

**ANÁLISIS ECONÓMICO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA POR LA UTILIZACIÓN DE
TECNOLOGÍA LED EN EL CONSUMO ELÉCTRICO RESIDENCIAL**

**ECONOMIC ANALYSIS OF ENERGY EFFICIENCY BY THE USE OF LED
TECHNOLOGY IN RESIDENTIAL ELECTRICAL CONSUMPTION**

Álex Quispe Mera, Mgtr.

Magister en Gestión Ambiental (Ecuador).

Director de Vinculación con la Sociedad de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres,
Esmeraldas, Ecuador.

alex.quispe@utelvt.edu.ec

Mónica Tonato Velasco, Tnlga.

Tecnóloga en Informática (Ecuador).

Estudiante de la Universidad Técnica Luis Vargas Torres, Esmeraldas, Ecuador.

monica.tonato@utelvt.edu.ec

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Recibido: 28 de noviembre de 2020

Aceptado: 5 de marzo de 2021

RESUMEN

El presente artículo de investigación tiene como objetivo evaluar el consumo eléctrico por iluminación residencial, así como estimar el ahorro de consumo eléctrico por el uso de iluminación con tecnología LED, con la utilización de herramientas de sistemas de información geográfica, en el sector de Codesa de la ciudad de Esmeraldas. Para el análisis de consumo eléctrico se realizó encuestas de preguntas cerradas referente al uso de iluminación con tecnologías LED, tipo y cantidad de bombillas utilizadas, así como el tiempo de encendido; para el cálculo de la potencia por tiempo o energía consumida por iluminación residencial. El área de estudio se dividió en bloques y manzanas catastrales para la aplicación de un muestreo probabilístico por conglomerado. Las encuestas aplicadas iban acompañadas de levantamiento de datos geográficos para la generación de base de datos, cartografía temática para su representación y análisis estadístico mediante programas de sistemas de información geográfica.

Palabras Claves: luces LED, consumo eléctrico, SIG, georreferenciación.

ABSTRACT

The objective of this research article is to evaluate the electricity consumption by residential lighting, as well as to estimate the electricity consumption savings by the use of lighting with LED technology, with the use of geographic information system tools, in the Codesa sector of the city of Esmeraldas. For the analysis of electricity consumption, surveys were carried out with closed questions regarding the use of lighting with LED technology, the type and quantity of bulbs used, as well as the lighting time; for the calculation of the power per time or energy consumed by residential lighting. The study area was divided into cadastral blocks and blocks for the application of probability sampling by cluster. The surveys applied were accompanied by geographic data collection for the generation of a database, thematic cartography for its representation and static analysis through geographic information system programs.

Key words: LED lights, electricity consumption, GIS, georeferencing.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la tecnología de diodos emisores de luz (LED) se ha popularizado mundialmente, siendo familiar la utilización de estos dispositivos en televisores, radios, vehículos y lógicamente en iluminación, por lo que ha superado con creces a las lámparas convencionales, ya que el LED consume un 80% menos que las luces incandescentes y tienen mayor durabilidad que las luces fluorescentes (De Viana, 2012)

Con el desarrollo de la sociedad es necesario contar con los recursos energéticos suficientes para mantener la forma de vida moderna. Esto supone un aumento en el consumo de energía según la Agencia Internacional de la Energía este se elevará un 30% para el 2040, lo que será como añadir otra China y otra India a la demanda global (Delgado & Planelles, 2017).

Debido a este problema nace la llamada eficiencia energética, la que se constituye como una herramienta que sirve para modificar la inclinación del consumo energético, permitiendo un ahorro en los costes tanto de fabricación como de utilización de los productos sin afectar negativamente la productividad o calidad de vida (Míguez Gómez, 2013). Para lograr la eficiencia energética es necesario utilizar tecnologías rentables que disminuyan el consumo de energía (Avella, 2009). Desde hace algunos años y con la revolución de la era tecnológica, los diodos emisores de luz (Macías, Ramos, & Uliánov, 2012) son empleados en diversos aparatos electrónicos y recientemente en equipos de iluminación, considerándola como tecnología de bajo consumo (Gago A. , 2016).

Es meritorio manifestar que el consumo de energía eléctrica en el Ecuador en el año 2017 categorizado en sectores: Residencial, Industrial, Comercial y Alumbrado público/otros. Sólo en la categoría Residencial se tiene un consumo del 37,57% que corresponde a 7.298,00 GWh; dentro de este margen de consumo residencial el 6,26% corresponde al consumo por luminarias (Consejo Nacional de Electricidad, 2013), siendo así un factor principal o demandante para la implementación de alternativas de eficiencia energética como la implementación de nuevas tecnologías con el uso de luces LED para el ahorro energético y el cuidado del medio ambiente.

Las luces LED (Gago & Fraile, 2012) tienen una vida útil de 25.000 horas siendo la mejor alternativa para ahorrar más del 50% en consumo y un 20% en reposiciones y mantenimiento de las mismas (EPSA, 2017), conllevando al ahorro económico y ahorro energético con la disminución del uso de los recursos naturales y la reducción de emisiones de CO2 en el mundo.

El propósito de este estudio es evaluar la eficiencia energética en el consumo de energía residencial, categoría luminarias, basándose en el consumo actual y la reducción mínima de éste al usar la tecnología de luces LED en las viviendas del sector de Codesa, provincia de Esmeraldas. Esta investigación se realizó con los valores de consumo de enero hasta julio del 2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

Datos generales del área de estudio

El sector Codesa es considerado como zona urbana perteneciente a la parroquia Simón Plata Torres de la ciudad y provincia de Esmeraldas, está ubicado a una altitud de 45 msnm. Las coordenadas centrales del sector son 647968 en Este y 10102804 en Norte levantadas bajo el sistema de referencia UTM (Universal Transversal Mercator) (Perez, y otros, 211) y Datum WGS84. La temperatura de la ciudad varía entre los 24 y 26 °C. El rango anual de precipitaciones es de 750 a 1000 mm., con un tipo de clima tropical megatérmico seco. La provincia de Esmeraldas es considerada una zona de muy alta intensidad sísmica (Sistema Nacional de Información, s.f.).

Tipo de investigación

La presente investigación es de campo, descriptiva, explicativa, con enfoques cualitativos y cuantitativos.

- Cualitativo. - para conocer el tipo de iluminación residencial utilizada.

- Cuantitativo. - para conocer el consumo eléctrico promedio mensual, cantidad de focos utilizados en su vivienda, promedio de horas que los focos están encendidos y la potencia promedio de los focos, para el cálculo de potencia por tiempo.

Métodos de investigación

La presente investigación se realizó aplicando el método inductivo, deductivo, percepción del problema y un análisis de los datos levantados.

