

EVALUACIÓN TÉCNICA

Dirección de Demanda Eléctrica



A L U M B R A D O P Ú B L I C O

México, D.F. a 26 de noviembre de 2008
DIDE.SM/AP.- 001/08

Asunto: **Evaluación de la Tecnología de Diodos Emisores de Luz (LED) en Alumbrado Público**

La presente evaluación corresponde a la aplicación de la tecnología LED en alumbrado público del municipio de Tlaquepaque, localizado en el estado de Jalisco, el cual tiene una extensión territorial de 271 kilómetros cuadrados y una población aproximada de 474,175 habitantes, lo cual representa el 7.50% de la población del Estado.

En esta evaluación se resumen los impactos energéticos, económicos, ecológicos y lumínicos, al sustituir lámparas de vapor de sodio de alta presión (VSAP) por diodos emisores de luz en el alumbrado público del municipio de Tlaquepaque; para determinar dichos impactos, se tomaron y analizaron mediciones de luminancia, iluminancia, en seis calles con diferente tipo de rodamiento, con la finalidad de observar el rendimiento lumínico de ambas tecnologías, los impactos energéticos se determinaron con las pruebas de laboratorio que se les realizó a las lámparas y a los balastos.

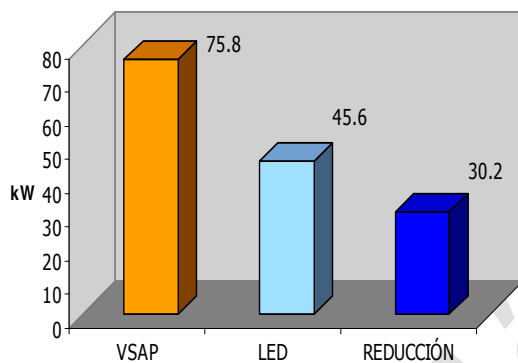
A) Reducción de carga, consumo de energía y ahorro económico.

El proyecto contempla 375 lámparas de VSAP de 100 W con balastro electrónico, la potencia del conjunto lámpara balastro es de 108 W, 100 lámparas de VSAP de 250 W con balastro electromagnético, la potencia de línea es de 312.5 W y 25 lámparas de VSAP con balastro electrónico, la potencia del sistema es de 162 W, todo lo anterior representa una carga instalada de 75.80 kW, aproximadamente un consumo energético de 27,700 kWh/mes y una facturación eléctrica mensual aproximada de \$ 61,600^β.

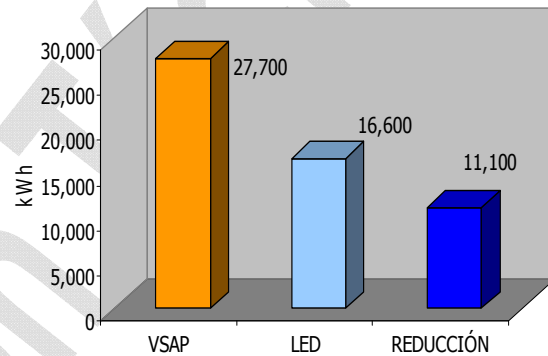
^β Estimada con el precio de la energía para el mes de noviembre de 2008, incluye IVA.

Con base en el flujo luminoso de cada lámpara de VSAP se seleccionó un reemplazo con tecnología LED, considerando 400 lámparas de LED de 76 W y 100 lámparas de LED de 152 W, lo cual representa una carga de 45.60 kW, con un consumo de energía aproximado de 16,600 kWh/mes y aproximadamente una facturación de 37,100 pesos al mes^β.

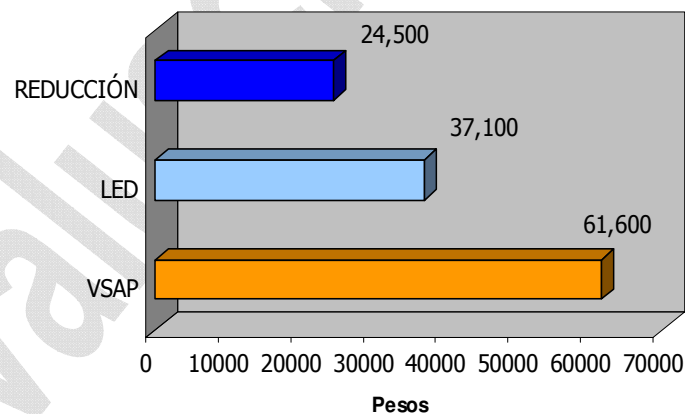
En términos generales, el proyecto global propone la sustitución de 500 equipos convencionales de iluminación por equipos de mayor eficiencia, esta implantación representaría una reducción energética estimada de 30.20 kW y 11,100 kWh/mes equivalente a un ahorro económico de \$ 296,900 al año^β. Lo que representa 39.84% de la demanda máxima, en el consumo de energía y de la facturación eléctrica correspondientemente.



Gráfica 1: Carga Instalada



Gráfica 2: Consumo de Energía



Gráfica 3: Facturación Eléctrica

^β Estimada con el precio de la energía para el mes de noviembre de 2008, incluye IVA.

B) Evaluación lumínica

Las mediciones de luminancia e iluminancia se tomaron con base en lo establecido a la Norma Técnica DGE "Alumbrado para Vías Públicas en Zonas de Concesión de Distribución" y "Guide for Photometric Measurement of Roadway Lighting Installations", dichas mediciones fueron realizadas en diferentes tipos de vialidades y rodamientos, los valores promedio de luminancia e iluminancia, obtenidos en dichas mediciones, fueron comparados con los niveles mínimos establecidos en el Artículo 930 Alumbrado Público de la NOM-001-SEDE-2005, con el objeto, de comprobar el rendimiento lumínico de ambas tecnologías.

Se llevaron acabo mediciones de iluminancia fotópica, iluminancia escotópica e iluminancia mesópica (*Ver Anexos 1 y 2*), en ambas tecnologías, con base al análisis de la información realizado por el personal técnico de esta comisión, se recomienda solo tomar en cuenta para el análisis de los resultados, las mediciones de iluminancia fotópica (*Ver Anexos 1 y 2*), debido a que está es la percepción de la visión del ser humano adoptada internacionalmente y por lo tanto las Normas Oficiales Mexicanas se diseñaron con base en esta percepción.

