

UNIVERSIDAD CENTRAL DE LAS VILLAS  
FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA



## TRABAJO DE DIPLOMA

Titulo: "Análisis de los Circuitos de Alumbrado de la Ciudad de Sancti Spíritus".

Diplomante: Michel Álvarez Urquiza

Tutores: Ing. Raúl Fernández Álvarez  
Ing. Magdiel García González  
Ing. Angel Lemus Quesada

Curso: 2003-2004  
AÑO DEL 45 ANIVERSARIO DEL TRIUNFO DE LA REVOLUCION.

*Pensamiento*

*El hombre moderno, de pie junto a las  
ruedas de trabajo, mira serenamente a lo  
futuro.*

**José Martí**

# *Dedicatoria*

## **DEDICATORIA**

- A mis padres; especialmente a mi mamá por el esfuerzo realizado durante toda mi carrera lo que permitió vencer mis expectativas.
- A mi primo Luis Orlando.
- A mi tía Glagys por el apoyo que me brindó, y haberme guiado por el camino del saber.

# *Agradecimiento*

# *Resumen*

## **RESUMEN.**

El presente Trabajo de Diploma fue realizado en el Departamento de Informática de la Organización Básica Eléctrica de Sancti Spíritus. El mismo consiste en hacer un análisis integral del alumbrado público de la ciudad de Sancti Spíritus, por la falta de información existente en nuestra OBE, para lo cual fue preciso realizar un levantamiento de los circuitos de alumbrado de la ciudad, donde obtuvimos los datos imprescindibles para llevar a cabo un estudio detallado de los circuitos existentes.

Mediante el programa General se analizó los circuitos, teniendo en cuenta las caídas de voltaje y las pérdidas de potencia que se manifiestan en cada uno de ellos. Posteriormente en el módulo de alumbrado se introdujeron los datos de los circuitos y de las luminarias, así como las características de cada poste perteneciente a los circuitos.

Este trabajo presenta una interfaz cartográfica digitalizada mediante el Sistema de Información Geográfica del SIGERE que con el nombre de SIGOBE (Sistema de Información para Organizaciones Básicas Eléctricas) ha sido desarrollado en conjunto con los técnicos de Geocuba.

Finalmente se incluye un conjunto de recomendaciones para mejorar el funcionamiento del sistema de alumbrado público de la ciudad.

# *Indice*

# INDICE

Introducción .....	1.
Capítulo 1: Introducción al Sistema de Gestión de Redes (SIGERE).....	3.
1.1 : Actualidad de nuestras empresas eléctricas .....	3.
1.2: Concepción del SIGERE.....	4.
1.3: Estructura del SIGERE... ..	5.
1.3.1: Subsistema de Instalaciones.....	6.
1.3.2: Subsistema de Operaciones.....	6.
1.3.3: Subsistema de Explotación.....	7.
1.3.4: Subsistema de Planificación.....	8.
1.4: El alumbrado dentro del SIGERE.....	9.
Capítulo 2: Generalidades del Alumbrado Público.....	11.
2.1: Conceptos de Alumbrado Público.....	11.
2.2: Consideraciones para el diseño de un circuito de Alumbrado Público.....	13.
2.3: Instalaciones Soterradas.....	14.
2.4: Tipos de controles del Alumbrado Público.....	14.
2.4.1: Fotorresistencia.....	15.
2.4.2: Relevador Electromecánico.....	15.
2.4.3: Interruptor Manual.....	15.
2.4.4: Controles en Cascada.....	15.
2.5: Voltaje de Alimentación.....	16.
2.6: Características de las fuentes luminosas.....	16.
2.6.1: Clasificación de las lámparas.....	16.
2.7 : Problemas del Alumbrado Público.....	20.
Capítulo 3: Recorrido de campo y Programa de Cálculo de flujo General.....	22.
3.1 : Recorrido de campo.....	22.
3.2 : Programa de Cálculo de Flujo General.....	23.
3.3 : Análisis del flujo de carga de circuitos.....	25.
3.4: Análisis técnico-económico con el objetivo de mejorar el circuito.....	26.

