



Interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín

Wilson Ferney Osorio Martínez

Informe de práctica para optar al título de Ingeniero Eléctrico

Asesores

Jaime Alejandro Valencia Velásquez, Doctor (PhD)

Juan David Saldarriaga Loaiza, Ingeniero Electricista

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Ingeniería Eléctrica
Medellín, Antioquia, Colombia
2021

Cita	Osorio Martínez [1]
Referencia	[1] W. F. Osorio Martínez, “Interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín”, Trabajo de grado profesional, Ingeniería Eléctrica, Universidad de Antioquia, Medellín, Antioquia, Colombia, 2021.
Estilo IEEE (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Noé Alejandro Mesa Quintero.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

TABLA DE CONTENIDO

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS	6
RESUMEN.....	7
I. INTRODUCCIÓN	8
III. MARCO TEÓRICO	11
IV. METODOLOGÍA	13
V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS	15
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31
VIII. ANEXOS.....	32

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cronograma de actividades.....	14
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Verificación de la facturación del mes de julio en Power BI.	16
Figura 2. Categorización de proyectos según sea su impacto [3].	17
Figura 3. Requisitos mínimos para diseño de un proyecto nivel A y nivel B.	17
Figura 4. Requisitos mínimos para diseño de un proyecto nivel C.	18
Figura 5. SS de mantenimiento preventivo.	19
Figura 6. Cajetín modernización.	21
Figura 7. Recorte de plano modernización.	21
Figura 8. Cuadro de convenciones modernización.	22
Figura 9. Recorte del plano revisado en terreno con observación.	23
Figura 10. Recorte de plano revisado en terreno con observación.	23
Figura 11. Observación encontrada en terreno.	23
Figura 12. Clases de iluminación para vías vehiculares [3].	25
Figura 13. Niveles de cumplimiento del SLEEC.	25
Figura 14. Valores predeterminados para el DEPEA.	26
Figura 15. Acta de visita a obra.	27
Figura 16. Observaciones realizadas en campo.	28
Figura 17. Observación realizada en campo.	28

SIGLAS, ACRÓNIMOS Y ABREVIATURAS

EPM	Empresas Públicas de Medellín
CESET	Centro de Extensión académico de la Facultad de Ingeniería de la UdeA
UdeA	Universidad de Antioquia
SN/SS	Solicitud de Servicio
SALP	Sistema Alumbrado Público
RETILAP	Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público
SMAP	Solicitud de Mejora de Alumbrado Público
UCAP	Unidad Constructiva de Alumbrado Público
MH	Metal Halide
SLEEC	Street Lighting Energy Efficiency Criterion
URE	Uso Racional y Eficiente de la Energía
EER	Energy Efficiency Ratio
DPEA	Densidad de Potencia para Alumbrado de vías

RESUMEN

El fin de este informe es describir y presentar los resultados correspondientes a la práctica empresarial desarrollada en la interventoría de alumbrado público en el municipio de Medellín. Este proceso fue desarrollado debido a la adjudicación del contrato entre el municipio de Medellín y la Universidad de Antioquia. La finalidad del proyecto es realizar la interventoría relacionada con la prestación del servicio de alumbrado público y la iluminación ornamental del municipio de Medellín operada por Empresas Públicas de Medellín (EPM). Se presentan las actividades realizadas en el proceso de la práctica empresarial, las cuales corresponden principalmente al área de expansión y apoyo ocasional a otras áreas de la interventoría realizada por la Universidad de Antioquia. Entre las actividades relacionadas se destaca la revisión de diseños y visitas de campo correspondientes a la modernización del sistema de alumbrado público del municipio de Medellín con las cuales se debe garantizar el cumplimiento de reglamentos y manuales que correspondan.

Lo descrito anteriormente es fundamental para la construcción y entrega del informe de gestión que se presentaron al municipio de Medellín cada mes.

Palabras clave — alumbrado público, interventoría, modernización.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante asignación pública fue adjudicado al Centro de Extensión Académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia (CESET) el contrato interadministrativo N° 4600090120 de 2021, celebrado entre el Municipio de Medellín con la secretaria de Gestión y Control Territorial y la Universidad de Antioquia. Este contrato tiene como objeto la interventoría para la prestación de actividades relacionadas con el alumbrado público y la iluminación ornamental del municipio de Medellín.

El alcance de este proyecto se basa en la interventoría técnica, ambiental, financiera, contable, jurídica y administrativa a la prestación del servicio de alumbrado público e iluminación ornamental en el municipio de Medellín. Donde se velará por la ejecución eficiente de los recursos y de conformidad con el Manual de supervisión e interventoría del Municipio de Medellín, especificado en [1] y demás normatividad vigente.

Dentro de las asignaciones en la interventoría al alumbrado público del Municipio de Medellín se encuentran cuatro ejes macro fundamentales, de los cuales se desprenden las actividades y productos principales de la interventoría en mención. Estos ejes corresponden a los siguientes:

- ✓ Informe de supervisión a la modernización del sistema de alumbrado público.
- ✓ Informe de supervisión al monitoreo del sistema de alumbrado público.
- ✓ Informe de supervisión a la facturación del sistema de alumbrado público.
- ✓ Informe de supervisión a las comunicaciones del sistema de alumbrado público.

Con base a la atención de cada una de las actividades asignadas a los ejes principales, anteriormente mencionados, se derivan 4 áreas internas dentro de la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín: expansión, verificación, mantenimiento y georreferenciación. Cada una de ellas atiende de manera oportuna y efectiva las actividades y subactividades contenidas en los aforos propuestos en el contrato.

El alcance dentro del desarrollo de la práctica profesional se basó en el apoyo profesional correspondiente principalmente al área de expansión y apoyo ocasional a las demás áreas de la interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín. Inicialmente, en la propuesta de prácticas, se planteó el apoyo profesional correspondiente principalmente al área de georreferenciación, pero a medida que se fue desarrollando el proyecto se propuso realizar un cambio y apoyar principalmente al área de expansión debido a la carga que se presenta en ésta por motivo de la modernización del sistema de alumbrado público que se está llevando a cabo. Sin embargo, se siguió apoyando al área de georreferenciación y en algunas ocasiones a otras áreas.