Población y muestra

La población estadística correspondió a 1800 viviendas que conforman el sector Codesa, distribuidas en 118 manzanas catastrales (conglomerados), aplicando un muestreo probabilístico aleatorio por conglomerado (Vivanco, 2005).

Para la recolección de la información se seleccionó una primera muestra de viviendas a encuestar, para medir la variable de legalidad de conexión eléctrica residencial; esto se realizó debido a que en el sector existen conexiones eléctricas ilegales, por lo que fue necesario hacer un primer tamizaje del marco muestral (Namakforoosh, 2005).

Recolección y sistematización de la información

Para la recolección de la información se aplicó la técnica de encuesta con preguntas cerradas, lo que nos permitió recoger y analizar una serie de datos de una muestra de casos de una población o universo más amplio, estas fueron:

- Uso de luces LED
- Tipos de luces
- Cantidad de focos en la vivienda
- Potencia (vatios) de los focos
- Promedio de horas de encendido
- Consumo promedio mensual

Como apoyo para el levantamiento de la información, se les mostraba a los individuos muestral, los diferentes tipos de focos y se le explicaba las ventajas y desventajas de los mismos, con el objetivo de tener una percepción de interés a las diferentes opciones de ahorro energético para iluminación residencial.

La encuesta tuvo un componente geográfico, ya que además de la información del consumo eléctrico, se procedió a georreferenciar el área de estudio, así como cada uno de los hogares encuestados; estas coordenadas se levantaron utilizando navegadores y aplicaciones móviles GPS (Berné & Anquela, 2014), con el sistema de referencia Universal Transversal Mercator y Datum WGS 84.

En lo que respecta a la sistematización de la información se utilizó el software Arcgis 10.6 (Esri, 2018), lo que nos permitió la construcción de base de datos geográficos, cualitativos y cuantitativos, elaboración de la cartografía del área de estudio y viviendas encuestadas, así como el análisis geo-estadístico con medidas de tendencia central (García Fernando, Alvira, Alonso, & Escobar, 2016). Para la construcción de gráficos de análisis del consumo eléctrico, utilizamos Microsoft Excel.

Equipos y herramientas

Para la georreferenciación de las casas encuestadas

- Navegador GPS – Garmin Oregon 550T
- Aplicación Móvil Oruxmaps

Para las encuestas

- Hojas de campo
- Luces incandescentes, fluorescentes y LEDs.

Para el análisis geo-estadístico y cartográfico.

- Software ArcGis 10.6
- Microsoft Excel

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mediante la tecnología GPS, se levantó las coordenadas del área de estudio (ver tabla 1), tomadas bajo el sistema de referencia Universal Transversal Mercator y Datum WGS 84, y se determinó que el sector Codesa de la ciudad de Esmeraldas tiene una superficie de 54,04 hectáreas, dividido en 16 bloques con dirección este – oeste, con un total de 118 manzanas catastrales y 1800 viviendas aproximadamente, con un promedio de 15,25 viviendas por manzanas catastrales.

Tabla 1

Coordenadas del área de estudio, tomadas bajo el sistema de referencia Universal Transversal Mercator y Datum WGS 84.

VÉRTICE	ESTE	NORTE												
1	648574	10103173	11	648346	10102371	21	648068	10102417	31	647804	10102771	41	647755	10103105
2	648543	10102975	12	648310	10102314	22	648052	10102453	32	647787	10102816	42	647779	10103117
3	648609	10102960	13	648279	10102289	23	648033	10102481	33	647769	10102852	43	647840	10103132
4	648618	10102839	14	648238	10102273	24	648001	10102516	34	647749	10102895	44	647921	10103137
5	648624	10102695	15	648194	10102250	25	647954	10102564	35	647726	10102950	45	648010	10103135
6	648575	10102684	16	648159	10102235	26	647933	10102589	36	647716	10102974	46	648103	10103135
7	648513	10102669	17	648132	10102232	27	647904	10102622	37	647706	10103014	47	648191	10103135
8	648463	10102646	18	648080	10102234	28	647860	10102671	38	647706	10103034	48	648281	10103134
9	648425	10102594	19	648080	10102274	29	647845	10102697	39	647717	10103055	49	648371	10103140
10	648387	10102479	20	648077	10102356	30	647823	10102730	40	647732	10103087	50	648467	10103154

Fuente: Elaboración propia

De la misma manera, utilizando la tecnología GPS se levantó las coordenadas de las casas encuestadas (ver tabla 2), para la construcción el mapa de las casas encuestadas, como se muestra en la figura 1.

Tabla 2

Coordenadas de las casas encuestadas, tomadas bajo el sistema de referencia Universal Transversal Mercator y Datum WGS 84.

CASA	ESTE	NORTE	CASA	ESTE	NORTE	CASA	ESTE	NORTE												
1	647776	10103057	25	648324	10102993	49	648058	10102823	73	648193	10102682	97	648159	10102493						
2	647883	10103113	26	648438	10103001	50	647967	10102841	74	648281	10102688	98	648265	10102487						
3	647947	10103063	27	648537	10103009	51	647870	10102806	75	648340	10102693	99	648341	10102513						
4	648029	10103090	28	648507	10102956	52	647812	10102801	76	648446	10102700	100	648352	10102476						
5	648168	10103078	29	648461	10102977	53	647829	10102754	77	648509	10102710	101	648168	10102453						
6	648238	10103085	30	648338	10102942	54	647935	10102784	78	648415	10102671	102	648290	10102466						
7	648293	10103102	31	648245	10102933	55	648005	10102766	79	648360	10102646	103	648215	10102461						
8	648400	10103098	32	648167	10102929	56	648045	10102769	80	648296	10102640	104	648137	10102444						
9	648512	10103105	33	648103	10102941	57	648190	10102810	81	648188	10102630	105	648109	10102450						
10	648493	10103057	34	647998	10102913	58	648221	10102802	82	648125	10102650	106	648130	10102421						
11	648454	10103076	35	647918	10102908	59	648313	10102820	83	647985	10102616	107	648148	10102390						
12	648362	10103043	36	647805	10102903	60	648403	10102823	84	647990	10102561	108	648090	10102345						
13	648277	10103049	37	647802	10102848	61	648492	10102831	85	648086	10102572	109	648096	10102302						
14	648149	10103026	38	647875	10102856	62	648557	10102789	86	648152	10102576	110	648156	10102333						
15	648041	10103018	39	647949	10102862	63	648428	10102748	87	648250	10102588	111	648175	10102381						
16	647968	10103012	40	648069	10102873	64	648345	10102746	88	648379	10102625	112	648247	10102340						
17	647905	10103009	41	648251	10102885	65	648253	10102736	89	648428	10102627	113	648239	10102396						
18	647754	10102997	42	648379	10102894	66	648141	10102729	90	648344	10102544	114	648311	10102335						
19	647769	10102948	43	648426	10102925	67	648098	10102723	91	648275	10102561	115	648149	10102269						
20	647908	10102959	44	648580	10102908	68	648026	10102719	92	648154	10102526	116	648229	10102301						
21	648009	10102968	45	648491	10102882	69	647940	10102712	93	648087	10102520	117	648287	10102419						
22	648071	10102975	46	648430	10102877	70	647916	10102657	94	648048	10102519	118	648282	10102374						
23	648179	10102982	47	648381	10102848	71	648028	10102664	95	648040	10102481									
24	648225	10102988	48	648218	10102859	72	648093	10102675	96	648100	10102475									