3.5 : Variantes para mejorar el servicio del circuito.....	31.
3.5.1: Análisis del circuito SA66.....	32.
3.5.2: Análisis del circuito SA101.....	34.
Capítulo 4: Módulo de Alumbrado Público.....	36.
4.1: Objetivos del Módulo de Alumbrado Público.....	36.
4.2: Ventajas del Módulo de Alumbrado Público.....	37.
4.3: Trabajo con el Módulo de Alumbrado.....	37.
4.3.1: Submenú Archivo.....	38.
4.3.2: Submenú Instalaciones.....	38.
4.3.3: Submenú Acciones.....	44.
4.4: Estadísticas que avalan los resultados del trabajo con el Módulo de Alumbrado Público.....	46.
Capítulo 5: El uso de Sistema de Información Geográfica para el Alumbrado Público.....	48.
5.1: Los Sistemas de Información Geográfica.....	48.
5.2: Ventajas de la Utilización de sistema de SIG en el Alumbrado.....	48.
5.3: El SIGOBE.....	49.
5.3.1: Base de datos.....	49.
5.3.2: Cartografía.....	49.
5.3.3: Interfaz.....	50.
5.4: Funcionalidades para el Alumbrado.....	50.
Conclusiones.....	56.
Recomendaciones.....	58.

# *Introducción*

## **INTRODUCCION.**

*Uno de los primeros objetivos del alumbrado público es ayudar a evitar accidentes del tránsito en horas de la noche, brindando buenas condiciones de visibilidad a los conductores de vehículos motorizados, especialmente en los cruces, curvas, pasos peatonales, para que permita una circulación segura, rápida y comfortable.*

El alumbrado de los núcleos urbanos y de las vías de comunicación entre los mismos, es un factor importante de bienestar económico y social y de mayor atracción para el turismo ya que forma parte del paisaje de la ciudad.

La sensación de aislamiento y temor que la oscuridad produce, constituye un fuerte obstáculo para aprovechar los bienes de servicio, centros comerciales, recreativos y de estudios ofrecidos por la revolución, ya que las horas de tiempo libre de la mayoría del pueblo es en la noche.

Un buen alumbrado también ayuda a la vigilancia para reducir la delincuencia y por tanto contribuye a la seguridad de la circulación de peatones.

El evitar los problemas que se producen por falta de alumbrado en todos los aspectos mencionados y la comodidad y el confort de la percepción visual en horas nocturnas, no deben ser considerado como un lujo del que se puede prescindir, sino como una necesidad.

Teniendo en cuenta que el alumbrado público es el área menos actualizada de todas y que su adecuado funcionamiento es de vital importancia para la calidad de vida de la población, nos proponemos cumplir con los siguientes objetivos:

- Actualización de los sistemas de alumbrado de la ciudad de Sancti Spíritus.
- Analizar los circuitos actualizados, proponer mejoras a los circuitos más crítico dando una solución adecuada con los cálculos técnico-económicos.
- Introducir todos los datos actualizados en el módulo de alumbrado.

- Implementación del módulo de alumbrado en el Sistema de Información Geográfica para el municipio de Sancti Spíritus.

Para lograr una mejor comprensión del trabajo se ha dividido en los siguientes capítulos.

Capítulo 1: Introducción al Sistema de Gestión de Redes (SIGERE).

*Capítulo 2: Generalidades del Alumbrado Público.*

Capítulo 3: Recorrido de campo y Programa de Cálculo de Flujo General.

Capítulo 4: Módulo de Alumbrado Público.

Capítulo 5: El uso de Sistema de Información Geográfica para el Alumbrado

Público.

# *Capítulo 1*

## **Capítulo 1: Introducción al Sistema de Gestión de Redes (SIGERE).**

### **1.1 Actualidad de nuestras empresas eléctricas**

En la actualidad existen en muchos países sistemas computacionales de control de la distribución de la energía eléctrica y el comercial con grandes posibilidades para el diseño, control y manejo de las redes. En nuestro país durante los últimos años, la distribución había sido el área de trabajo menos atendida de la Unión Eléctrica. Los efectos objetivos eran evidentes: altos índices de pérdidas e interrupciones, creciente índice de transformadores dañados, escaso nivel de informatización y automatización. Entre los efectos subjetivos se encontraban: bajo nivel técnico, inestabilidad del personal que atiende la distribución, falta de estructuras uniformes y otros. Todo esto ha traído consigo la carencia de información adecuada sobre los diferentes elementos y acciones de la distribución reflejada en la ausencia de un Manual de Procedimientos de la Distribución escrito que recoja las mejores prácticas y su implementación en un Sistema Informático Integral que permita el empleo de técnicas modernas en el control y automatización de las redes.