Dentro de este informe se plantean los objetivos, marco teórico y actividades para el desarrollo efectivo de la práctica profesional, dando un avistamiento a las metodologías y procedimientos necesarios que garantizaron el alcance de los resultados aquí especificados.

II. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Efectuar la interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín mediante el apoyo profesional principalmente en el área de expansión y temporalmente a las otras áreas para lograr un efectivo funcionamiento en conjunto con el municipio y las empresas relacionadas con el proyecto con el fin de presentar los informes y productos asociados a los entregables mensuales a la alcaldía de Medellín.

B. Objetivos específicos

Identificar las actividades pendientes mediante la revisión del plan de entregables y productos establecidos para la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín.

Realizar visitas de campo correspondientes a proyectos municipales tales como proyectos (SN o SS) de aprobar y proyectos de modernización.

Estructurar en los diferentes formatos establecidos para la interventoría, la información asentada en campo proveniente de recorridos, revisiones y visitas de obras para hacer seguimiento y control de éstas.

Adaptar la información recolectada para generar los entregables del seguimiento e informe mensual a la alcaldía de Medellín.

III. MARCO TEÓRICO

La práctica profesional desarrollada se sustentó de acuerdo al decreto 2424 de 2006 [2], donde se establecen los requisitos que debe de cumplir la interventoría de los contratos de alumbrado público.

Consecuentemente el área de expansión y demás áreas de la interventoría para la prestación de actividades relacionadas al alumbrado público del municipio de Medellín, se fundamenta en el Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público – RETILAP [3]. De aquí se busca dar cumplimiento a los lineamientos establecidos por la normatividad vigente y paralelamente al desarrollo de las actividades obligatorias asignadas.

Como soporte al desarrollo de las actividades del área de mantenimiento para la interventoría, se tiene el Manual de Procedimientos de Alumbrado Público del Municipio de Medellín [4], donde se establecen los lineamientos, conceptos y procesos que intervienen dentro de la prestación del servicio de alumbrado público.

Como parte del desarrollo de las actividades de la política de mantenimiento y paralelamente a las obligaciones descritas en el RETILAP, la interventoría para la prestación de servicios de alumbrado público del municipio de Medellín, utiliza la norma técnica colombiana NTC -ISO 2859-1 de 2012 [5] como herramienta en los planes de muestreo para la determinación del nivel aceptable de calidad.

En el área de expansión se desarrollan diferentes actividades, de las cuales en este momento se le está dando prioridad a la modernización del sistema de alumbrado público, sin dejar de lado las actividades correspondientes tales como Solicitud de Mejora de Alumbrado Público (SMAP), SS de aprobar, SS de revisar, obligaciones urbanísticas, entre otras. Profundizando en la actividad de modernización, esta requiere una etapa inicial de diseño la cual le corresponde a EPM, la interventoría se encarga de revisar el diseño entregado por EPM haciendo visitas de campo con el fin de verificar que las diferentes

Unidades Constructivas de Alumbrado Público (UCAP) proyectadas y existentes se identifiquen de manera clara y que coincida tanto en campo como en el diseño, además de la revisión del informe luminotécnico que garantiza el cumplimiento de lo descrito en el RETILAP [3] y en [4] mencionados anteriormente. Luego la interventoría presenta un informe con el listado de observaciones que el diseñador debe corregir y así la interventoría aprobar el proyecto para que pase a ser ejecutado. Finalmente, cuando está ejecutado la interventoría visita la obra y aprueba la entrega del proyecto o realiza observaciones necesarias para poder aprobarlo.

En el área de georreferenciación se supervisa la actualización del sistema de la información georreferenciado de la infraestructura del servicio de alumbrado público del municipio. También se realiza auditoría de la calidad de la información de este. Los datos existentes en la información corresponden a ingresos, retiros, intervenciones, fechas, valores, localización, comunas, entre otras especificaciones técnicas de cada UCAP georreferenciada. Toda la información se confina en una matriz de UCAP la cual se presenta en cada informe mensual.

Adicionalmente al área de georreferenciación también corresponde calcular la potencia parcial y total instalada por comuna, al igual que la energía consumida con el fin de dar revisión a la factura del consumo de energía debido al alumbrado público.

IV. METODOLOGÍA

A continuación, se plantean las actividades que se desarrollaron en función del cumplimiento de los objetivos mencionados anteriormente:

Actividad 1: revisar y presentar la facturación mensual mediante el software Power BI en el cual se muestra por comuna, la cantidad de luminarias, la potencia instalada con su debido porcentaje, al igual que la energía consumida para el mes. También se muestra la cantidad de luminarias por comuna según sea el tipo de fuente, la potencia y su respectiva SN o número de proyecto.

Actividad 2: Estructurar la información recolectada durante el mes, en cada uno de los formatos de entrega de informes, para las actividades y productos de la interventoría. Esto con el fin de entregar en concordancia con los requerimientos del acta de inicio del contrato, un consolidado efectivo y oportuno de los entregables.

Actividad 3: Revisar mediante una lista de chequeo que el total de Solicitudes de Servicio (SS) cumplan con los requisitos mínimos para ser aprobados en su etapa de diseño, según la clasificación por impacto descrito en el Manual de Procedimiento de Alumbrado Público [4] y/o en el RETILAP [3].

Actividad 4: Hacer visitas de campo con el fin de revisar y verificar los diseños de proyectos de modernización.

Actividad 5: Revisar los informes luminotécnicos de los diseños de proyectos de modernización con el fin de que el diseño cumpla los niveles establecidos en el RETILAP [3] y [4].

Actividad 6: Hacer visitas de obra a SS o SN de aprobar denominados proyectos estratégicos el cual consta de hacer la verificación de la construcción de la obra civil.