Fuente: Elaboración Propia

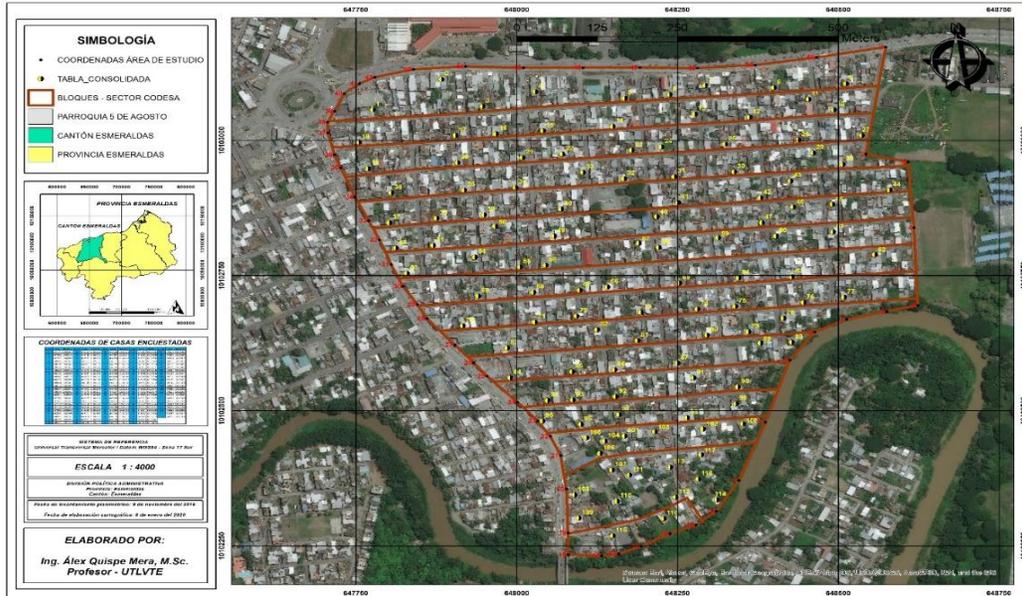


Figura 1. Mapa de casas encuestadas, sector Codesa - Esmeraldas.

Con la información levantada se pudo conocer que en el sector Codesa el uso de luces LED es minoritario, del total de casas encuestadas (118), solo 6 casas usan iluminación LED, aunque no en la totalidad de las bombillas de su vivienda, por tal razón solamente el 5,08% de las viviendas encuestadas utilizan luces LED. La figura 2 muestra la diferencia entre el uso de luces convencionales (incandescentes y fluorescentes) y el uso de luces LED.

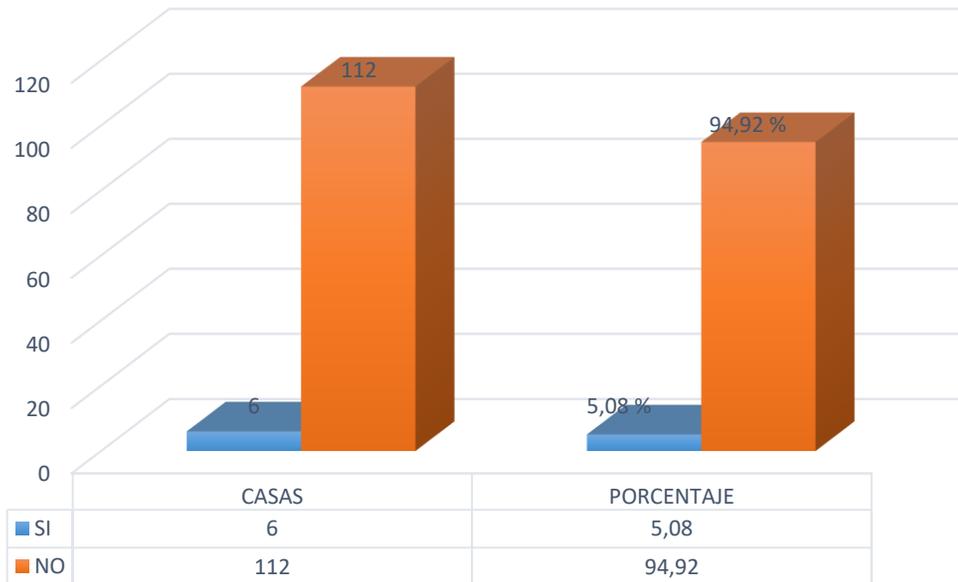


Figura 2. Análisis porcentual del uso de luces LED.

Para una representación de las viviendas que utilizan luces LED se construyó un mapa para apreciar geográficamente el uso de luces LED como iluminación residencial, como se aprecia en la figura 3.