Esto se ha reflejado en:

1. Empleo de los modelos y procedimientos más diversos por parte de cada uno de las OOBEE.
2. Desactualización de las normas y poca divulgación entre los técnicos de base.
3. No hay división correcta de la información operativa y estratégica.
4. Dificultades con la capacitación de los técnicos y cuadros.
5. Desarrollo de varios softwares por distintas instituciones que son difíciles de generalizar.

6. Duplicación de software con el mismo objetivo por varias entidades.
7. El software no cumple con las normas de diseño y documentación actuales que permitan su actualización en el marco de un sistema integral.
8. Dificultades en el desarrollo de las auditorías y los mecanismos de control.
9. Despilfarro de recursos humanos en tareas repetitivas que pueden ser automatizadas dentro de un sistema integral. La mitad de los técnicos de redes no tienen acceso a la informática
10. No empleo de las informaciones de facturación en el cálculo de los indicadores técnicos de las redes.
11. Ausencia de una interfaz única que facilite la introducción paulatina de técnicas modernas tales como los sistemas de información y posicionamiento geográfico, Sistemas SCADA y telecomandos.

Es por eso que desde hace unos años, la Unión Eléctrica se han visto en la necesidad de introducir sistemas computacionales de control de la distribución de energía eléctrica , que recoja las mejores prácticas en la distribución y su implementación en un Sistema Informático Integral que permita el empleo de técnicas modernas en el control y automatización de las redes. . Como respuesta a ello la OBE Provincial de Sancti Spiritus se encuentra desarrollando el SIGERE con el objetivo de mejorar radicalmente el control de las redes.

## **1.2 Concepción del SIGERE**

*Como solución a los problemas informáticos detectados se propone el Desarrollo e Implementación de un Sistema Integral de Gestión de Redes (SIGERE) cuyo objetivo es mejorar radicalmente el control de las redes de distribución, permitiendo la reducción de los gastos totales de explotación de la distribución, un mejor servicio a nuestros clientes y la superación profesional de nuestros técnicos que permitiría un uso más racional de los recursos humanos. El sistema incluirá las instalaciones desde las subestaciones de transmisión-subtransmisión hasta las*

*instalaciones de medición del cliente, donde se integrará respectivamente con los Sistemas Informáticos de Transmisión y Comercial respectivamente. Estará integrado por todos los equipos, instalaciones y acciones que forman las redes eléctricas. El sistema deberá recoger datos técnicos, económicos y de gestión que faciliten la dirección, operación, explotación y planificación de la red de distribución en cada uno de los tres niveles estructurales en que se aplica: OBE Territorial, OBE Provincial y Nivel Central incluyendo intercambio de información entre los diferentes niveles estructurales.*

### **1.3 Estructura del SIGERE**

*El Sistema es estructurado en 4 subsistemas y 38 módulos para su mejor desarrollo e implementación. La interfaz común a estos es alfanumérica y gráfica y esta última contiene representaciones esquemáticas monolineales y los datos necesarios para el soporte de un Sistema de Información Geográfico en los Subsistemas que lo necesiten, así como planos de detalles, croquis e incluso fotos de los elementos e instalaciones que lo ameriten. Permitirá igualmente la introducción paulatina de desarrollos tecnológicos relativamente recientes en los módulos que lo justifiquen tales como Sistema Información y Posicionamiento Geográfico, uso del Correo Electrónico, etc.*

*Como producto final se tendría un sistema documentado con sus correspondientes Manuales de Procedimientos y Usuarios y una revisión de la base normativa actual.*