Actividad 7: Hacer visitas de obra a obligaciones urbanísticas el cual consta de hacer la verificación de la construcción de la obra civil.

Actividad 8: Brindar apoyo ocasional requerido por el coordinador del proyecto y otras áreas, en actividades o procesos establecidos dentro de la interventoría al alumbrado público del municipio de Medellín.

En la Tabla 1 se muestra el cronograma de actividades descritas anteriormente en los 6 meses destinados a las prácticas académicas.

Tabla 1. Cronograma de actividades.

N	Actividad	Meses					
		1	2	3	4	5	6
1	Facturación mensual	x	x	x			
2	Estructurar información para informe	x	x	x			
3	Verificación de requisitos para SS	x	x	x			
4	Visitas de campo (modernización)				x	x	x
5	Revisión de diseños (modernización)				x	x	x
6	Visitas a obra (SS de aprobar)				x	x	x
7	Visitas a obra (obligaciones urbanísticas)				x	x	x
8	Apoyo en otras áreas	x	x	x	x	x	x

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como resultado de la práctica profesional en la interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín, se tiene un informe mensual detallado, siguiendo el plan de actividades y productos establecidos designado dentro del alcance del contrato interadministrativo inicial. De allí se desprenden una serie de actividades y subactividades que dan cumplimiento al listado de entregables y que finalmente alimentan el informe de gestión mensual destinado a la Alcaldía de Medellín.

1) Apoyo profesional al área de georreferenciación de la interventoría al sistema de alumbrado público de Medellín.

Para el área de georreferenciación se dio apoyo profesional en la verificación mensual, para cada comuna del municipio de Medellín, de la cantidad de luminarias, el porcentaje de luminarias, el cálculo de la potencia instalada, el cálculo de la energía consumida y el porcentaje de la energía consumida. Además, se mostró la cantidad de luminarias por comuna según su clasificación de tipo de fuente (SODIO, MH o LED) y potencia. También se mostró el número de los proyectos (SS o SN) existentes en cada comuna clasificados según su potencia y tipo de fuente. Los datos mencionados anteriormente se pueden filtrar según sea el tipo de fuente, la comuna y/o la potencia de las luminarias. Esta presentación de datos se puede observar el enlace anexo a este documento. Cabe resaltar que esta presentación de datos se hizo solo para algunos meses ya que no fue obligatorio dentro del contrato, pero la Alcaldía de Medellín quiso hacer la apreciación de este software ya que se mostraba más cómodo para presentar los datos.

En la Figura 1 se muestra un recorte de la visualización de los datos mencionados anteriormente en el software Power Bi para el mes de julio.

Distribución de luminarias por comuna (julio)					
Comuna	Cantidad luminarias	%Luminarias por comuna	Potencia instalada por comuna [W]	Energía consumida por comuna mes [kWh]	%Energía consumida por mes [kWh]
Corregimiento 90	4059	2,68%	478008	162350	1,99%
Corregimiento 80	6263	4,13%	689700	238089	2,92%
Corregimiento 70	3016	1,99%	306876	108333	1,33%
Corregimiento 60	8273	5,46%	866320	309521	3,80%
Corregimiento 50	948	0,63%	84180	31315	0,38%
Comuna 9	7247	4,78%	949817	326241	4,01%
Comuna 8	8072	5,32%	993756	332649	4,08%
Comuna 7	10068	6,64%	1331429	483069	5,93%
Comuna 6	6853	4,52%	975896	317334	3,90%
Comuna 5	8310	5,48%	1552195	519952	6,38%
Comuna 4	7096	4,68%	1190316	410890	5,05%
Comuna 3	7249	4,78%	999368	322041	3,95%
Comuna 2	3682	2,43%	473340	162190	1,99%
Comuna 16	11022	7,27%	1826918	609546	7,48%
Comuna 15	7100	4,68%	1549562	531605	6,53%
Comuna 14	10272	6,78%	1756958	645830	7,93%
Comuna 13	8548	5,64%	1063305	350319	4,30%
Comuna 12	5007	3,30%	900174	296991	3,65%
Comuna 11	9865	6,51%	2110249	772732	9,49%
Comuna 10	12971	8,56%	2719820	987686	12,13%
Comuna 1	5689	3,75%	642299	225341	2,77%
Total	151610	100,00%	23460486	8144024	100,00%

Cantidad de luminarias según tipo de fuente y potencia por comuna (julio)			
Comuna	Tipo de fuente	Potencia [W]	Cantidad luminarias
Comuna 1	LED	40	36
Comuna 1	LED	50	12
Comuna 1	LED	53	18
Comuna 1	LED	56	28
Comuna 1	LED	74	4
Comuna 1	LED	140	4
Comuna 1	METAL HALIDE	70	3
Comuna 1	METAL HALIDE	1000	106
Total			151610

SN según tipo de fuente y potencia por comuna (julio)			
Comuna	Tipo de fuente	POTENCIA	PROYECTO
Corregimiento 90	LED	40	19200988
Corregimiento 90	LED	40	19680348
Corregimiento 90	LED	40	19759114
Corregimiento 90	LED	40	20477429
Corregimiento 90	LED	40	21303674
Corregimiento 90	LED	40	525300

Figura 1. Verificación de la facturación del mes de julio en Power BI.

2) Apoyo profesional ocasional otras áreas de la interventoría al sistema de alumbrado público de Medellín.

Dentro de esta actividad se destaca el apoyo que se le hizo al coordinador del proyecto para estructurar la información recolectada durante el mes, con el fin de que las actividades y productos de la interventoría sean entregados de manera completa y correcta en el informe en concordancia con los requerimientos del acta de inicio del contrato, obteniendo un consolidado efectivo y oportuno de los entregables.