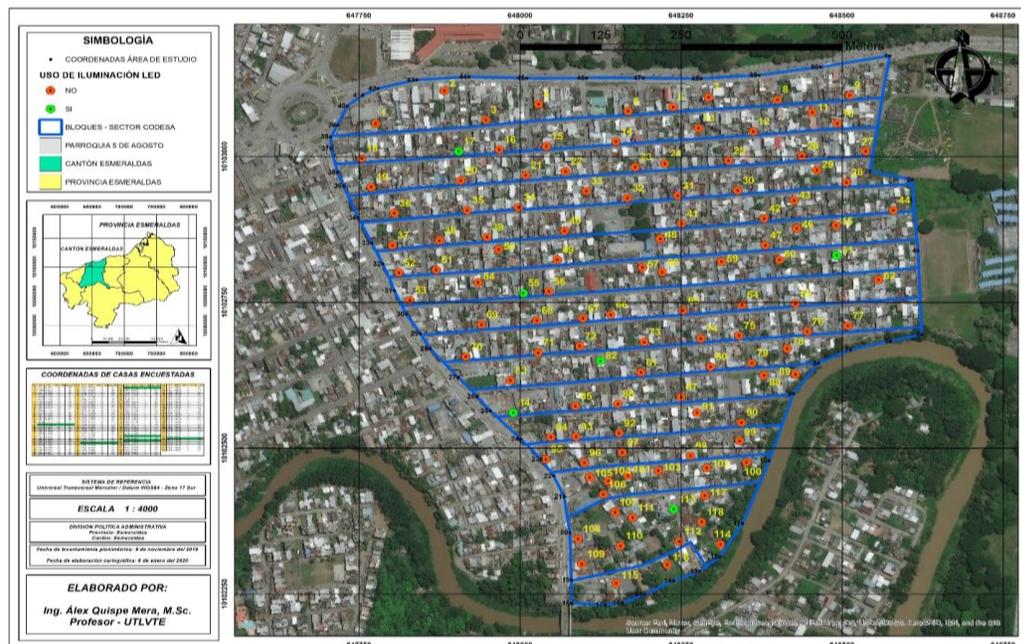


Figura 3. Mapa de representación de las casas que utilizan luces LED como iluminación residencial.

El mayor tipo de luces utilizadas son las fluorescentes, con un 76,3% de la muestra seleccionada. De los datos obtenidos, se refleja que un porcentaje considerable de viviendas utilizan luces incandescentes, ocupando un 18,6% y solo el 5,1 utiliza luces fluorescentes y LED al mismo tiempo en su vivienda, como se explica en la figura 4.

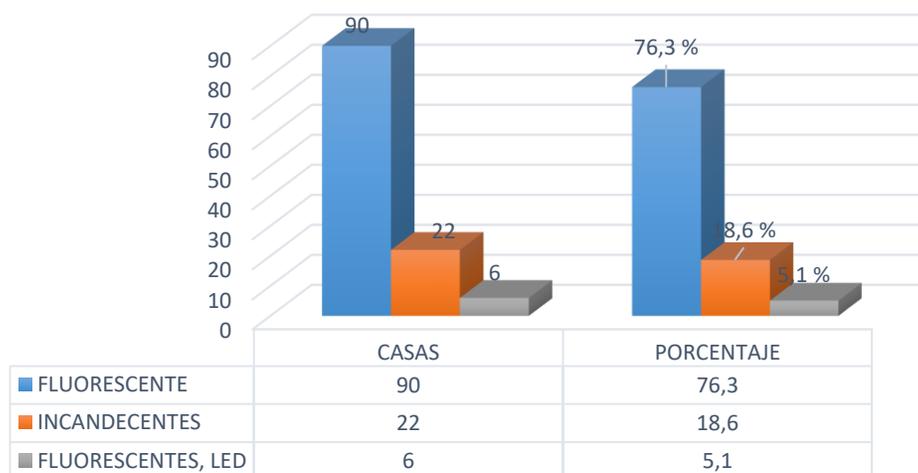


Figura 4. Análisis porcentual del tipo de luces utilizadas.

Para una representación de las viviendas clasificadas según el tipo de iluminación que utilizan, se construyó un mapa para apreciar geográficamente su distribución, como se aprecia en la figura 5.

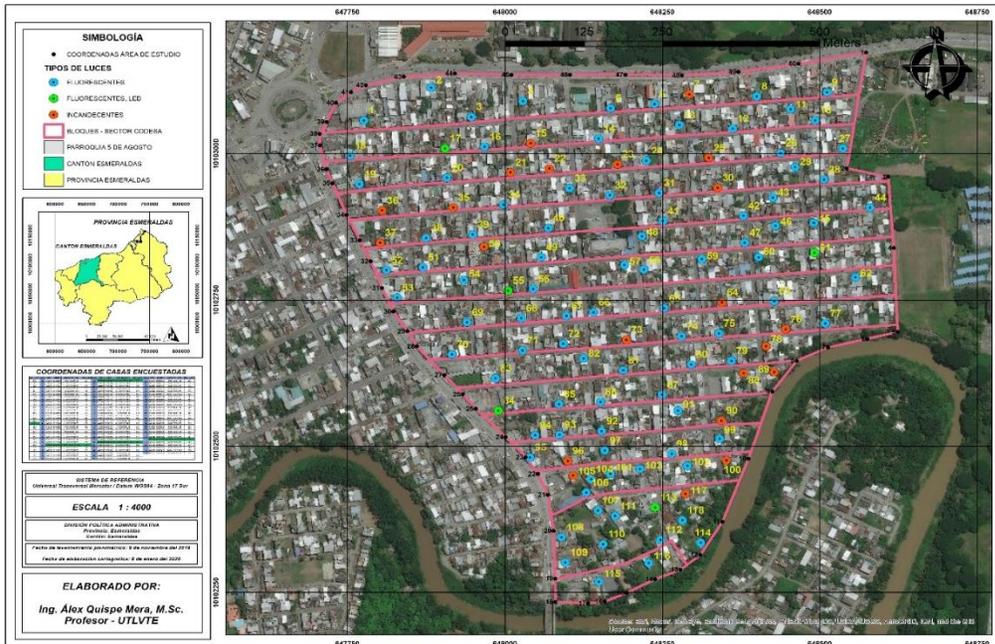


Figura 5. Mapa de representación de las casas según el tipo de iluminación utilizada.

Para obtener el consumo mensual promedio por iluminación residencial, fue necesario la consulta de la cantidad de focos por vivienda, tiempo promedio de encendido de las bombillas y la potencia de los focos. Con los datos levantados (tabla 2) y aplicando la ecuación para el cálculo de potencia por tiempo o energía consumida se obtuvo el consumo por iluminación eléctrica expresado en kWh.

$$kWh = \left(\frac{n \times w \times h}{1000} \right) \times 30$$

Donde:

kWh = potencia por tiempo o energía consumida

n = número de focos

w = vatios de los focos

h = tiempo de encendido, expresado en horas

La tabla Nro. 3 nos muestra los valores de consumo eléctrico por iluminación diaria e inferida para un valor mensual.

Tabla 3

Valores de consumo eléctrico mensual por iluminación expresado en kWh.