### **1.3.1 Subsistema de Instalaciones.**

*El núcleo del Sistema lo constituye el Subsistema de Instalaciones. Una instalación es un conjunto de posiciones con una topología implícita a cada instalación que puede estar ocupada por elementos eléctricamente importantes. Las instalaciones tendrán una representación trifásica y reflejarán todos los datos y actividades necesarios para su proyección, operación, explotación y evaluación de acuerdo a los procedimientos empresariales y/o normas cubanas, o de la CEI (Comisión Electrotécnica Internacional).*

*El Subsistema incluye las instalaciones más importantes que serán desarrolladas en módulos independientes tales como Circuitos de Alumbrado, Subestaciones de Transmisión, Líneas, Subestaciones de Distribución, Transformadores de Distribución, Capacitores, Circuitos, etc. El mismo esta compuesto por:*

- 1. Nomencladores Básicos.*
- 2. Ubicación de las Instalaciones.*
- 3. Consultas e Intercambios.*
- 4. Módulo de Monolineales.*
- 5. Interfaz con el GIS.*

### **1.3.2 Subsistema de Operaciones.**

*El Subsistema de Operación incluye todo el tratamiento informático de las actividades propias del Despacho Provincial y Despachos de Distribución, Centros de Quejas y Operadores de Subestaciones en la operación de las redes de distribución. Internacionalmente este subsistema está altamente automatizado debido a la presencia de Sistemas SCADA, Sistemas de Aviso Telefónico Integrados. Esta compuesto por:*

- 1 Módulo de Control de la Red.*

- 2 *Módulo de Gestión de Incidencias.*
- 3 *Control de Apagones (Descargos).*
- 4 *Módulo de Reportes Operativos.*
- 5 *Gestión de la Calidad.*
- 6 *Atención al Cliente.*
- 7 *Lecturas.*
- 8 *Notificación de Trabajo.*

### **1.3.3 Subsistema de Explotación.**

*El Subsistema de Explotación debe ser la interfaz entre el Subsistema de Instalaciones y de otros sistemas con los técnicos que lo explotan en OBES territoriales y los diferentes Departamentos del OBE Provincial. Permitirá el procesamiento de las órdenes de trabajo, y regular los gastos que se incurren en los trabajos típicos de redes, así como garantizar el traspase de información. Debe proporcionar el acceso regulado de acuerdo al puesto de trabajo de la actualización de las diferentes instalaciones procesadas a través de los siguientes módulos: Control de Inversiones, Acciones, Consultas, Información, Pérdidas, Calidad en Servicio. El Módulo de Alumbrado Público forma parte de este subsistema. Esta compuesto por:*

- 1 *Alumbrado Público.*
- 2 *Líneas.*
- 3 *Subestaciones de Distribución.*
- 4 *Desconectivos.*
- 5 *Transformadores de Distribución.*

- 6 *Capacitores.*
- 7 *Circuitos.*
- 8 *Apoyos y Postes*
- 9 *Servicios.*
- 10 *Sistemas de Protecciones.*
- 11 *Generaciones de Distribución.*
- 12 *Subestaciones de Transmisión.*
- 13 *Medición Tecnológica.*
- 14 *Líneas de Transmisión.*

#### **1.3.4. Subsistema de Planificación.**

*El Subsistema de Planificación incluye todo los aspectos relacionados con la planificación, programación y estudios a ser usado por el personal Técnico y Dirigente de los OBES municipales, territoriales y provinciales incluyendo módulos como Normalización, Proyectos, Programación, Estudios, etc.*

La tarea de programar este sistema se le ha dado al departamento de investigación informática del OBE provincial de Sancti Spíritus al igual que se le ha dado la tarea de programar el Sistema Integral de Gestión Comercial (SIGECO) al OBE provincial. Está compuesto por:

- 1 *Estudios Generales.*
- 2 *Control de Inversiones.*
- 3 *Control de Pérdidas.*
- 4 *Proyectos de Transmisión.*

- 5 Órdenes de Trabajo Acciones.
- 6 Módulo de Programación y Control.
- 7 Estudios de desarrollo.
- 8 Control de Inversiones Mayores.
- 9 Acceso y Seguridad.
- 10 Información Gerencial.
- 11 Auditorias.