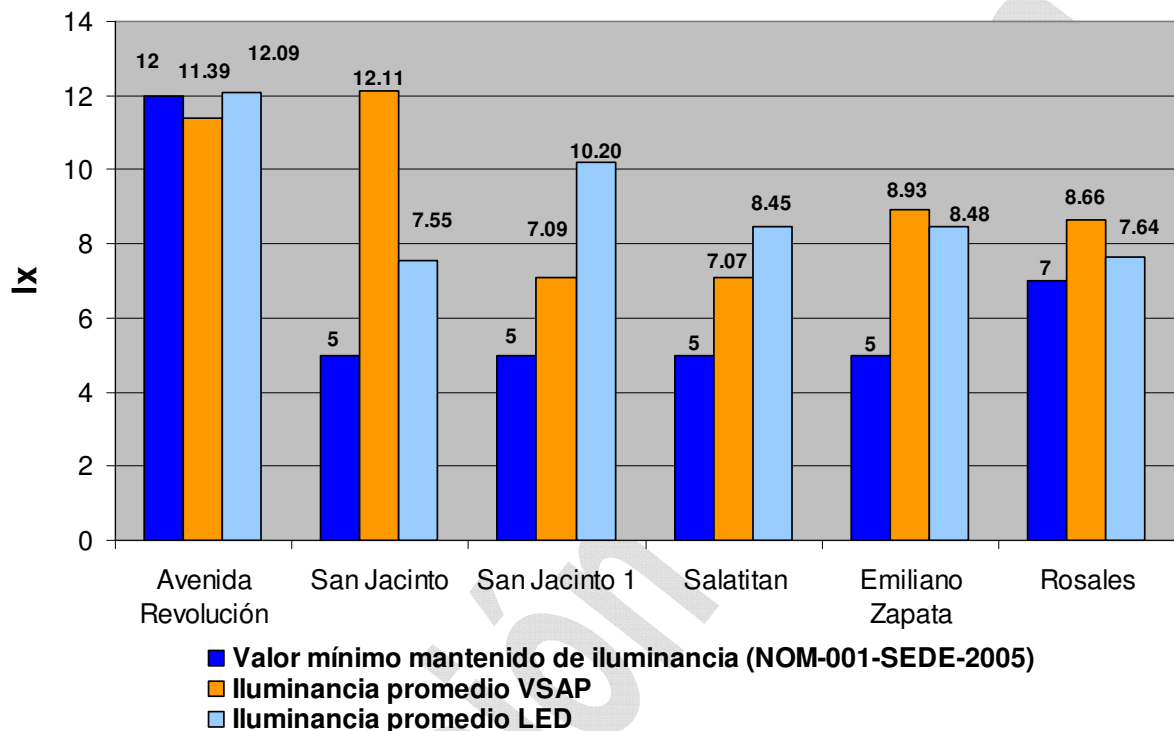
Sin embargo, es importante resaltar las cualidades en esta nueva percepción en la visión del ser humano (escotópica y mesópica), sobretodo en la aportación de luz blanca, para el uso en el alumbrado de vialidades públicas, ya que se presentan mejores condiciones de visibilidad, mayor confort y seguridad en los usuarios, con todo lo anterior se ofrece a los usuarios una mejor calidad de vida.

Iluminancia

Al comparar los valores de iluminancia promedio obtenidos en las mediciones de las lámparas de VSAP, con los valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx) establecidos en la Tabla 930-6(c) de la NOM-001-SEDE-2005 (*Ver anexo 3*), se observa que 5 de las 6 vialidades en estudio, presentan una iluminancia superior al mínimo establecido por la norma, cumpliendo de manera satisfactoria los niveles de iluminación requeridos para las vialidades, (*para mas detalle ver Gráfica 4*).

Las mediciones para las lámparas de VSAP, en Avenida Revolución arrojan un valor de iluminancia promedio de 11.39 lx, cuando le valor mínimo mantenido de iluminancia promedio para una vialidad primaria con una clasificación de pavimento R₂ es de 12 lx, esté valor es inferior a lo establecido por la norma, por lo que se recomienda mejorar el nivel de iluminación en dicha avenida.

Por otro lado, al comparar los resultados de las mediciones de iluminancia promedio en las lámparas de LED, con los valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx) establecidos en la Tabla 930-6(c) de la NOM-001-SEDE-2005 (Ver anexo 3), se obtuvo que los 6 casos de estudio presentan un nivel de iluminación superior al mínimo, cumpliendo así de manera satisfactoria la norma, (*para mas detalle ver Gráfica 4*).



Gráfica 4: Comparación de iluminancia

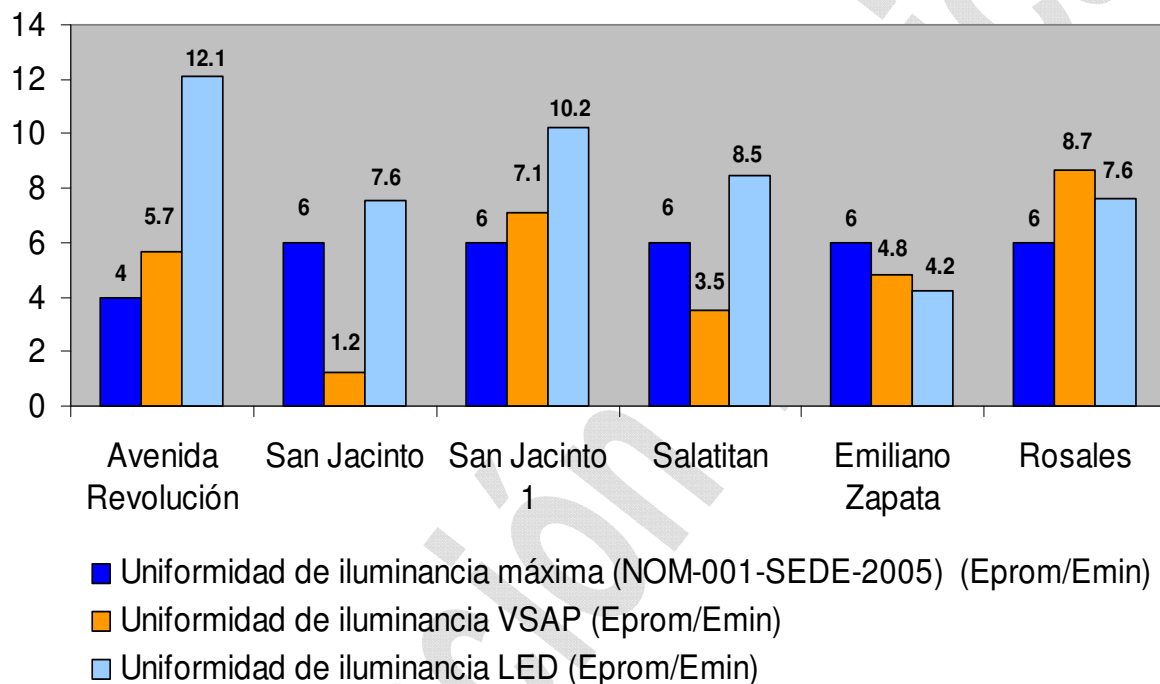
Uniformidad de iluminancia

Al hacer la comparación de la uniformidad de iluminancia obtenida con las mediciones en las lámparas de VSAP, con la uniformidad de iluminancia establecida en la NOM-001-SEDE-2005, se encontró que tres de las vialidades en estudio (San Jacinto, Emiliano Zapata y Salatitan) se encuentran dentro del rango de uniformidad establecido, las tres vialidades restantes (Avenida Revolución, San Jacinto 1 y Rosales), no presentan valores de uniformidad dentro del rango establecido por la norma (*ver Gráfica 5*).

El problema anterior se presenta debido a que las luminarias del alumbrado público son instaladas sobre los postes de las líneas de distribución de la Comisión Federal de Electricidad, lo anterior trae como consecuencia una distancia entre postes inadecuada para los sistemas de iluminación, afectando la uniformidad de cualquier tecnología

instalada, se recomienda realizar un estudio de iluminación y colocar postes de alumbrado público a distancias adecuadas para mejorar la uniformidad en las vialidades.

Al comparar los resultados obtenidos de la uniformidad de iluminancia en las lámparas LED, con la uniformidad de iluminancia solicitada por la NOM-001-SEDE-2005, se observó que sólo una de las vialidades en estudio (Emiliano Zapata) presentó valores acordes a los solicitados por la norma, el resto presenta valores de uniformidad fuera del rango solicitado en la norma (*ver Gráfica 5*).