CASA	kWh_DIA	kWh_MES	CASA	kWh_DIA	kWh_MES	CASA	kWh_DIA	kWh_MES
1	2,898	86,94	41	1	30	81	2,4	72
2	1,6	48	42	0,46	13,8	82	1,38	41,4
3	2,4	72	43	1,2	36	83	1,265	37,95
4	2,4	72	44	1,4	42	84	0,972	29,16
5	3,2	96	45	1,68	50,4	85	1,28	38,4
6	1,725	51,75	46	2,4	72	86	1,12	33,6
7	1,35	40,5	47	1,8	54	87	0,736	22,08
8	1,4	42	48	1,6	48	88	2,1	63
9	0,69	20,7	49	0,92	27,6	89	2,4	72
10	1,8	54	50	2,4	72	90	2	60
11	2,6	78	51	2,2	66	91	0,644	19,32
12	1,495	44,85	52	2,64	79,2	92	0,8	24
13	2,254	67,62	53	1,8	54	93	0,552	16,56
14	1,92	57,6	54	2	60	94	1,38	41,4
15	2	60	55	1,224	36,72	95	2,04	61,2
16	2	60	56	1,8	54	96	3,2	96
17	0,945	28,35	57	2	60	97	1,38	41,4
18	1,4	42	58	3,2	96	98	2,07	62,1
19	1,92	57,6	59	1,44	43,2	99	0,552	16,56
20	1,656	49,68	60	2,24	67,2	100	2,25	67,5
21	2,4	72	61	0,99	29,7	101	1,38	41,4
22	3	90	62	2,484	74,52	102	1,288	38,64
23	1,875	56,25	63	2,53	75,9	103	1,656	49,68
24	1,28	38,4	64	3,6	108	104	1,6	48
25	1,8	54	65	1,104	33,12	105	2,4	72
26	2	60	66	1,196	35,88	106	2,4	72
27	1,12	33,6	67	1,92	57,6	107	1,92	57,6
28	0,96	28,8	68	1,955	58,65	108	2,08	62,4
29	0,96	28,8	69	2,4	72	109	2,208	66,24
30	1,2	36	70	1,104	33,12	110	1,6	48
31	0,8	24	71	0,828	24,84	111	1,12	33,6
32	1	30	72	2,4	72	112	2,08	62,4
33	2,093	62,79	73	3,2	96	113	0,66	19,8
34	2,415	72,45	74	2,875	86,25	114	1,44	43,2
35	1,125	33,75	75	1,12	33,6	115	2,4	72
36	2	60	76	2,8	84	116	1,564	46,92
37	2	60	77	0,92	27,6	117	2,7	81
38	0,552	16,56	78	1,575	47,25	118	1,564	46,92
39	0,96	28,8	79	0,736	22,08			
40	0,552	16,56	80	0,828	24,84			

Fuente: Elaboración propia

Con los datos levantados y utilizando medidas de tendencia central, para analizar los datos de consumo eléctrico mensual por iluminación de las casas encuestadas, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Valor mínimo de consumo eléctrico residencial por iluminación: 13,8 kWh/mensual
- Valor máximo de consumo eléctrico residencial por iluminación: 108 kWh/mensual
- Promedio: 51,43 kWh/mensual
- Desviación estándar del promedio: 20,96 kWh/mensual

Para el análisis de potencia por tiempo o energía consumida en las casas encuestadas con un promedio mensual, se las agrupó en categorías. Aquí se resalta que la categoría 2 (consumo mensual de 31 a 60 kWh) representan el 47,5 % de las casas encuestadas, siendo el mayor porcentaje; en contraposición, la categoría 4 (consumo mensual de 91 a 120 kWh) representan el 4,2% de las casas encuestadas, siendo el menor porcentaje, lo que nos indica que existe una gran variación en el consumo eléctrico por iluminación, como se muestra en la figura 6 y 7.

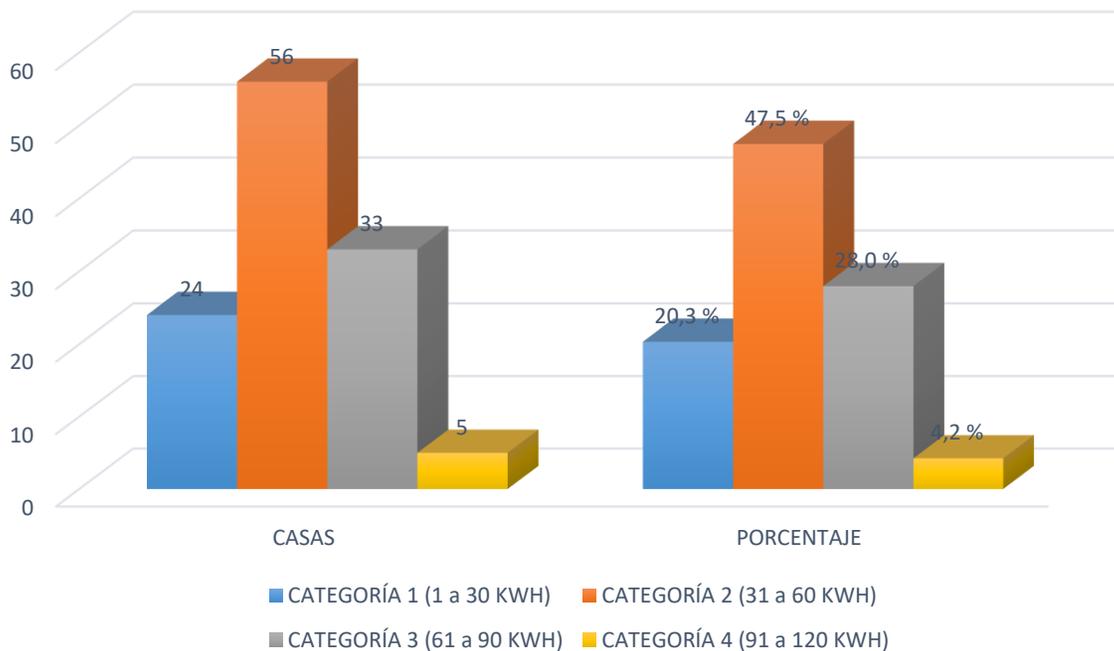


Figura 6. Análisis porcentual del consumo eléctrico mensual por iluminación.