También se destaca el apoyo hecho al coordinador del proyecto la revisión, mediante ciertas listas de chequeo, para garantizar que el total de Solicitudes de Servicio (SS) cumplan con los requisitos mínimos de entrega para ser aprobados en su etapa de diseño, estos requisitos o listas de chequeo, mostradas en la Figura 3 y Figura 4, fueron construidas según la categorización por impacto descrito en la tabla 610.2 del RETILAP, mostrado en la Figura 2.

PROYECTOS NUEVOS O REMODELACIÓN		Nivel A	Nivel B	Nivel C
		Bajo Impacto	Medio Impacto	Alto Impactos
SISTEMA VIAL	Clase de iluminación de la vía o Tipo de área M1 – M2	$P \leq 25$ ó $L = 0$	$25 < P \leq 75$ ó $L \leq 1.000$	$P > 75$ ó $L > 1.000$
	M3 – M4	$P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
	M5	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 100$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 100$ ó $L > 2.000$
OTRAS ÁREAS	Alamedas, ciclo rutas, parques, paseos, plazas, plazuelas, vías peatonales, puentes y túneles peatonales.	$10 < P \leq 25$ ó $L \leq 1.000$	$25 < P \leq 50$ ó $1.000 < L \leq 2.000$	$P > 50$ ó $L > 2.000$
ESPECIALES [2*]	Zonas históricas de conservación, y otros que por sus características revista de un especial interés para el municipio.	$P \leq 25$	$25 < P \leq 50$	$P > 50$

Figura 2. Categorización de proyectos según sea su impacto [3].

PROYECTO NIVEL A		PROYECTO NIVEL B	
1	Plano urbanístico definitivo	1	Plano urbanístico definitivo (anexar diseño paisajístico)
2	Plano de redes de energía aprobado	2	Plano de redes de energía aprobado
3	Plano del levantamiento de redes de energía y de A.P existentes y proyectadas	3	Plano del levantamiento de redes de energía y de A.P existentes y proyectadas
4	Cálculos luminotécnicos	4	Cálculos luminotécnicos
5	Cálculo del factor de mantenimiento y SLEEC	5	Cálculo del factor de mantenimiento y SLEEC
6	Cálculos de regulación, cuadro de cargas, cálculos de protecciones, diagramas unifilares, diseño de sistemas de puesta a tierra	6	Cálculos de regulación, cuadro de cargas, cálculos de protecciones, diagramas unifilares, diseño de sistemas de puesta a tierra
7	Cantidad de UCAP a instalar, retirar y trasladar	7	Cantidad de UCAP a instalar, retirar y trasladar
8	Notas de planimetría (anexo 3)	8	Notas de planimetría (anexo 3)
9	Declaración de cumplimiento de requisitos aplicables del RETILAP y las normas para Alumbrado Público de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (anexo 4)	9	Declaración de cumplimiento de requisitos aplicables del RETILAP y las normas para Alumbrado Público de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (anexo 4)
10	Las normas y especificaciones técnicas de materiales y equipos de alumbrado público	10	Las normas y especificaciones técnicas de materiales y equipos de alumbrado público

Figura 3. Requisitos mínimos para diseño de un proyecto nivel A y nivel B.

PROYECTO NIVEL C	
1	Plano urbanístico definitivo (anexar diseño paisajístico)
2	Plano de redes de energía aprobado
3	Plano del levantamiento de redes de energía y de A.P existentes y proyectadas
4	Cálculos luminotécnicos
5	Cálculo del factor de mantenimiento y SLEEC
6	Cálculos de regulación, cuadro de cargas, cálculos de protecciones, diagramas unifilares, diseño de sistemas de puesta a tierra
7	Cantidad de UCAP a instalar, retirar y trasladar
8	Notas de planimetría (anexo 3)
9	Declaración de cumplimiento de requisitos aplicables del RETILAP y las normas para Alumbrado Público de Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (anexo 4)
10	Las normas y especificaciones técnicas de materiales y equipos de alumbrado público
11	Detalles, cotas, levantamientos topográficos, perfiles viales y senderos, animaciones del urbanismo y espacio público en extensión *.3DS
12	Tres propuestas de diseños fotométricas diferentes para proyectos correspondientes a obligaciones urbanísticas.

Figura 4. Requisitos mínimos para diseño de un proyecto nivel C.

Otra área a la se apoyó fue a mantenimiento en la cual se cumplió con la actividad de revisión en terreno de SS de mantenimiento preventivo las cuales constan de realizar cambios en las UCAP por parte de EPM y tienen como finalidad prevenir la interrupción del servicio de alumbrado público. La interventoría debe realizar la visita en terreno de la SS y verificar que el cambio si fue realizado y que la información suministrada es correcta.

En la Figura 5 se muestra un ejemplo de la información suministrada para una revisión de SS de mantenimiento preventivo.

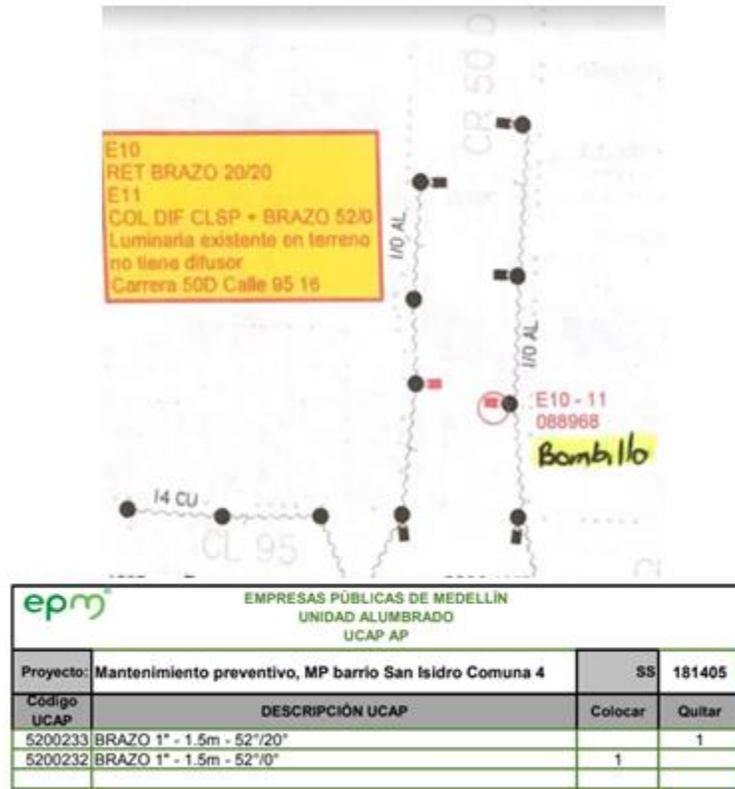


Figura 5. SS de mantenimiento preventivo.