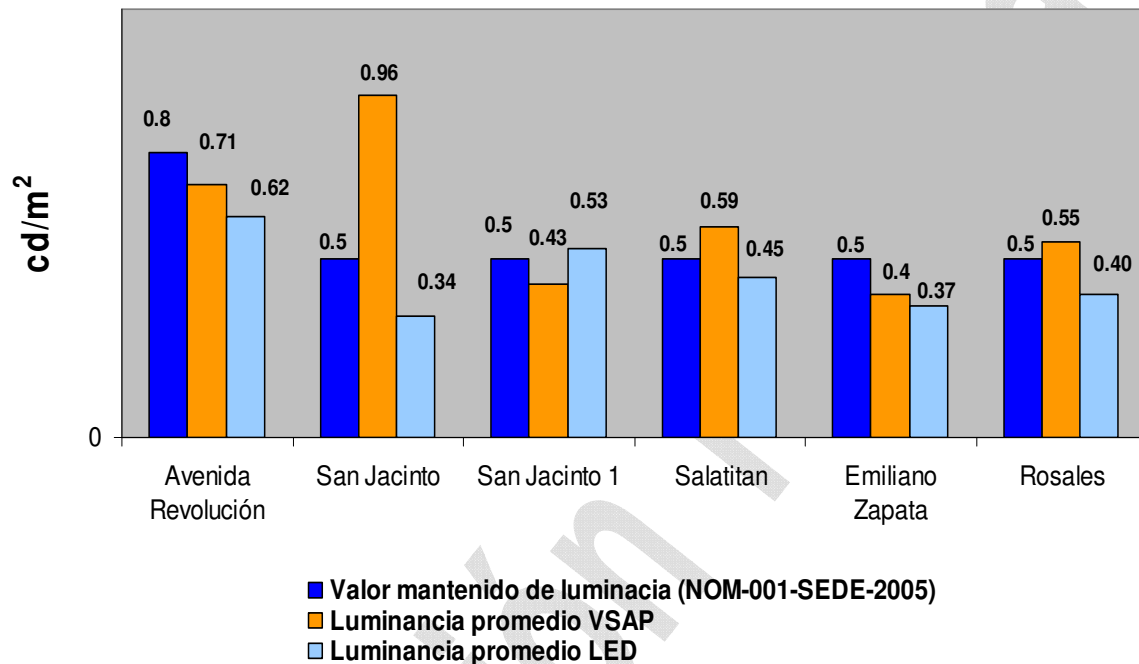


Gráfica 5: Comparación de Uniformidad de iluminancia

Luminancia

Al comparar lo establecido en la Tabla 930-6(a) Valores mantenidos de luminancia de la NOM-001-SEDE-2005, con los valores promedio de luminancia obtenidos en las mediciones en las lámparas de VSAP, se determinó que tres de las vialidades en estudio (San Jacinto, Salatitan y Rosales) cumplen con los valores mínimos de la norma, sin embargo, hay tres vialidades (Revolución, Emiliano Zapata y San Jacinto 1) que presentan valores inferiores a los establecidos por la norma, por lo que se recomienda mejorar los niveles de iluminación, con el objeto de cumplir los niveles de seguridad mínimos establecidos, (*ver Gráfica 6*).

Al hacer la comparación de los valores promedio de luminancia obtenidos de las mediciones en las lámparas de LED, con los valores mantenidos de luminancia establecidos en la en la Tabla 930-6(a) de la NOM-001-SEDE-2005, se observó que sólo una de las 6 vialidades en estudio obtuvo un valor superior al mínimo establecido por la norma, por lo tanto los 5 casos restantes presentan valores inferiores a la norma (*ver Gráfica 6*).

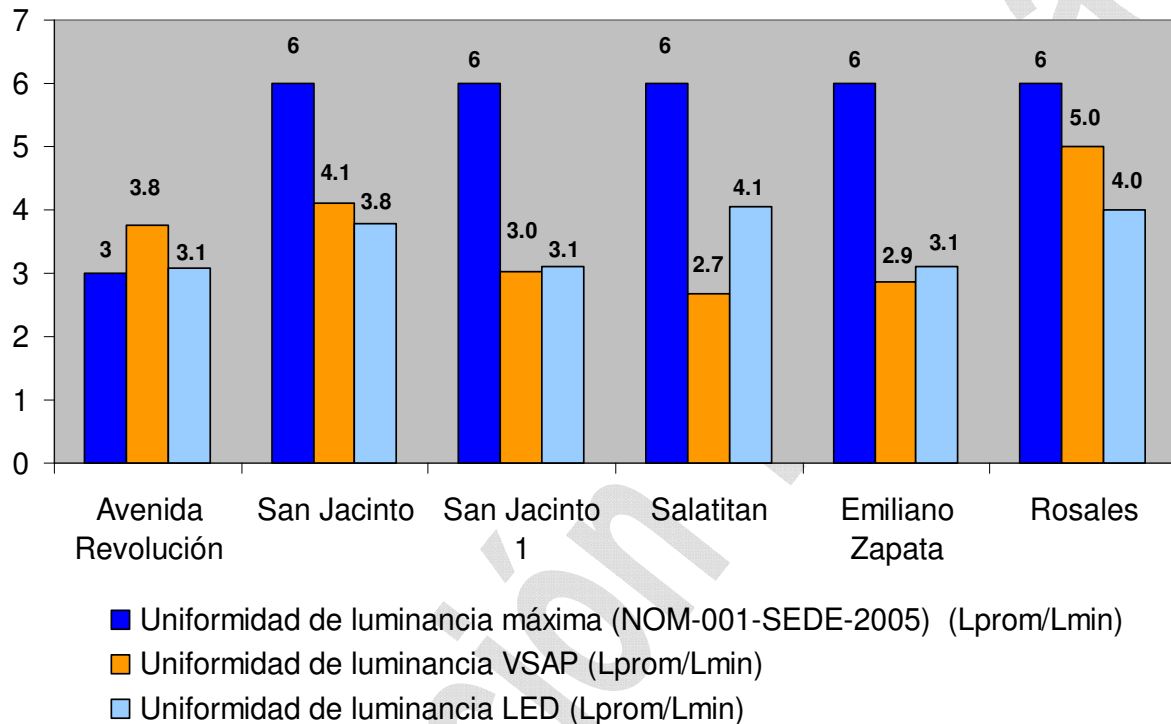


Gráfica 6 Comparación de luminancia

Uniformidad de luminancia

Al comparar la uniformidad de luminancia obtenida en las mediciones para las lámparas de VSAP, con los valores establecidos por la NOM-001-SEDE-2005, se obtuvo que 5 de las vialidades en estudio presentan valores dentro del rango de uniformidad, la Avenida Revolución se encuentra fuera del rango de uniformidad, por lo que se recomienda realizar un estudio de iluminación donde se analice la distancia entre postes y la altura de montaje, con el propósito de mejorar el rendimiento lumínico de las fuentes de iluminación instaladas en ésta vialidad(*ver Gráfica 6*).

En el caso de la uniformidad de luminancia en las lámparas de LED, se observó que, al comparar los valores obtenidos en las mediciones, con los valores establecidos por la NOM-001-SEDE-2005, cinco de las vialidades en estudio, se encuentran dentro del rango establecido por la norma, a excepción de la Avenida Revolución que presenta valores fuera del rango de uniformidad (ver Gráfica 6).



Gráfica 7: Comparación de luminancia

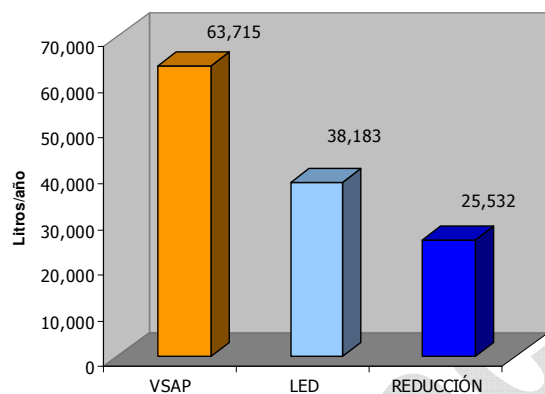
C) Estimación de impactos ambientales

El beneficio ambiental es, adicional a los ahorros energéticos y económicos, una razón complementaria que ayuda a justificar la realización del proyecto de ahorro de energía. Al aumentar la eficiencia energética de los sistemas de iluminación se reduce su consumo eléctrico y, por lo tanto, la generación de electricidad, disminuyendo consecuentemente la emisión de contaminantes atmosféricos en las plantas que utilizan combustibles fósiles.