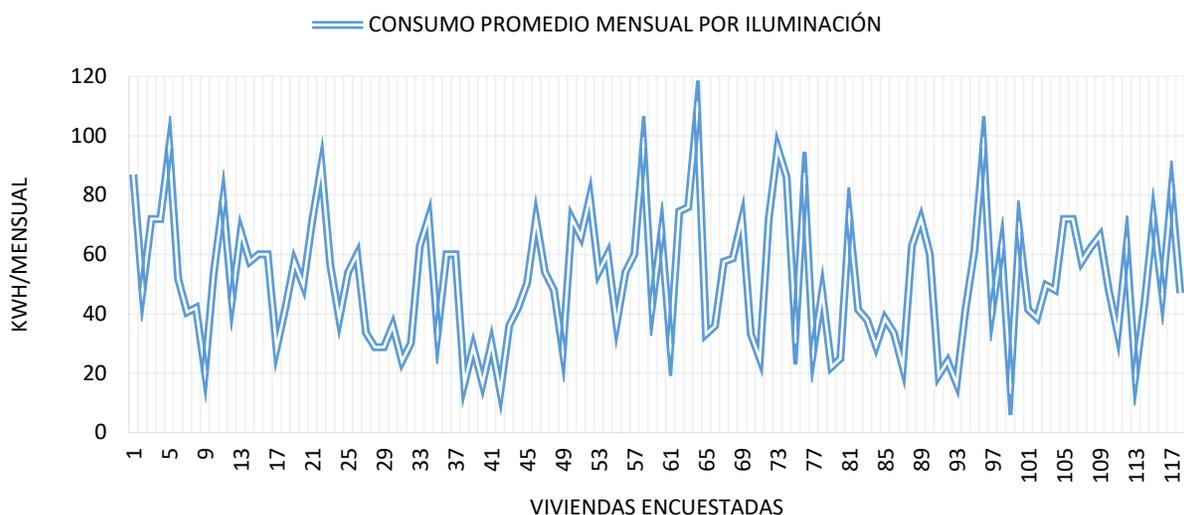


Figura 7. Variación de consumo de energía eléctrica por iluminación.

En la encuesta realizada se consultó, además, el valor de consumo eléctrico mensual global (incluye iluminación y electrodomésticos). Ver tabla Nro. 4.

Tabla 4

Valores de consumo eléctrico mensual global en kWh.

CASA	kWh GLOBAL										
1	348	21	307	41	150	61	177	81	271	101	169
2	195	22	302	42	128	62	255	82	215	102	184
3	248	23	265	43	142	63	300	83	139	103	216
4	241	24	179	44	185	64	350	84	160	104	194
5	321	25	213	45	214	65	120	85	180	105	238
6	240	26	240	46	233	66	159	86	173	106	277
7	148	27	172	47	202	67	188	87	168	107	203
8	170	28	135	48	182	68	286	88	236	108	206
9	149	29	162	49	165	69	262	89	245	109	313
10	175	30	140	50	230	70	201	90	294	110	185
11	299	31	167	51	223	71	190	91	136	111	120
12	210	32	183	52	231	72	256	92	144	112	241
13	260	33	200	53	181	73	341	93	165	113	160
14	228	34	243	54	208	74	304	94	220	114	175
15	238	35	192	55	196	75	180	95	235	115	237
16	230	36	210	56	199	76	278	96	305	116	190
17	121	37	226	57	205	77	138	97	197	117	268

18	161	38	147	58	320	78	234	98	242	118	218
19	270	39	150	59	146	79	132	99	133		
20	237	40	151	60	267	80	125	100	254		

Fuente: Elaboración propia

Con los datos obtenidos y utilizando medidas de tendencia central, para analizar los datos de consumo eléctrico mensual global, se obtuvieron los siguientes resultados:

- Valor mínimo de consumo eléctrico residencial: 120 kWh/mensual
- Valor máximo de consumo eléctrico residencial: 350 kWh/mensual
- Promedio: 210,69 kWh/mensual
- Desviación estándar del promedio: 55,24 kWh/mensual

Para el análisis de consumo eléctrico mensual global se las agrupó en categorías. Aquí se resalta que la categoría 2 (consumo mensual de 181 a 240 kWh) representan el 39,0 % de las casas encuestadas, siendo el mayor porcentaje; en contraposición, la categoría 4 (consumo mensual de 301 a 350 kWh) representan el 8,5 % de las casas encuestadas, siendo el menor porcentaje, lo que nos indica que existe una gran variación en el consumo eléctrico global, como se muestra en las figuras 8 y 9.

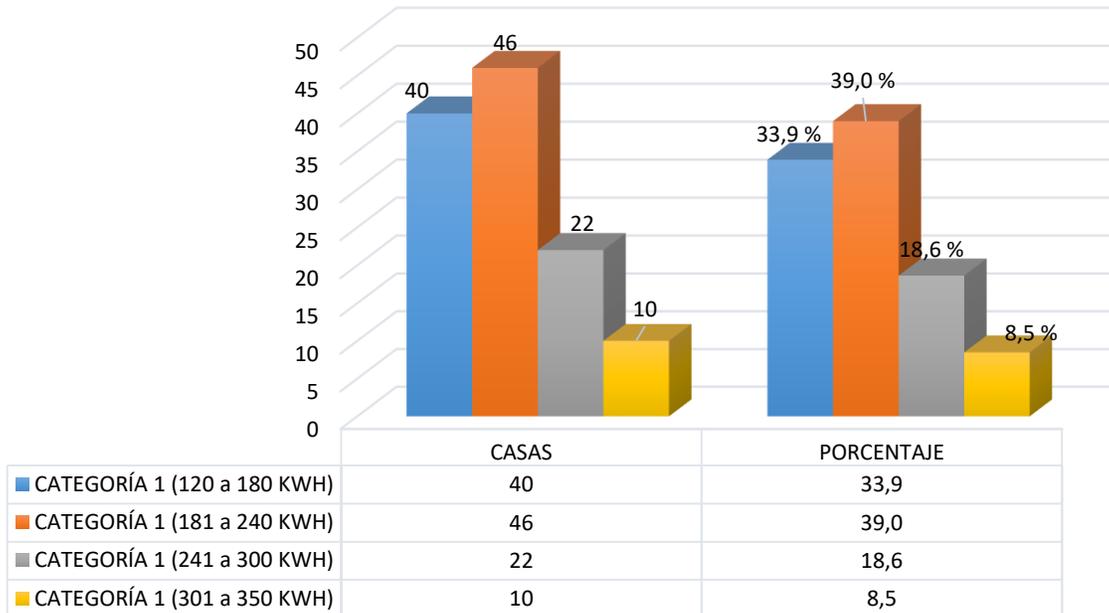


Figura 8. Análisis porcentual del consumo eléctrico mensual global.