De la Figura 5, se puede observar que la matriz de UCAP coincide con lo especificado en el plano, teniendo en cuenta que el difusor de una luminaria no es una UCAP, aunque si pertenece a una de ellas. En la visita a terreno se observa que la SS fue ejecutada y los cambios descritos en la información suministrada son correctos en terreno.

3) Visitas de campo para proyectos de modernización (apoyo al área de expansión).

En esta actividad se realizó visitas de campo a proyectos de modernización, un proyecto de modernización es el cambio de luminarias con fuentes de SODIO o MH a fuente LED, la cual se está llevando a cabo en el municipio de Medellín. EPM entrega a la interventoría los diseños de proyectos de modernización para que el proyecto sea aprobado

por la misma. La interventoría se encarga de revisar que el diseño sea coherente. Se revisa que la infraestructura que no se va a retirar esté en óptimas condiciones, si no es así debe hacer la observación con la respectiva evidencia. Se verifica que las UCAP proyectadas en el plano para retiro coincidan con las existentes en terreno, es decir, mismo tipo de brazo, mismo tipo fuente, misma potencia, misma ubicación, mismo tipo de poste, de no ser así se debe hacer la respectiva observación con registro fotográfico. Se verifica que las UCAP proyectadas para la modernización cumplan con lo descrito en [4] y con RETILAP [3], en este se destaca la ubicación coherente de las luminarias y demás UCAP, es decir, el flujo luminoso se debe aprovechar al máximo, evitar iluminar zonas verdes o no transitadas, no debe haber coexistencia con individuos arbóreos u otros objetos que obstruyan el flujo luminoso o la instalación de la UCAP, se deben manejar separaciones coherentes entre postes, entre la caja de distribución y su respectivo poste debe haber menos de 1 metro de distancia, entre otros, si se detecta una inconformidad, se debe hacer la observación con su respectivo requerimiento y registro fotográfico. Se verifica en la matriz de UCAP que la cantidad de UCAP proyectadas para retiro y para ingreso coincidan con lo especificado en el plano y con lo visto en terreno. Cuando se encontraron infraestructuras obsoletas tales como parques o senderos peatonales en abandono o mal estado, se hizo el debido reporte para su recuperación.

Nota: las observaciones y evidencias fotográficas tomadas en terreno se cargan al plano mediante la aplicación móvil XODO, esta aplicación permite ingresar modificaciones a documentos en PDF.

En la Figura 6 se muestra el cajetín de uno de los proyectos de modernización. En la Figura 7 se presenta un recorte del plano y en la Figura 8 se observa el cuadro de convenciones.

PROYECTO:	BARRIO SAN ISIDRO Carrera 50 con Carrera 52 entre Calle 92 y Calle 97A		
SS:	174691	Fabio Andrés Vásquez Torres	
CONTIENE:	DISEÑO AP-NOTAS-DETALLES		
LEVANTÓ:	-		
DISEÑO:	Alejandro Páez V.	MATRICULA #AN206-95149	
REVISÓ:	-	ESCALA: 1:500	FECHA: 07-07-2021
DIBUJÓ CAD:	Juan D. Taborda B.	CÓDIGO: 174691-PLAN-02-00-V1	REVISIÓN: 00

07
 08

Figura 6. Cajetín modernización.

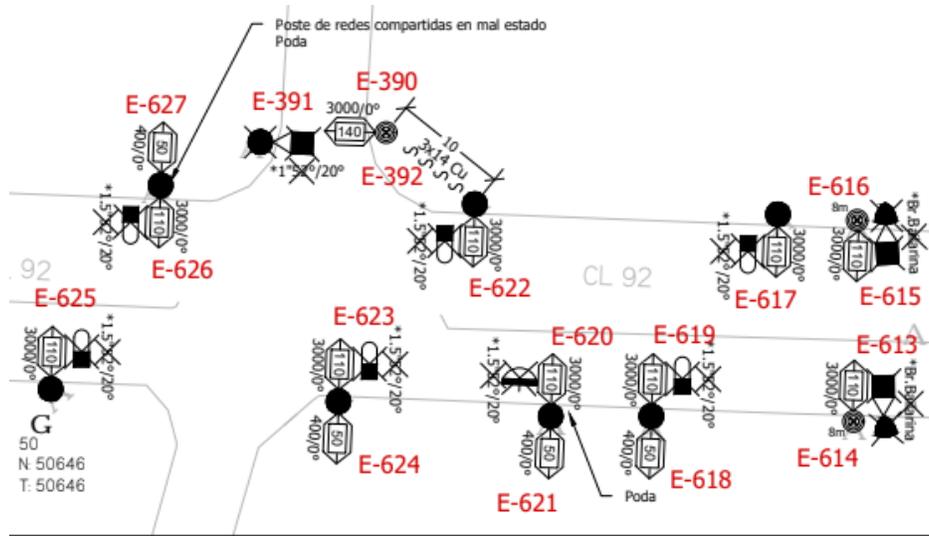


Figura 7. Recorte de plano modernización.