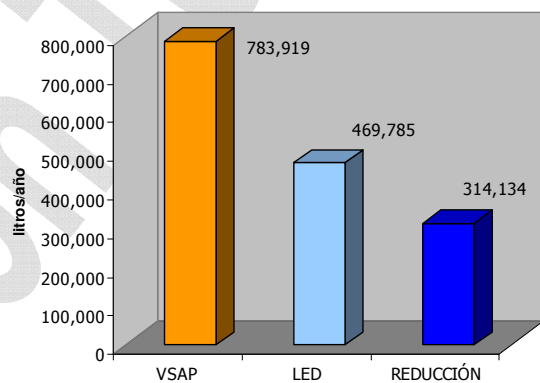
Considerando el consumo de energía eléctrica de las lámparas de VSAP, calculado en el inciso A "Reducción de carga, consumo de energía y ahorro económico", y la estructura actual de generación eléctrica nacional, se estima un consumo de combustóleo de 63,715 litros/año, un consumo de agua de 783,918 litros/año y una emisión de gases contaminantes a la atmósfera de 211,705 kg/año (*Para más detalle ver el Anexo 4*).

Con el consumo de energía eléctrica de las lámparas de LED, calculado en el inciso A "Reducción de carga, consumo de energía y ahorro económico", y la estructura actual de generación eléctrica nacional, se determinó un consumo de combustóleo de 38,183 litros/año, un consumo de agua de 469,785 litros/año y una emisión de gases contaminantes a la atmósfera de 126,870 kg/año (*Para mas detalle ver el Anexo 4*).

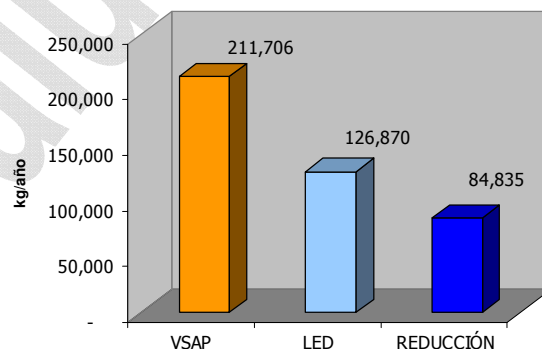
Con base, en los potenciales de ahorro de energía eléctrica estimados en el inciso A "Reducción de carga, consumo de energía y ahorro económico", se determinó una reducción en el consumo de combustible de 25,532 litros/año, una disminución en el uso de agua de 314,134 litros/año y se estimó una disminución en la emisión de gases contaminantes a la atmósfera de 84,835 kg/año (*Para mas detalle ver el Anexo 4*).



Gráfica 8: Consumo de combustóleo



Gráfica 9: Consumo de Agua



Gráfica 10: Emisiones contaminantes

ANEXO 1: MEDICIONES LUMÍNICAS EN LAS LÁMPARAS DE VSAP

Lugar: Avenida Revolución	Tipo Primaria y Superficie de Asfalto
Tipo de Lámpara: VSAP 250 W con Balastro Electromagnético	
Altura de montaje: 11m	Distancia Interpostal: 55m

Escotópica											
F1	13.00	11.00	11.00	9.00	7.00	6.00	5.00	5.00	8.00	18.00	17.00
F2	12.00	16.00	7.00	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	8.00	17.00	13.00
F3	10.00	10.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	7.00	13.00	15.00
F4	8.00	11.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	7.00	12.00	10.00

Fotópica											
F1	23.00	19.00	18.00	14.00	11.00	9.00	8.00	4.00	3.00	30.00	25.00
F2	20.00	25.00	10.00	5.00	3.00	3.00	4.00	7.00	13.00	29.00	19.00
F3	17.00	21.00	8.00	4.00	3.00	2.00	4.00	6.00	12.00	26.00	20.00
F4	13.00	16.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	4.00	7.00	12.00	10.00

Mesópica											
F1	15.00	14.00	12.00	10.00	7.00	6.00	6.00	5.00	9.00	20.00	25.00
F2	14.00	12.00	7.00	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	9.00	19.00	15.00
F3	17.00	20.00	7.00	3.00	2.00	2.00	3.00	5.00	8.00	17.00	16.00
F4	9.00	12.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	5.00	8.00	14.00	11.00

Relación S/P											
F1	0.582	0.603	0.619	0.628	0.640	0.625	0.643	0.621	0.604	0.620	0.670
F2	0.597	0.630	0.684	0.720	0.693	0.781	0.705	0.648	0.614	0.604	0.623
F3	0.634	0.629	0.710	0.694	0.713	0.806	0.691	0.644	0.618	0.593	0.760
F4	0.619	0.639	0.713	0.731	0.710	0.655	0.694	0.659	0.625	0.584	0.631

L. Fotópica											
F1	1.07	0.71	0.43	0.36	0.61	0.85	1.37	1.38	1.45	1.43	1.23
F2	0.87	0.51	0.40	0.35	0.42	0.53	0.88	1.24	1.20	1.29	1.12
F3	0.73	0.96	0.32	0.26	0.31	0.37	0.59	0.68	0.81	0.87	0.84
F4	0.75	0.60	0.28	0.19	0.20	0.26	0.39	0.58	0.58	0.59	0.58

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	11.39	30.00	2.00	5.69	15.00
Escotópica	7.70	18.00	2.00	3.85	9.00
Mesópica	8.98	25.00	2.00	4.49	12.50

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.71	1.45	0.19	3.76	7.63

Lugar: San Jacinto	Tipo Secundaria B y Superficie de Concreto
Tipo de Lámpara: VSAP 100W con Balastro Electrónico	
Altura de montaje: 7m	Distancia Interpostal: 31.4m

Escotópica											
F1	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	8.00	7.00	8.00
F2	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	8.00	7.00	8.00
F3	6.00	6.00	6.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	7.00	8.00	9.00
F4	6.00	6.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	7.00	8.00	8.00	9.00

Fotópica											
F1	12.00	11.00	11.00	10.00	10.00	10.00	11.00	13.00	13.00	14.00	16.00
F2	12.00	11.00	11.00	10.00	10.00	10.00	11.00	12.00	14.00	14.00	18.00
F3	12.00	11.00	11.00	10.00	10.00	10.00	11.00	12.00	14.00	15.00	19.00
F4	12.00	12.00	10.00	10.00	10.00	10.00	11.00	12.00	14.00	15.00	18.00

Mesópica											
F1	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	8.00	9.00	8.00	9.00
F2	7.00	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	10.00
F3	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	8.00	9.00	9.00	10.00
F4	7.00	7.00	6.00	6.00	6.00	6.00	7.00	7.00	9.00	9.00	10.00

Relación S/P											
F1	0.807	0.524	0.521	0.543	0.544	0.557	0.538	0.565	0.565	0.497	0.480
F2	0.507	0.520	0.522	0.541	0.544	0.552	0.559	0.569	0.551	0.497	0.464
F3	0.509	0.517	0.522	0.538	0.545	0.551	0.560	0.571	0.536	0.495	0.468
F4	0.512	0.513	0.532	0.537	0.546	0.549	0.563	0.569	0.528	0.522	0.466

L. Fotópica											
F1	0.83	0.89	0.85	0.65	0.53	0.50	0.32	0.24	0.28	0.89	0.50
F2	0.86	1.43	1.52	1.47	1.51	1.66	1.46	1.01	0.91	0.64	0.63
F3	0.79	1.25	1.32	1.42	1.52	1.06	1.56	1.21	1.09	0.93	0.79
F4	0.66	0.69	0.95	0.95	1.01	1.84	0.89	0.76	0.76	0.67	0.66