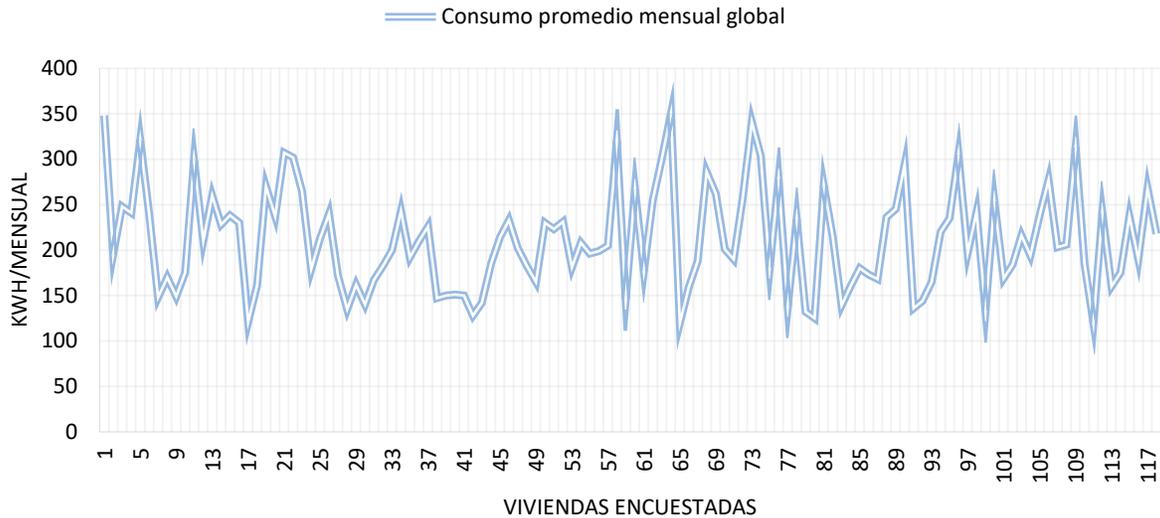


Figura. 9. Variación de consumo eléctrico mensual global.

Con la información tabulada realizamos una comparación entre el consumo promedio mensual por iluminación, respecto al consumo promedio mensual global. Como se muestra en la figura 10.

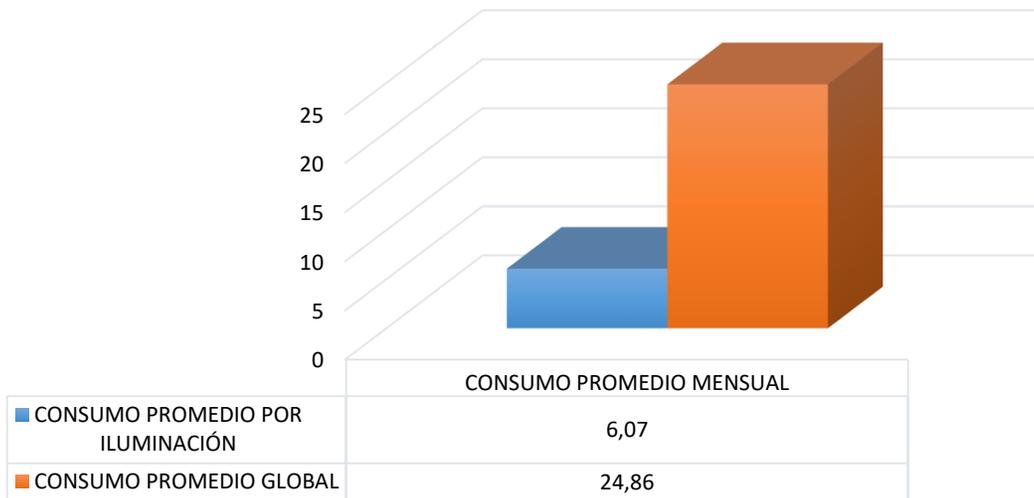


Figura 10. Comparación de potencia por consumo (MWh) promedio por iluminación, respecto al consumo promedio global.

Del análisis anterior, se deduce que, del consumo promedio mensual global, el 24,4 % se produce por iluminación, como se muestra en la figura 11.

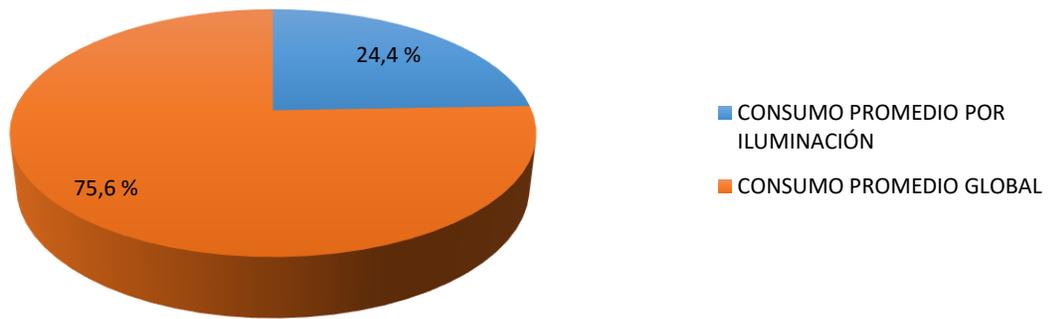


Figura 11. Análisis porcentual del consumo promedio mensual por iluminación, respecto al consumo promedio global.

Finalmente, con la información tabulada realizamos una estimación del ahorro por consumo eléctrico por iluminación, si el usuario opta por tipos de luces LED. Este nos indica que, si el usuario reemplaza sus bombillas incandescentes y fluorescentes por luces LED, reduciría de 6,07 MWh/mensual a 2,07 MWh/mensual, lo que significa una reducción del 65,9% como se muestra en la figura 12.

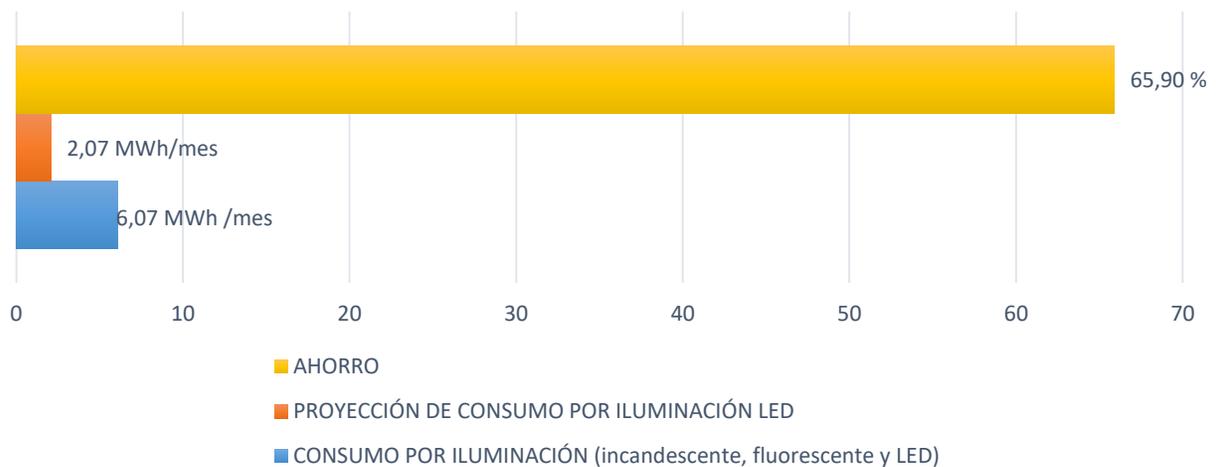


Figura 12. Estimación del ahorro de energía eléctrica, por cambio de luces incandescentes y fluorescentes por luces LED.