CUADRO DE CONVENCIONES						
CODIGO OW	Descripción	Proyectado	Existente	Proyectado	Retiro	Unidad
260463	Luminaria LED 50 W			174	-	UN
222678	Luminaria LED 110 W			226	-	UN
222679	Luminaria LED 140 W			223	-	UN
201028	Luminaria de Sodio - 70 W			-	494	UN
201025	Luminaria de Sodio - 150 W			-	28	UN
201026	Luminaria de Sodio - 250 W			-	78	UN
	Poste ornamental de concreto 3 pines			-	58	UN
200002	Poste de Concreto 8m			1	1	UN
200040	Poste de PRFV 8m			60	-	UN
200088	Poste de Madera 8m			-	42	UN
211210	BRAZO Ø 1" AV400MM/H400MM 52° 0°	400/0°	*400/0°	96	1	UN
211212	BRAZO Ø 1 1/2" AV600MM/H247MM 0°	600/0°	*600/0°	-	2	UN
211213	BRAZO 1" AV972MM/H1052MM 52° 0°	1"52°/0°	*1"52°/0°	55	1	UN
211222	BRAZO 1 1/2" AV 972MM/H1052MM 52° 0°	1.5"52°/0°	*1.5"52°/0°	52	-	UN
211214	BRAZO 1" AV967MM/H1113MM 52° 20°	1"52°/20°	*1"52°/20°	-	404	UN
211223	BRAZO 1 1/2" AV 967MM/H1113MM 52° 20°	1.5"52°/20°	*1.5"52°/20°	-	105	UN
	BRAZO BAILARINA			-	70	UN
211231	BRAZO 1 1/2" AV3000MM/H1711MM 0°	3000/0°	*3000/0°	394	-	UN
211233	BRAZO 1 1/2" AV4500MM/H730MM 0°	4500/0°	*4500/0°	2	-	UN
211227	BRAZO 1 1/2" AV1660MM/H2200MM 20° 4 PERNOS	1660/20°	*1660/20°	5	-	UN
211229	BRAZO 1 1/2" AV1660MM/AV1660MM/H2200MM/H2200MM 20° 20° 4 PERNOS	1660/20°-1660/20°	*1660/20°-1660/20°	2	-	UN
200389	Duplex Cu 14 awg-thw 300v			-	24	M
200404	Cable Cu encauchetado 3X14 AWG			374	-	M

Figura 8. Cuadro de convenciones modernización.

Como resultado a la visita se encontraron diversas observaciones entre las cuales se destaca la coexistencia con individuo arbóreo, infraestructura en mal estado, posible duplicidad (luminarias enfrentadas), mala ubicación de postes, requerimiento de cambio de brazo, entre otros.

En la Figura 9, Figura 10 y Figura 11 se muestran recortes del plano después de la visita, con sus respectivas observaciones y registro fotográfico.

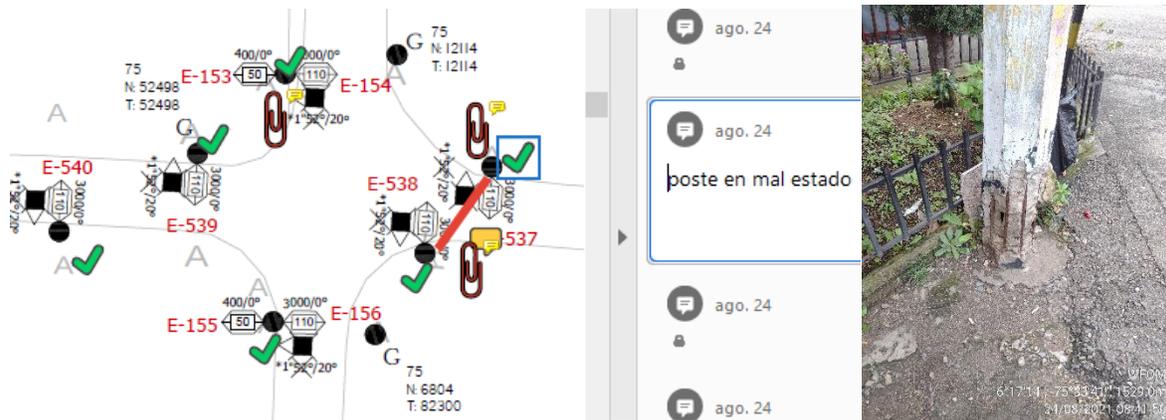


Figura 9. Recorte del plano revisado en terreno con observación.



Figura 10. Recorte de plano revisado en terreno con observación.



Figura 11. Observación encontrada en terreno.

En la Figura 9 se nota una observación correspondiente a infraestructura en mal estado, se debe hacer el requerimiento de contemplar el cambio del poste ya que afecta el correcto funcionamiento del sistema de alumbrado público. En la figura 10 se encuentra la proyección de un brazo igual al existente en terreno y claramente se nota que el brazo es muy corto y cierta parte del flujo luminoso se proyectará a la zona verde, por ende, se hace la observación de un requerimiento para que en el diseño se considere un brazo de mayor alcance. En la Figura 11 se encuentra la observación de la proyección de una luminaria la cual quedará en coexistencia con individuo arbóreo, por lo tanto, el flujo luminoso será obstruido, se debe hacer el requerimiento de poda o reubicación de la luminaria en el diseño.

4) Revisión a informes de los diseños de proyectos de modernización (apoyo al área de expansión).

En esta actividad se construyó un informe para cada proyecto en el cual se hizo una revisión completa de los informes luminotécnicos de los diseños de proyectos de modernización. El diseño debe cumplir los niveles establecidos en el RETILAP [3] y en [4] además de darle un formato a las observaciones entregadas en la visita en terreno del proyecto.

En el informe inicialmente se brinda la información del proyecto con su nombre y respectivo número de SS. Se revisa el plano de visita a campo en el cual se analizan las observaciones realizadas por el visitante y se hacen los respectivos requerimientos o consideraciones con su registro fotográfico. Las direcciones, números de SS, nombre, fecha, firmas, deben coincidir en todos los archivos del proyecto o deben ser coherentes, de lo contrario se hizo la observación. La cantidad de UCAP encontrados en el cuadro de UCAP deben coincidir con lo descrito en el cuadro de convenciones.

