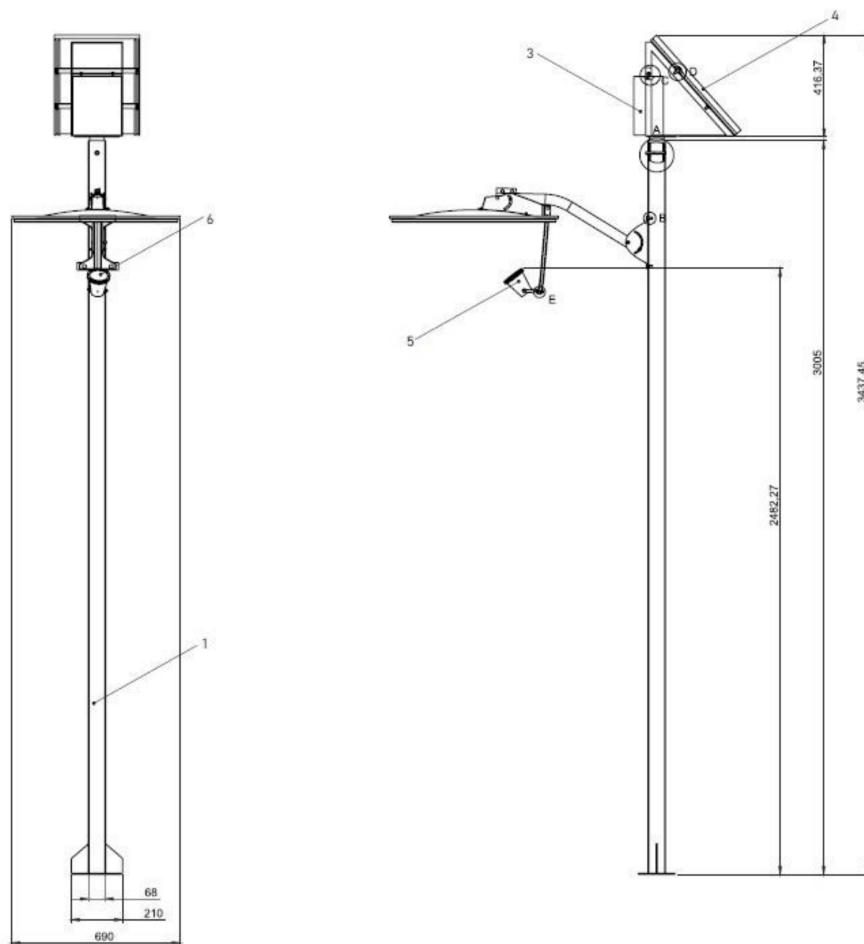


Figura 17a: Vista lateral y frontal de la luminaria.

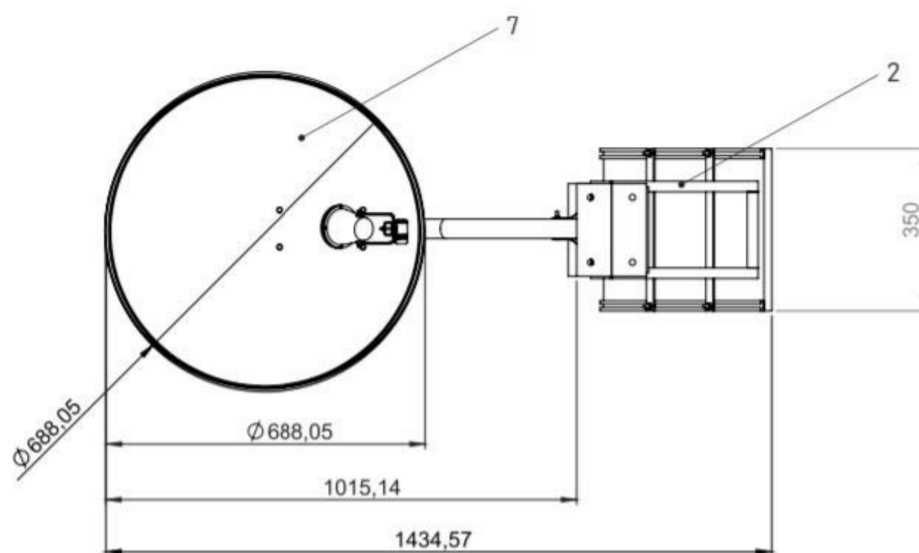


Figura 17d: Vista superior de la luminaria.