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	12.11	19.00	10.00	1.21	1.90
Escotópica	6.41	9.00	5.00	1.28	1.80
Mesópica	7.30	10.00	6.00	1.22	1.67

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.96	1.84	0.24	4.01	7.67

Lugar: San Jacinto 1	Tipo Secundaria B y Superficie de Concreto
Tipo de Lámpara: VSAP 100W con Balastro Electrónico	
Altura de montaje: 7m	Distancia Interpostal: 41.3m

Escotópica											
F1	7.00	6.00	6.00	4.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	4.00
F2	6.00	6.00	5.00	4.00	4.00	3.00	1.00	2.00	2.00	3.00	4.00
F3	6.00	6.00	5.00	5.00	4.00	3.00	1.00	2.00	2.00	3.00	4.00
F4	6.00	6.00	5.00	5.00	4.00	3.00	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00

Fotópica											
F1	14.00	12.00	12.00	8.00	8.00	6.00	6.00	3.00	3.00	6.00	7.00
F2	14.00	13.00	11.00	9.00	7.00	3.00	1.00	2.00	2.00	3.00	4.00
F3	13.00	13.00	11.00	10.00	7.00	6.00	2.00	3.00	4.00	3.00	4.00
F4	13.00	14.00	10.00	10.00	7.00	7.00	2.00	2.00	4.00	5.00	8.00

Mesópica											
F1	8.00	7.00	7.00	5.00	4.00	4.00	4.00	2.00	2.00	4.00	4.00
F2	7.00	7.00	6.00	5.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00
F3	7.00	7.00	6.00	5.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00
F4	7.00	8.00	6.00	6.00	4.00	4.00	2.00	2.00	3.00	3.00	5.00

Relación S/P											
F1	0.485	0.475	0.478	0.497	0.498	0.519	0.520	0.634	0.641	0.553	0.533
F2	0.436	0.473	0.479	0.493	0.500	0.517	0.700	0.623	0.612	0.534	0.532
F3	0.447	0.469	0.480	0.480	0.501	0.514	0.648	0.596	0.586	0.538	0.528
F4	0.454	0.467	0.481	0.480	0.509	0.512	0.574	0.598	0.560	0.547	0.529

L. Fotópica											
F1	0.48	0.52	0.41	0.40	0.26	0.22	0.14	0.16	0.41	0.48	0.69
F2	0.82	0.70	0.53	0.49	0.36	0.28	0.19	0.20	0.44	0.53	0.68
F3	0.69	0.65	0.55	0.48	0.42	0.42	0.27	0.21	0.42	0.65	0.77
F4	0.63	0.57	0.47	0.27	0.23	0.20	0.17	0.18	0.33	0.37	0.38

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	7.09	14.00	1.00	7.09	14.00
Escotópica	3.75	7.00	1.00	3.75	7.00
Mesópica	4.48	8.00	2.00	2.24	4.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.43	0.82	0.14	3.04	5.86

Lugar: Salatián	Tipo Secundaria B y Superficie de Tierra
Tipo de Lámpara: VSAP 100W con Balastro Electrónico	
Altura de montaje: 6m	Distancia Interpostal: 38.3m

Escotópica											
F1	5.00	4.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	4.00	6.00	7.00
F2	5.00	4.00	3.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00
F3	5.00	5.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	6.00	6.00
F4	5.00	5.00	3.00	3.00	1.00	2.00	3.00	3.00	5.00	5.00	5.00

Fotópica											
F1	10.00	7.00	7.00	4.00	3.00	4.00	4.00	7.00	8.00	13.00	15.00
F2	10.00	8.00	6.00	5.00	3.00	4.00	4.00	6.00	8.00	11.00	13.00
F3	10.00	9.00	5.00	5.00	2.00	4.00	5.00	6.00	8.00	12.00	13.00
F4	9.00	9.00	4.00	5.00	2.00	2.00	5.00	6.00	9.00	11.00	10.00

Mesópica											
F1	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	7.00	8.00
F2	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	3.00	3.00	4.00	5.00	6.00	8.00
F3	6.00	5.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	6.00
F4	6.00	5.00	3.00	3.00	2.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	6.00

Relación S/P											
F1	0.504	0.530	0.537	0.565	0.591	0.581	0.580	0.515	0.509	0.468	0.468
F2	0.509	0.521	0.545	0.557	0.663	0.585	0.577	0.525	0.508	0.490	0.485
F3	0.510	0.517	0.552	0.557	0.705	0.587	0.550	0.531	0.516	0.492	0.463
F4	0.513	0.514	0.560	0.564	0.688	0.600	0.546	0.534	0.501	0.485	0.498

L. Fotópica											
F1	0.81	1.04	0.81	0.71	0.42	0.57	0.29	0.31	0.41	0.50	0.64
F2	1.04	1.02	0.95	0.70	0.38	0.39	0.42	0.48	0.68	0.80	0.73
F3	0.89	0.85	0.57	0.46	0.37	0.36	0.41	0.52	0.77	0.84	0.72
F4	0.58	0.39	0.27	0.22	0.30	0.34	0.46	0.59	0.66	0.70	0.58

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	7.07	15.00	2.00	3.53	7.50
Escotópica	3.70	7.00	1.00	3.70	7.00
Mesópica	4.30	8.00	2.00	2.15	4.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.59	1.04	0.22	2.68	4.73

Lugar: Emiliano Zapata	Tipo Secundaria B y Superficie de Concreto
Tipo de Lámpara: VSAP 100W con Balastro Electrónico	
Altura de montaje:7.75m	Distancia Interpostal:40m

Escotópica											
F1	8.00	6.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	3.00	6.00	8.00
F2	7.00	8.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	7.00	10.00
F3	9.00	9.00	6.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	4.00	9.00	11.00
F4	9.00	8.00	6.00	4.00	2.00	2.00				7.00	8.00

Fotópica											
F1	17.00	13.00	6.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	6.00	12.00	14.00
F2	16.00	16.00	8.00	4.00	2.00	2.00	2.00	4.00	6.00	15.00	21.00
F3	19.00	19.00	12.00	6.00	3.00	3.00	3.00	6.00	9.00	19.00	25.00
F4	19.00	16.00	12.00	6.00	4.00	3.00				15.00	17.00

Mesópica											
F1	9.00	8.00	4.00	2.00	1.00	1.00	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
F2	9.00	9.00	5.00	2.00	2.00	1.00	2.00	3.00	4.00	9.00	12.00
F3	10.00	10.00	7.00	4.00	2.00	2.00	2.00	4.00	5.00	11.00	14.00
F4	11.00	9.00	7.00	4.00	2.00	2.00				8.00	9.00

Relación S/P											
F1	0.480	0.512	0.585	0.443	0.538	0.695	0.720	0.694	0.546	0.475	0.488
F2	0.477	0.501	0.531	0.408	0.552	0.630	0.550	0.532	0.560	0.470	0.478
F3	0.458	0.491	0.500	0.596	0.518	0.610	0.630	0.453	0.470	0.490	0.453
F4	0.452	0.475	0.493	0.513	0.483	0.642				0.465	0.470

L. Fotópica											
F1	0.36	0.33	0.54	0.34	0.27	0.26	0.29	0.24	0.23	0.31	0.40
F2	0.43	0.36	0.45	0.34	0.30	0.32	0.36	0.37	0.39	0.54	0.59
F3	0.76	0.54	0.69	0.45	0.31	0.33	0.36	0.43	0.33	0.56	0.63
F4	0.99	0.85	0.60	0.43	0.23	0.15				0.48	0.47

Illuminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	9.59	25.00	2.00	4.79	12.50
Escotópica	4.76	11.00	1.00	4.76	11.00
Mesópica	5.59	14.00	1.00	5.59	14.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.43	0.99	0.15	2.86	6.60