Se revisa en el informe entregado por el diseñador, que se establezcan las clases de iluminación para vías vehiculares las cuales se categorizan según la tabla 510.1.1 a del RETILAP presentada en la Figura 12; la categorización del proyecto según la tabla 610.2 del RETILAP presentada en la Figura 2 y el factor de mantenimiento como se establece en [4]. El cálculo del SLEEC debe ser corroborado como se describe en [4] y debe cumplir los

niveles presentados en la tabla 8 del anexo general de [4] mostrada en la Figura 13. Se verifica que toda la información usada para el cálculo del SLEEC aparezca y coincida con el informe del software DIALux entregado por el diseñador. Se debe verificar el URE y los valores usados según el tipo de categorización de la vía, es decir, si es M1 o M2 se debe calcular el EER y si es M3, M4 o M5 se debe calcular el DPEA, los resultados de éste cálculo se comparan con la tabla 510.6.1 del RETILAP [3] presentada en la figura 14. Se debe verificar que cumple la clasificación energética de la instalación como lo indica [4] y que exista el análisis de riesgo y esquema de mantenimiento.

Clase de Iluminación	Descripción vía	Velocidad de circulación (km/h)		Tránsito de vehículos T (Veh/h)	
		Extra alta	V>80	Muy importante	T>1000
M1	Autopistas y carreteras	Alta	60<V<80	Importante	500<T<1000
M2	Vías de acceso controlado y vías rápidas.	Media	30<V<60	Media	250<T<500
M3	Vías principales y ejes viales.	Reducida	V<30	Reducida	100<T<250
M4	Vías primarias o colectoras	Muy reducida	Al paso	Muy reducida	T<100
M5	Vías secundarias				

Figura 12. Clases de iluminación para vías vehiculares [3].

Clase de iluminación	Zona de aplicación						
	Todas las vías			Vías sin o con pocas intersecciones	Vías con calzada peatonal no iluminada	SLEEC	
	Luminancia promedio Lprom (cd/m ²) mínima mantenida	Factor de uniformidad Uo mínimo	Incremento de umbral TI % máximo inicial	Factores de uniformidad longitudinal de luminancia UI mínimo	Relación de alrededores SR mínimo	Recomendado	Máximo
M1	2.0	0.4	10	0.5	0.5	0.49	0.8
M2	1.5	0.4	10	0.5	0.5	0.51	0.8
M3	1.2	0.4	10	0.5	0.5	0.56	0.8
M4	0.8	0.4	15	N.R	N.R	0.58	0.8
M5	0.6	0.4	15	N.R	N.R	0.60	0.8

Tabla 8. Requisitos de SLEEC para vías vehiculares. (Medida en W/cd.m⁻²/m²)

Figura 13. Niveles de cumplimiento del SLEEC.

Nivel mantenido de iluminancia promedio lux (lx)	DENSIDAD DE POTENCIA (w/m ²) según ancho de la calzada (m)				
	< 6	6 a 8	8.1 a 10	10.1 a 12	12,1 a 14
3	0,29	0,26	0,23	0,19	0,17
4	0,35	0,32	0,28	0,26	0,23
5	0,37	0,35	0,33	0,30	0,28
6	0,44	0,41	0,38	0,35	0,31
7	0,53	0,49	0,45	0,42	0,37
8	0,60	0,56	0,52	0,48	0,44
9	0,69	0,64	0,59	0,54	0,50
10	0,76	0,71	0,66	0,61	0,56
11	0,84	0,79	0,74	0,67	0,62
12	0,91	0,86	0,81	0,74	0,69
13	1,01	0,94	0,87	0,80	0,75
14	1,08	1,01	0,94	0,86	0,81
15	1,12	1,06	1,00	0,93	0,87
16	1,17	1,10	1,07	0,99	0,93
17	1,23	1,17	1,12	1,03	0,97
18	1,33	1,26	1,20	1,10	1,04
19	1,40	1,33	1,26	1,17	1,10
20	1,47	1,39	1,33	1,23	1,16
21	1,55	1,46	1,39	1,29	1,22
22	1,62	1,53	1,46	1,35	1,27
23	1,69	1,60	1,53	1,41	1,33
24	1,76	1,67	1,59	1,47	1,39
25	1,83	1,73	1,66	1,53	1,45
26	1,90	1,80	1,73	1,60	1,51

Figura 14. Valores predeterminados para el DEPEA.

Una vez terminada la revisión mencionada anteriormente, se le envía al ingeniero de expansión el cual revisa el informe y toma decisiones de aprobar o no el proyecto y de enviar las observaciones al diseñador para que corrija.

5) Visitas a SS de aprobar (proyectos municipales) y a obligaciones urbanísticas

En esta actividad se realizó visitas en terreno en las cuales se verificó la construcción de la obra civil revisando que las cajas de distribución y sus tapas cumplan con las normas RS3-002 y RS4-001 de EPM. Se verifica, con respecto al plano de diseño, la cantidad de UCAP, la potencia de las luminarias, la correcta infraestructura y ubicación de las UCAP, en especial que la distancia de la caja a su respectivo poste no sea superior a 1 metro. Si existen observaciones que no se pueden corregir, el encargado de la obra debe realizar una declaración de desviación de la norma, explicando los acontecimientos de dicho suceso.

Un proyecto municipal es denominado por el municipio de Medellín como proyecto estratégico en el cual una empresa constructora gana la licitación para la construcción de una obra civil ya sean parques, zonas comunes, entre otras. La constructora debe entregar la obra

civil correspondiente al alumbrado público tales como cajas de distribución, salidas, bajantes, cruces, unión entre cajas, entre otros.