Tabla 5: Referencias y especificaciones de componentes

CANT.	DENOMINACION	Nº DE ORDE	Nº DE PLANO	CARACTERISTICAS	MATERIAL
1	Tuerca M5 x 0,80	17	-		Acero
1	Bulon Cabeza Hexagonal M5x0,80 Largo 30	16	-		Acero
4	Tuerca M10 x 1,25	15	-		Acero
4	Bulon Cabeza Hexagonal M10x1,25 Largo 20	14	-		Acero
1	Tuerca M10 x 1,25	13	-		Acero
1	Bulon Cabeza Hexagonal M10x1,25 Largo 80	12	-		Acero
2	Tuerca M6 x 1,00	11	-		Acero
2	Bulon Cabeza Hexagonal M6x1,00 Largo 45	10	-		Acero
4	Tuerca M8 x 1,25	9	-		Acero
4	Bulon Cabeza Hexagonal M8x1,25 Largo 20	8	-		Acero
1	Antena DirecTv Item NO: 500029	7	-		
1	Embutido LED/aplique IP 65 AR 111	6	-		
1	Artefacto exterior IP 65	5	-		Fundición de aluminio
1	Módulo fotovoltaico KS-10WP-12V Solartec	4	-		
1	Gabinete IP 65	3	-		Chapa Ip65
1	Subconjunto Soporte	2	3		Hierro
1	Subconjunto Vástago	1	2		Hierro

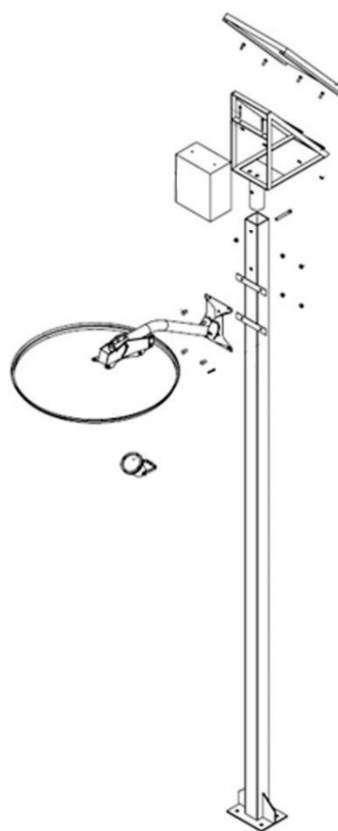


Figura 18: Fotografía de luminaria y axonometría despiezada del conjunto.

**5.-Evaluación de desempeño:** Evaluación de Iluminancia (lux) en exterior con luxómetro.

En las figuras 19 a y 19 b se pueden observar dos fotografías con la iluminación generada por la misma lámpara de manera difusa (a través de la antena parabólica – 19 a) y de manera directa (19 b). En la opción b el haz de luz es directo y genera un punto focal de alta intensidad lumínica produciendo deslumbramiento y contraste, pasando de abundante iluminación a penumbra. En cambio, la opción de iluminación difusa (a), permite aumentar considerablemente el área de iluminación, sin producir deslumbramientos y alcanzando niveles considerables de iluminación a la altura de una persona promedio: 82 lux a 1,50m de altura a una distancia de 3,00m desde la luminaria (P<sub>3</sub>). Los puntos medidos se separan cada 1,50m (fig.21).



Figura 19 a y b: a) Iluminación difusa



b: Iluminación directa.



Figura 20 a y b: a) Iluminación difusa.



b: Iluminación directa.