Lugar: Rosales	Tipo Secundaria B y Superficie Asfalto
Tipo de Lámpara: VSAP 100W con Balastro Electrónico	
Altura de montaje:	Distancia Interpostal:

Escotópica											
F1	6.00	5.00	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00	4.00	3.00	6.00	7.00
F2	8.00	8.00	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	6.00	7.00
F3	9.00	10.00	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	2.00	4.00	6.00	7.00
F4	7.00	10.00	4.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	7.00	7.00

Fotópica											
F1	12.00	10.00	7.00	3.00	2.00	1.00	1.00	7.00	7.00	15.00	15.00
F2	19.00	15.00	8.00	4.00	2.00	2.00	2.00	3.00	8.00	12.00	15.00
F3	19.00	21.00	8.00	4.00	3.00	2.00	2.00	4.00	9.00	15.00	16.00
F4	15.00	20.00	9.00	5.00	4.00	3.00	3.00	4.00	12.00	17.00	16.00

Mesópica											
F1	7.00	6.00	4.00	2.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	8.00	8.00
F2	10.00	9.00	5.00	3.00	2.00	1.00	2.00	2.00	4.00	6.00	8.00
F3	11.00	12.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	5.00	8.00	8.00
F4	8.00	11.00	5.00	4.00	3.00	2.00	2.00	3.00	6.00	9.00	8.00

Relación S/P											
F1	0.513	0.537	0.510	0.630	0.801	0.722	0.860	0.522	0.468	0.437	0.441
F2	0.470	0.540	0.524	0.684	0.653	0.812	0.722	0.660	0.405	0.423	0.452
F3	0.484	0.466	0.540	0.628	0.670	0.630	0.680	0.583	0.474	0.426	0.453
F4	0.465	0.481	0.497	0.563	0.691	0.725	0.542	0.522	0.459	0.413	0.424

L. Fotópica											
F1	0.32	0.55	0.80	0.89	0.74	0.15	0.11	0.15	0.22	0.41	0.55
F2	0.73	0.79	0.77	0.70	0.87	0.38	0.26	0.29	0.45	0.45	0.53
F3	0.83	0.84	0.86	0.66	0.56	0.53	0.45	0.43	0.60	0.72	0.67
F4	0.73	0.81	0.82	0.54	0.44	0.35	0.30	0.33	0.41	0.63	0.56

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Minima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	8.66	21.00	1.00	8.66	21.00
Escotópica	4.25	10.00	1.00	4.25	10.00
Mesópica	4.93	12.00	1.00	4.93	12.00

Iluminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Minima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.55	0.89	0.11	5.00	8.09

ANEXO 2: MEDICIONES LUMÍNICAS EN LAS LÁMPARAS DE LED

Lugar: Revolución	Tipo Primaria y Superficie de Asfalto
Tipo de Lámpara: LED 152 W	
Altura de montaje: 11m	Distancia Interpostal: 55m

Escotópica											
F1	55.00	45.00	13.00	6.00	2.00	2.00	4.00	7.00	12.00	38.00	47.00
F2	53.00	52.00	19.00	9.00	2.00	2.00	4.00	8.00	14.00	38.00	48.00
F3	52.00	51.00	19.00	8.00	4.00	3.00	4.00	8.00	13.00	35.00	44.00
F4	48.00	53.00	18.00	8.00	4.00	3.00	4.00	7.00	12.00	32.00	42.00

Fotópica											
F1	30.00	24.00	7.00	4.00	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00	21.00	26.00
F2	29.00	27.00	10.00	5.00	2.00	1.00	3.00	5.00	8.00	21.00	27.00
F3	30.00	27.00	10.00	5.00	2.00	2.00	3.00	5.00	7.00	19.00	25.00
F4	27.00	28.00	9.00	5.00	2.00	2.00	3.00	4.00	7.00	18.00	24.00

Mesópica											
F1	48.00	39.00	11.00	5.00	2.00	2.00	3.00	6.00	10.00	33.00	41.00
F2	47.00	45.00	17.00	7.00	2.00	2.00	4.00	7.00	12.00	33.00	43.00
F3	46.00	44.00	16.00	7.00	3.00	2.00	4.00	7.00	11.00	30.00	39.00
F4	42.00	46.00	15.00	7.00	3.00	3.00	4.00	6.00	11.00	28.00	37.00

Relación S/P											
F1	1.835	1.905	1.845	1.375	1.695	1.443	1.425	1.504	1.665	1.810	1.814
F2	1.831	1.887	1.873	1.683	1.536	1.445	1.488	1.597	1.655	1.754	1.823
F3	1.701	1.891	1.927	1.793	1.665	1.586	1.551	1.562	1.743	1.798	1.793
F4	1.815	1.879	1.888	1.754	1.710	1.495	1.560	1.655	1.638	1.791	1.785

L. Fotópica											
F1	1.11	0.80	0.45	0.40	0.53	0.66	0.97	1.05	1.08	1.11	1.14
F2	0.98	0.65	0.33	0.28	0.31	0.40	0.62	0.97	1.04	1.00	1.04
F3	0.97	0.63	0.33	0.23	0.22	0.30	0.38	0.52	0.64	0.65	0.68
F4	0.80	0.49	0.31	0.20	0.20	0.27	0.35	0.47	0.56	0.55	0.55

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	12.09	30.00	1.00	12.09	30.00
Escotópica	21.64	55.00	2.00	10.82	27.50
Mesópica	18.86	48.00	2.00	9.43	24.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.62	1.14	0.20	3.09	5.70

Lugar: San Jacinto	Tipo Secundaria B y Superficie de Concreto
Tipo de Lámpara: LED 76 W	
Altura de montaje: 7m	Distancia Interpostal: 31.4m

Escotópica											
F1	57.00	36.00	11.00	6.00	3.00	3.00	4.00	4.00	7.00	28.00	50.00
F2	56.00	36.00	11.00	6.00	3.00	3.00	4.00	6.00	12.00	26.00	47.00
F3	42.00	24.00	9.00	5.00	3.00	3.00	4.00	5.00	11.00	21.00	37.00
F4	22.00	17.00	7.00	6.00	3.00	3.00	4.00	4.00	9.00	13.00	22.00

Fotópica											
F1	27.00	16.00	5.00	3.00	2.00	2.00	3.00	3.00	4.00	15.00	27.00
F2	26.00	15.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	6.00	8.00	25.00
F3	19.00	10.00	4.00	2.00	2.00	2.00	2.00	3.00	6.00	7.00	20.00
F4	10.00	7.00	3.00	3.00	1.00	2.00	2.00	2.00	5.00	4.00	12.00

Mesópica											
F1	48.00	30.00	9.00	5.00	3.00	2.00	4.00	4.00	6.00	24.00	44.00
F2	47.00	29.00	9.00	5.00	3.00	3.00	4.00	5.00	10.00	21.00	41.00
F3	35.00	20.00	8.00	4.00	3.00	3.00	3.00	4.00	10.00	18.00	32.00
F4	19.00	14.00	6.00	5.00	2.00	2.00	3.00	3.00	8.00	11.00	19.00

Relación S/P											
F1	2.132	2.298	2.195	2.108	1.878	1.783	1.538	1.332	1.814	1.883	1.885
F2	2.132	2.298	2.193	2.108	1.878	1.783	1.538	1.332	1.814	1.883	1.885
F3	2.191	2.295	2.193	2.065	1.932	1.830	1.752	1.814	1.871	1.932	1.908
F4	2.207	2.275	2.228	2.055	1.930	1.891	1.892	1.875	1.831	1.945	1.911