Una obligación urbanística son constructores que deben ejecutar infraestructura de alumbrado público como requisito de conexión a la malla urbana, estos diseños son revisados por EPM y aprobados la Subsecretaría de Servicios Públicos del municipio de Medellín. Se deben revisar los parámetros descritos anteriormente y si la luminaria no es estándar usada por EPM, se debe entregar un stock dependiendo del tipo de proyecto. Se debe registrar en terreno un acta de visita a obra con las respectivas firmas de los asistentes y observaciones encontradas para su respectiva corrección. Finalmente, cuando toda la infraestructura de alumbrado público está correcta, se genera un acta de recibo de obra y se recibe la obligación urbanística. Generalmente los planos de estos proyectos se encuentran en forma física.

En la Figura 15 se muestra un acta de visita a obra. En la Figura 16 y Figura 17 se muestran ejemplos de observaciones para obligaciones urbanísticas y proyectos estratégicos.

AC-VO-89193		Formato		UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA	
Versión 1		ACTA DE VISITA A OBRA		Alcaldía de Medellín CESET	
CONCLUSIONES TAREAS Y COMPROMISOS					
FECHA:	27 07 2021	PROYECTO:	Paseo Urbano la 104		
DIRECCIÓN:	Calle 104 entre cr 67 y 70				
OBJETO:	INICIAL	SEGUIMIENTO	Firma <input checked="" type="checkbox"/>		
Asistentes	Nombre	Cargo			
	Jason D. Monsalve Ruiz	Interventor UdeA			
	Angelo Atchamba Henon	Cia Residente			
	tecnocalle104@cedex.com.co	3106189591			
	Wilson Forner Osorio Martinez	Interventor UdeA	Wilson Osorio		
OBSERVACIONES					
Observación 1. Profundidad de las tuberías de conexión entre cajas, profundizar cajas y asegurar filtrado de las mismas con el material granulado.					
Observación 2. Bajante en punto de conexión debe ser en tubería de 2", además la caja está a más de 1 m del poste.					

Figura 15. Acta de visita a obra.



Figura 16. Observaciones realizadas en campo.



Figura 17. Observación realizada en campo.

En la Figura 16 existen dos tipos de observaciones, la primera es el incumplimiento de la norma RS4-001 de EPM ya que la tapa posee un hueco diferente a los usados para introducir los tornillos de fijación, por lo tanto, se concluye que la tapa no está construida con dicha norma. La segunda observación es el incumplimiento de la norma RS3-002 de

EPM ya que la caja de distribución no cumple la profundidad y ubicaciones de tuberías requeridas en la norma, no tiene un drenado de agua óptimo y no posee triturado. Se observa que la caja está construida sobre una losa prefabricada, muy delgada, por lo tanto, se debe hacer una declaración de desviación de la norma por el constructor de la obra civil.

En la Figura 17 se puede notar que la caja de distribución se encuentra muy alejada de su respectivo poste (más de 1 metro) por lo tanto implica una observación de incumplimiento a la norma y se debe corregir.

VI. CONCLUSIONES

Por medio del procesamiento de los datos se realizó la verificación del cálculo de la potencia y energía consumida por comuna mediante el software Power BI, además se muestran la cantidad de luminarias según el tipo de la fuente y la potencia también por comuna, con el fin de coincidir con los datos utilizados para generar la facturación y cumplir con los entregables y productos establecidos para el área de georreferenciación de la interventoría.

El conocimiento de la reglamentación correspondiente al sistema de alumbrado público e interventoría en cada municipio como el RETILAP [3] y [4], es la base fundamental para la correcta ejecución de las actividades establecidas dentro del contrato de interventoría al sistema de alumbrado público del municipio de Medellín.

Todos los proyectos que corresponden al sistema de alumbrado público deben someterse a la interventoría, ya que se debe verificar el cumplimiento de la normatividad correspondiente basándose en los niveles y calidades de la luminosidad requerida en la actividad visual, garantizando un diseño y una ejecución óptimos y coherentes. Si no se puede cumplir con el reglamento, se debe hacer una declaración de desviación de la norma, explicando el porqué de la situación.

Para realizar revisiones de proyectos, se debe contar con capacitaciones previas que garanticen el conocimiento tanto del software utilizado (DIALUX) como un correcto funcionamiento del sistema de alumbrado público. Además, se debe contar con una estructura de chequeo correspondiente a la revisión de diseños de proyectos, pues es de vital importancia no omitir aspectos importantes que perturben el correcto funcionamiento del sistema de alumbrado público.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] «Astrea Medellín - Resolución 2003 de 2011 AMVA». https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/astrea/docs/R_AMVA_2003_2011.htm (accedido jun 05, 2021).
- [2] «Decreto 2424 de 2006 - EVA - Función Pública». <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=20707> (accedido jun 06, 2021).
- [3] Ministerio de Minas y Energía, «Reglamento Técnico de Iluminación y Alumbrado Público». 2010. [En línea]. Disponible en: <https://www.minenergia.gov.co/documents/10180/23517/20729-7853.pdf> (accedido jul 12, 2021).
- [4] Alcaldía de Medellín, «Manual de Procedimientos de Alumbrado Público del Municipio de Medellín». [En línea]. Disponible en: <https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/medellin/Temas/Catastro/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2018/ManualdeprocedimientosdeAlumbradopublico.pdf>(accedido jul 23, 2021).
- [5] ICONTEC, «Procedimientos de muestreo para inspección por atributos -Parte 1». [En línea]. Disponible en: <https://www.icontec.org/rules/procedimientos-de-muestreo-para-inspeccion-por-atributos-parte-5-sistema-de-planes-de-muestreo-sucual-determinados-por-nivel-aceptable-de-calidad-nac-para-inspeccion-lote-por-lote/>(accedido jul 24, 2021).

VIII. ANEXOS

<https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiM2I2OWU2ODAtM2Q5YS00N2FhLThjYTEtMTZkN2FmYmQ2MTVliiwidCI6Ijk5ZTFINzIxLTcxODQtNDk4ZS04YWZmLWlyYWQ0ZTUzYzFjMiIsImMiOiR9>