Un sector importante de la población del área de estudio ve con poca importancia el uso de luces LED, manifestando que el problema del consumo eléctrico no radica en utilizar luces de bajo consumo, considerando los altos valores de las planillas eléctricas a fallas en los medidores y negligencia de los encargados de realizar las lecturas de consumo mensualmente.

El criterio general de la población del área de estudio, es que las luces fluorescentes permiten ahorrar en consumo eléctrico, considerando como la única forma de economizar, en desconocimiento del ahorro que podrían tener en el consumo eléctrico si optan por el uso de iluminación con tecnología LED.

CONCLUSIONES

La utilización de luces LED es minoritario en el área de estudio, lo que se ve traducido en el consumo de energía eléctrica y por ende en el pago de la tarifa eléctrica mensual. Siendo así que, de la muestra seleccionada, solamente el 5,08% de las viviendas encuestadas utiliza luces LED, aunque alternadas con focos fluorescentes.

Los consumos por iluminación son muy variables y no tiene un patrón establecido, esto debido a los diferentes tipos de bombillas utilizadas, potencia de los focos y tiempo de duración. Estos consumos promedios mensual por iluminación van de 13,8 kWh hasta 108 kWh, lo que nos da un promedio de 51,43 kWh mensual.

El promedio de consumo eléctrico global residencial por ende también es variado, que van desde los 120 kWh hasta 350 kWh, con un promedio de 210,69 kWh.

El consumo por iluminación es de 6,07 MWh de un consumo global de 24,86 MWh, lo que significa que el consumo por iluminación es del 24,4 % y el consumo global es de 75,6 %; lo que se considera alto si tomamos como referencia el Plan Maestro de Electricidad 2013 – 2020, que indica que el consumo eléctrico por iluminación es del 16,67 % (CONELEC, 2013).

En base a la estimación del ahorro realizada, si el usuario opta por el uso de iluminación con tecnología LED, el consumo eléctrico por iluminación bajaría en un 65,9 %, siendo beneficioso para la sociedad en su contexto.

Las políticas estatales no están generando incidencia en la población en lo referente a estrategias de ahorro de consumo de energía eléctrica tecnologías apropiadas para el efecto, por lo que es necesario fomentar espacios de participación ciudadana y mecanismo de socialización de la importancia del ahorro de consumo energético en lo económico, social y ambiental.

La aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica facilitó la sistematización y tabulación de la información cualitativa y cuantitativa, generando tabla de datos geográficos, la cual se podrá seguir evaluando en periodos de tiempo similares para futuras investigaciones.

En términos de utilización de nuevas tecnologías para la investigación, la aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica permitió la creación de una tabla de datos geográficos, que se podrá seguir retroalimentando para seguir evaluando estas variables de investigación, en periodos de tiempo similares. La aplicación de herramientas de sistemas de información geográfica facilita el levantamiento de datos cualitativos y cuantitativos por medio de encuestas móviles, de fácil acceso y manejo de datos geográficos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, F., & Martín, M. (2015). Gestión digital de cartografía y datos topográficos. Las Palmas de Gran Canaria: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica.
- Avella, J. C. (2009). Caracterización Energética. Barranquilla: El Cid Editor.
- Berné, J., & Anquela, A. (2014). GNSS: GPS: fundamentos y aplicaciones en geomática. Valencia: Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Botella, A., & Muñoz, A. (2011). Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática. Girona: Editorial UOC.
- CONELEC. (2013). Aspectos de sustentabilidad y sostenibilidad social y ambiental. En Plan Maestro de Electrificación 2013 – 2022 (pág. 380). Quito.
- Consejo Nacional de Electricidad. (10 de 09 de 2013). Agencia de Regulación y Control de electricidad. Recuperado el 29 de 12 de 2018, de <https://www.regulacionelectrica.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Vol4-Aspectos-de-sustentabilidad-y-sostenibilidad-social-y-ambiental.pdf>
- De Viana, A. (2012). Energía útil. Barcelona: Ediciones del Serbal.
- Delgado, C., & Planelles, M. (14 de 11 de 2017). EL mundo consumirá un 30% mas de energía en 2040 y se aleja de cumplir el acuerdo de Paris. El Pais. Recuperado el 5 de 01 de 2019, de https://elpais.com/economia/2017/11/14/actualidad/1510661591_352717.html
- EPSA. (23 de 06 de 2017). CELSIA. Recuperado el 29 de 12 de 2018, de <https://blog.celsia.com/iluminacion-led-ahorra-energia>
- Esri. (2018). Esri. (ESRI) Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://desktop.arcgis.com/es/arcmap/latest/analyze/commonly-used-tools/an-introduction-to-the-fundamental-tools.htm>

- Gago, A. (2016). Tecnología y diseño de pantallas electrónicas gigantes. Málaga: Servicio de Publicaciones y Divulgación Científica de la Universidad de Málaga.
- Gago, A., & Fraile, J. (2012). Iluminación con tecnología LED. Málaga: Ediciones Paraninfo.
- García Fernando, M., Alvira, F., Alonso, L., & Escobar, R. (2016). La Encuesta. En El análisis de la realidad social: métodos y técnicas de investigación (págs. 331-362). España: Alianza.
- Macías, H., Ramos, Y., & Ulianov, Y. (Agosto de 2012). Estudio de los beneficios del cambio de bombillas de sodio de alta presión por diodos emisores de luz de alto brillo. El Hombre y la Máquina. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/478/47824590003.pdf>
- Míguez Gómez, C. D. (2013). La eficiencia energética en el uso de la biomasa para la generación de energía eléctrica. Madrid: Universidad Complutense.
- Namakforoosh, M. (2005). Metodología de la investigación. México: Editorial Limusa.
- Olaya, V. (2011). Sistema de Información Geográfica. Recuperado el 29 de Diciembre de 2018, de https://www.icog.es/TyT/files/Libro_SIG.pdf
- Perez, A., Botella, A., Muñoz, A., Olivella, R., Olmedillas, J., & Rodríguez, J. (2011). Introducción a los sistemas de información geográfica y geotelemática. Barcelona: Editorial UOC.
- Quintana, M. (2009). Biblioteca de la Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 2018, de http://oa.upm.es/1244/1/Mancebo_Quintana_SIG_2008a.pdf
- Sistema Nacional de Información . (s.f.). Recuperado el 16 de 01 de 2019, de <http://sni.gob.ec/coberturas>
- Vivanco, M. (2005). Muestreo estadístico diseño y aplicaciones. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.