L. Fotópica											
F1	0.84	0.55	0.44	0.32	0.24	0.19	0.15	0.15	0.33	0.63	1.05
F2	0.76	0.61	0.45	0.34	0.27	0.24	0.14	0.11	0.23	0.45	0.84
F3	0.65	0.44	0.39	0.30	0.25	0.23	0.18	0.10	0.24	0.42	0.55
F4	0.33	0.23	0.20	0.16	0.11	0.10	0.10	0.09	0.14	0.18	0.26

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	7.55	27.00	1.00	7.55	27.00
Escotópica	15.75	57.00	3.00	5.25	19.00
Mesópica	13.36	48.00	2.00	6.68	24.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.34	1.05	0.09	3.78	11.67

Lugar: San Jacinto 1	Tipo Secundaria B y Superficie de Concreto
Tipo de Lámpara: LED 76 W	
Altura de montaje: 7m	Distancia Interpostal: 41.3m

Escotópica											
F1	59.00	41.00	18.00	9.00	6.00	4.00	2.00	2.00	22.00	38.00	57.00
F2	60.00	41.00	18.00	10.00	7.00	5.00	6.00	8.00	22.00	37.00	56.00
F3	47.00	32.00	17.00	9.00	6.00	5.00	6.00	7.00	20.00	32.00	42.00
F4	26.00	20.00	13.00	7.00	6.00	6.00	6.00	7.00	14.00	20.00	22.00

Fotópica											
F1	32.00	22.00	10.00	5.00	3.00	2.00	1.00	1.00	10.00	18.00	27.00
F2	33.00	21.00	10.00	5.00	4.00	3.00	3.00	4.00	10.00	17.00	26.00
F3	26.00	16.00	9.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	9.00	14.00	19.00
F4	13.00	11.00	7.00	4.00	3.00	3.00	3.00	3.00	7.00	9.00	10.00

Mesópica											
F1	52.00	36.00	15.00	8.00	5.00	4.00	2.00	2.00	18.00	32.00	48.00
F2	53.00	36.00	16.00	8.00	5.00	5.00	5.00	7.00	19.00	31.00	47.00
F3	42.00	28.00	15.00	7.00	5.00	4.00	5.00	6.00	17.00	27.00	35.00
F4	22.00	18.00	11.00	6.00	5.00	5.00	5.00	6.00	12.00	17.00	19.00

Relación S/P											
F1	1.83	1.903	1.853	1.863	1.815	1.804	1.583	1.522	2.107	2.142	2.132
F2	1.827	1.928	1.852	1.853	1.833	1.89	2	1.993	2.144	2.194	2.183
F3	1.834	1.937	1.862	1.903	1.793	1.823	1.994	2.032	2.17	2.192	1.191
F4	1.936	1.918	1.904	1.806	1.776	1.794	1.977	2.1	2.184	2.188	2.204

L. Fotópica											
F1	0.95	0.84	0.73	0.39	0.31	0.22	0.18	0.17	0.38	0.61	0.84
F2	0.81	1.05	0.92	0.81	0.65	0.60	0.61	0.47	0.50	0.55	0.76
F3	0.59	0.64	0.63	0.53	0.50	0.49	0.54	0.45	0.51	0.54	0.65
F4	0.39	0.37	0.34	0.35	0.22	0.24	0.21	0.28	0.34	0.53	0.53

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	10.20	33.00	1.00	10.20	33.00
Escotópica	20.41	60.00	2.00	10.20	30.00
Mesópica	17.52	53.00	2.00	8.76	26.50

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.53	1.05	0.17	3.10	6.18

Lugar: Salatitan	Tipo Secundaria B y Superficie de Tierra
Tipo de Lámpara: LED 76 W	
Altura de montaje: 6m	Distancia Interpostal: 38.3m

Escotópica											
F1	37.00	40.00	13.00	4.00	2.00	3.00	2.00	5.00	10.00	29.00	52.00
F2	46.00	33.00	11.00	4.00	2.00	2.00	2.00	5.00	10.00	33.00	53.00
F3	37.00	31.00	8.00	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	9.00	29.00	42.00
F4	26.00	18.00	6.00	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	8.00	20.00	23.00

Fotópica											
F1	21.00	21.00	7.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	16.00	29.00
F2	25.00	18.00	6.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	18.00	29.00
F3	20.00	17.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	16.00	23.00
F4	14.00	9.00	3.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	4.00	11.00	13.00

Mesópica											
F1	32.00	35.00	11.00	4.00	2.00	2.00	2.00	5.00	9.00	25.00	45.00
F2	40.00	29.00	10.00	3.00	2.00	2.00	2.00	5.00	8.00	29.00	46.00
F3	32.00	21.00	7.00	3.00	2.00	2.00	2.00	5.00	8.00	25.00	37.00
F4	23.00	15.00	5.00	4.00	2.00	2.00	3.00	4.00	7.00	17.00	20.00

Relación S/P											
F1	1.795	1.848	1.837	1.725	1.69	1.832	1.84	1.74	1.765	1.793	1.812
F2	1.835	1.867	1.83	1.743	1.505	1.561	1.763	1.75	1.777	1.815	1.833
F3	1.848	1.875	1.778	1.753	1.435	1.66	1.75	1.85	1.845	1.863	1.827
F4	1.895	1.872	1.81	1.793	1.373	1.67	1.78	1.822	1.83	1.859	1.823

L. Fotópica											
F1	0.72	0.38	0.5	0.18	0.12	0.12	0.18	0.26	0.47	0.99	1.38
F2	0.72	0.67	0.48	0.17	0.13	0.11	0.2	0.25	0.45	1.18	1.36
F3	0.72	0.48	0.35	0.15	0.15	0.13	0.19	0.22	0.37	0.83	0.96
F4	0.46	0.56	0.28	0.15	0.13	0.16	0.21	0.26	0.37	0.73	0.75

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	8.45	29.00	1.00	8.45	29.00
Escotópica	15.61	53.00	2.00	7.81	26.50
Mesópica	13.50	46.00	2.00	6.75	23.00

Luminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.45	1.38	0.11	4.06	12.55

Lugar: Emiliano Zapata	Tipo Secundaria B y Superficie de Tierra
Tipo de Lámpara: LED 76 W	
Altura de montaje: 7.75m	Distancia Interpostal: 40m

Escotópica											
F1	45.00	36.00	26.00	7.00	4.00	4.00	4.00	5.00	10.00	35.00	53.00
F2	46.00	37.00	14.00	6.00	4.00	4.00	3.00	5.00	10.00	34.00	50.00
F3	40.00	28.00	14.00	5.00	4.00	3.00	4.00	5.00	9.00	25.00	35.00
F4	22.00	18.00	9.00	5.00	3.00	3.00	4.00	4.00	8.00	16.00	20.00

Fotópica											
F1	24.00	19.00	14.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	5.00	18.00	28.00
F2	25.00	20.00	8.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	5.00	13.00	18.00
F3	22.00	15.00	7.00	3.00	2.00	2.00	2.00	3.00	5.00	13.00	18.00
F4	12.00	10.00	5.00	3.00	2.00	2.00	2.00	2.00	4.00	8.00	10.00

Mesópica											
F1	39.00	31.00	12.00	6.00	4.00	3.00	3.00	5.00	9.00	31.00	46.00
F2	40.00	32.00	13.00	5.00	4.00	4.00	3.00	4.00	9.00	29.00	43.00
F3	34.00	24.00	12.00	5.00	3.00	3.00	3.00	4.00	8.00	21.00	31.00
F4	20.00	15.00	8.00	4.00	3.00	3.00	4.00	4.00	7.00	14.00	18.00