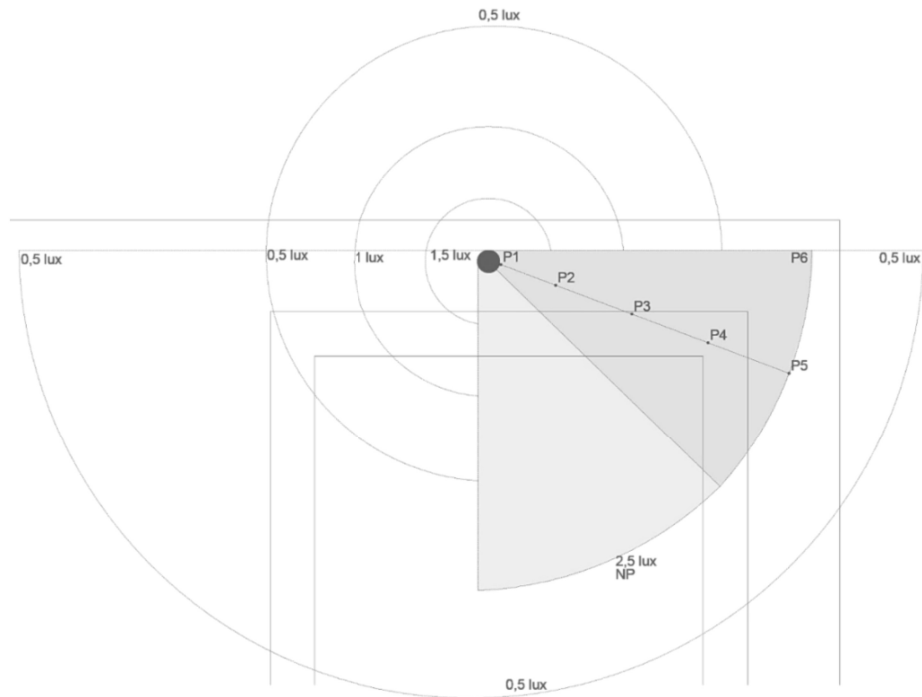


Figura 21: Plano de superficie de iluminación difusa en lux.

Tabla 6: Resultados de medición de iluminancia con luxómetro (referencias de plano de fig. 21).

DESIGNACIÓN	ALTURA DE MEDICIÓN	ILUMINANCIA (LUX)
P1	Nivel piso	2 lux
P2	Nivel piso	1 lux
	1,00 metro	5 lux
	1,50 metros	9 lux
P3	Nivel piso	3 lux
	1,00 metro	18 lux
	1,50 metros	82 lux
P4	Nivel piso	5 lux
	1,00 metro	40 lux
P5	Nivel piso	23 lux
	1,00 metro	5 lux
P6	Nivel piso	1 lux
	1,00 metro	1 lux
	1,50 metros	1 lux

### Conclusiones

El diseño de luminarias autónomas resulta un producto que utiliza energía renovable,

energía solar fotovoltaica y la reutilización de antenas de Tv satelital. Usualmente, las antenas que dejan de funcionar son desechadas, desaprovechando un producto noble y con buenas cualidades de diseño y manufactura. La luminaria ofrece una oportunidad de agregar valor a la antena.

El modelo alcanza niveles de iluminación que superan ampliamente los exigidos por normas de Uruguay y Colombia. El valor recomendado es entre 20 y 7,5 lux para utilización nocturna moderada de ciclistas y peatones. La medición alcanzó 82 lux en el punto focal a una altura de persona promedio (1,50m).

El modelo permite flexibilidad en su montaje, con orientaciones variadas a partir de movimientos en el cabezal de la luminaria que permite girar y ubicar el panel solar fotovoltaico en la orientación más favorable.

Finalmente se considera que para que este proyecto pueda replicarse y producirse en mayor escala, será necesario el interés de distintos actores vinculados a organismos públicos y privados dedicados a energías alternativas; y la participación de las empresas de Tv Satelital.

### **Bibliografía**

Argentina, I. (2015). República Argentina. Contribución prevista y determinada a nivel nacional. Argentina.

Baño Nieva, Antonio y Vigil, Alberto (2010). Escalera del Pozo, Ecomateriales-1, Modulo 8 eco-Construcción, Master en Medio Ambiente y Arquitectura bioclimática- Universidad Politécnica de Madrid

Cabrera - Imán. (2013). Cálculo, diseño y simulación de un modelo de iluminación solar, utilizando paneles fotovoltaicos y tecnología LED, para el alumbrado de vías públicas. Ecuador.

El diario Cba. (03 de 11 de 2016). Familias en emergencia habitarán desde febrero ocho casas sustentables.

El Diario Cba. (03 de Diciembre de 2016). Harán viviendas autosustentables. El diario Cba.

El Diario Cba. (18 de Abril de 2017). Inician los "encuentros sustentables". El diario Cba.

Guido Acurio, et. al (1997). Diagnóstico de la situación del manejo de residuos sólidos.

González, Gisela Laura (2010) Informe: Residuos sólidos urbanos Argentina, tratamiento y disposición final, situación actual y alternativas futuras. Cámara Argentina de la Construcción, área de pensamiento estratégico, diciembre 2010

Ley 26.190 (2006). Régimen de Fomento Nacional para el uso de fuentes renovables de energía destinadas a la generación eléctrica. Argentina.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sustentable. Presidencia de la Nación. (s.f.). Observatorio Nacional para la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos. Recuperado el 26 de junio de 2017, de <http://observatoriosu.ambiente.gob.ar/estadisticas/8/cordoba>.

López Arias, Sebastián (2015). Iluminación y alumbrado público. Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Colombia.

### **Agradecimientos**

Se agradece al equipo de la Mgtr. D.I. Denise Gari Jonneret y las alumnas Candelaria Pardo Hinojosa, María Josefina Cruz y Flavia Ravera, FAUD, UNC.

Al MINCYT Córdoba, CONICET y FAUD UNC.