Relación S/P											
F1	1.817	1.857	1.834	1.913	1.838	1.818	1.742	1.844	1.89	1.925	1.911
F2	1.836	1.863	1.832	1.813	1.833	1.853	1.880	1.788	1.883	1.952	1.928
F3	1.855	1.86	1.86	1.838	1.81	1.877	1.912	1.764	1.863	1.934	1.945
F4	1.802	1.795	1.858	1.768	1.713	1.813	1.833	1.754	1.873	1.944	1.953

L. Fotópica											
F1	0.53	0.49	0.49	0.32	0.26	0.27	0.28	0.31	0.42	0.65	0.78
F2	0.52	0.46	0.36	0.24	0.21	0.24	0.26	0.39	0.65	0.74	0.72
F3	0.61	0.43	0.34	0.18	0.16	0.15	0.19	0.25	0.42	0.48	0.54
F4	0.63	0.56	0.27	0.18	0.12	0.12	0.13	0.19	0.22	0.32	0.36

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	8.48	28.00	2.00	4.24	14.00
Escotópica	16.50	53.00	3.00	5.50	17.67
Mesópica	14.16	46.00	3.00	4.72	15.33

Iluminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.37	0.78	0.12	3.11	6.50

Lugar: Rosales	Tipo Secundaria B y Superficie Asfalto
Tipo de Lámpara: LED 76 W	
Altura de montaje:	Distancia Interpostal:

Escotópica											
F1	38.00	21.00	9.00	4.00	3.00	2.00	1.00	5.00	10.00	33.00	40.00
F2	40.00	23.00	8.00	4.00	3.00	2.00	2.00	5.00	10.00	34.00	44.00
F3	38.00	19.00	8.00	4.00	2.00	2.00	3.00	6.00	9.00	32.00	37.00
F4	25.00	15.00	7.00	4.00	3.00	2.00	3.00	5.00	7.00	20.00	23.00

Fotópica											
F1	21.00	12.00	5.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	6.00	18.00	22.00
F2	22.00	13.00	4.00	2.00	1.00	1.00	1.00	3.00	5.00	18.00	24.00
F3	21.00	11.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	5.00	17.00	20.00
F4	14.00	9.00	4.00	2.00	1.00	1.00	2.00	3.00	4.00	11.00	12.00

Mesópica											
F1	33.00	19.00	8.00	4.00	2.00	2.00	1.00	4.00	9.00	29.00	34.00
F2	35.00	20.00	7.00	4.00	2.00	2.00	2.00	5.00	9.00	30.00	39.00
F3	33.00	17.00	7.00	4.00	2.00	2.00	3.00	5.00	8.00	27.00	32.00
F4	22.00	14.00	7.00	4.00	2.00	2.00	2.00	5.00	6.00	17.00	20.00

Relación S/P											
F1	1.805	1.722	0.1847	1.815	1.793	1.685	1.503	1.751	1.832	1.815	1.87
F2	1.831	1.782	1.808	1.736	1.783	1.707	1.772	1.742	1.813	1.865	1.839
F3	1.817	1.813	1.823	1.667	1.823	1.682	1.765	1.845	1.77	1.865	1.839
F4	1.834	1.78	1.893	1.87	1.793	1.715	1.763	1.781	1.778	1.883	1.835

L. Fotópica											
F1	0.38	0.38	0.37	0.28	0.17	0.1	0.14	0.2	0.46	0.89	0.99
F2	0.61	0.64	0.54	0.34	0.22	0.17	0.15	0.19	0.32	0.71	0.95
F3	0.65	0.63	0.59	0.32	0.21	0.19	0.21	0.24	0.32	0.64	0.79
F4	0.49	0.48	0.47	0.27	0.16	0.15	0.15	0.2	0.27	0.44	0.49

Iluminancia	Promedio lx	Máxima lx	Mínima lx	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	7.64	24.00	1.00	7.64	24.00
Escotópica	13.98	44.00	1.00	13.98	44.00
Mesópica	12.30	39.00	1.00	12.30	39.00

Iluminancia	Promedio cd/m ²	Máxima cd/m ²	Mínima cd/m ²	Uniformidad prom/min	Uniformidad max/min
Fotópica	0.40	0.99	0.10	3.99	9.90

ANEXO 3: TABLAS DEL ARTÍCULO 930 DE LA NOM-001-SEDE-2005

TABLA 930-6(a).- Valores mantenidos de luminancia

Clasificación de vialidades	Luminancia promedio mínima	Uniformidad de luminancia		Relación de luminancia de deslumbramiento
	L_{prom} (cd/m ²)	$L_{prom}/L_{mín}$	L_{max}/L_{min}	L_d/L_{prom}
Autopistas y carreteras	0,4	3,5 a 1	6 a 1	0,3 a 1
Vías de acceso controlado y Vías rápidas	1,0	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías principales y ejes viales	1,2	3 a 1	5 a 1	0,3 a 1
Vías primarias o colectoras	0,8	3 a 1	5 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo A	0,6	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria residencial Tipo B	0,5	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1
Vía secundaria industrial Tipo C	0,3	6 a 1	10 a 1	0,4 a 1

TABLA 930-6(c).- Valores mínimos mantenidos de iluminancia promedio (lx)

Clasificación de vialidades	Clasificación del pavimento			Uniformidad de la iluminancia	Andadores	
	R_1	R_2 y R_3	R_4		Iluminancia promedio horizontal mínima	Iluminancia vertical promedio para seguridad ⁽¹⁾
Autopistas y carreteras	4	6	5	3 a 1	---	---
Vías de acceso controlado y vías rápidas	10	14	13	3 a 1		
Vías principales y ejes viales	12	17	15	3 a 1	10	22
Vías primarias y colectoras	8	12	10	4 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo A	6	9	8	6 a 1		
Vías secundaria residencial Tipo B	5	7	6	6 a 1	10	22
Vías secundaria industrial Tipo C	3	4	4	6 a 1	6	11
Andadores alejados de vialidades	---	---	---	---	5	5
Túneles de peatones	---	---	---	---	43	54

ANEXO 4: IMPACTOS AMBIENTALES

Tabla 1. Impactos ambientales por consumo de energía de lámparas de VSAP

Concepto	Valores	Unidades
Consumo de combustóleo	63,715	Litros / año
Consumo de agua	783,918	Litros / año
Emisión de bióxido de carbono (CO ₂)	207,750	kg / año
Emisión de bióxido de azufre (SO ₂)	3,324	kg / año
Emisión de óxidos nitrosos (NO _x)	631	kg / año
Suma de contaminantes	211,705	kg / año

Tabla 2. Impactos ambientales por consumo de energía de lámparas de LED

Concepto	Valores	Unidades
Consumo de combustóleo	38,183	Litros / año
Consumo de agua	469,785	Litros / año
Emisión de bióxido de carbono (CO ₂)	124,500	kg / año
Emisión de bióxido de azufre (SO ₂)	1,992	kg / año
Emisión de óxidos nitrosos (NO _x)	378	kg / año
Suma de contaminantes	126,870	kg / año

Tabla 3. Impactos ambientales evitados

Concepto	Valores	Unidades
Conservación de combustóleo	25,532	Litros / año
Reducción de agua	314,134	Litros / año
Reducción de bióxido de carbono (CO ₂)	83,250	kg / año
Reducción de bióxido de azufre (SO ₂)	1,332	kg / año
Reducción de óxidos nitrosos (NO _x)	253	kg / año
Suma de contaminantes	84,835	kg / año

Cabe señalar, que de existir alguna duda o comentario posterior, se puede acercar al personal técnico de la dirección de Demanda Eléctrica de esta Comisión, al teléfono 3000 1000 extensión 1124.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Ing. Fernando Hernández Pensado
Coordinador de Normalización y Demanda Eléctrica

Elaboró: Ing. Leonel Díaz Pichardo; Jefe de Departamento de Sistemas de Fuerza
Vo. Bo. Ing. José Pedro Guzmán Valenciano; Director de Demanda Eléctrica