#### **1.4. El alumbrado dentro del SIGERE.**

*Nuestro trabajo se enfoca al tratamiento del alumbrado público con el objetivo de tener un control sobre estas instalaciones tan importantes para el desarrollo de la vida nocturna de nuestras ciudades, las cuales se vieron afectadas sensiblemente en los años más duros del período especial en nuestro país. Tratando de que este llegue a tener los niveles de calidad que respondan a las necesidades de la ciudadanía con eficiencia y eficacia, buscando calidad y confiabilidad.*

*Con el SIGERE logramos la actualización de estos datos a tres niveles*

*Nivel Provincial General > Subestaciones, circuitos de subtransmisión y primarios.*

*Nivel Territorial General > Bancos de Transformadores, Capacitores, Tramos de Circuitos Primarios. En este nivel se pueden introducir ya los Circuitos de Alumbrado pero sin detallar las lámparas que lo componen.*

*Nivel Territorial Detallado > En este nivel se levantan los postes y luminarias en detalles y se recorren los circuitos de alumbrados, se levanta la cartografía.*

En el SIGERE hay varios módulos que procesan el alumbrado, en el de Instalaciones se pueden introducir las características generales de los circuitos de

alumbrado (segundo nivel), e introducir los postes. El módulo de Alumbrado trata con detalle todas las acciones que se pueden hacer sobre el mismo y será explicado exhaustivamente en el Capítulo 4. En Interrupciones se pueden recoger todas las quejas que afectan estas instalaciones. En el Sistema de Información Geográfica (SIG OBE) se pueden visualizar estas instalaciones y relacionarlas con el alumbrado de diversas formas y hacer consultas sobre ellas. (Ver Capítulo 5)

# *Capítulo 2*

## **Capítulo 2: Generalidades del Alumbrado Público.**

El Alumbrado Público es un factor muy importante porque es el sustituto de la luz solar convirtiéndose en el mejor guardián cuando se pone el sol y llega la oscuridad en la noche.

El desarrollo de obras viales para servicio urbano así como de proyectos arquitectónicos y de construcción existentes traen consigo la necesidad de un gran número de instalaciones complementarias dentro de las cuales la más notable e importante es el sistema de Alumbrado Público que necesariamente forma parte del equipamiento urbano armonizando con su diseño y conjugando la estética con el confort visual uniforme y suficiente para ofrecer la sensación de seguridad personal al usuario nocturno, peatón, automovilista, comercio, parques deportivos en general; logrando así una considerable reducción en accidentes de tránsito y en índice de maltratos de la propiedad social. Además es utilizado el Alumbrado Público para fomento de las instalaciones deportivas, iluminación de parques y áreas recreativas, plazas, etc.

Para iniciar este trabajo se hizo necesario hacer una detallada revisión bibliográfica y un profundo estudio del tema. Conjuntamente con esto se efectuó un entrenamiento en la empresa eléctrica, lo que permitió materializar directamente en la práctica los conocimientos teóricos adquiridos anteriormente, así como la apreciación de los diferentes métodos y formas de operación del personal dedicado al mismo.

### **2.1 Conceptos de Alumbrado Público**

Aunque el objetivo fundamental del trabajo fue analizar la disposición eléctrica de los circuitos de alumbrado de la ciudad consideramos conveniente introducir algunos de los conceptos más comunes en materia de alumbrado público.

**Nivel de iluminación:** El nivel de iluminación indica la cantidad de luz que incide sobre la zona considerada.(lux)

**Regularidad:** Es la relación entre el punto de mínimo nivel de iluminación de un plano con el punto de nivel promedio. También se puede dar con respecto al punto de nivel máximo. En la tabla (anexo 1) se ofrece los valores de iluminación y regularidad, establecidos en las normas cubanas.

**Flujo luminoso:** Es el caudal de energía radiante que tiene la propiedad de producir una sensación visual y se evalúa según la señal luminosa que produce. Es análogo a lo que en diversas técnicas se denomina como potencia, o sea, es la energía luminosa radiada al espacio en la unidad de tiempo.

El flujo luminoso se distribuye de acuerdo al dispositivo que se utilice para la iluminación. (Lumen)

**Intensidad luminosa:** Es la densidad de flujo luminoso emitido por una fuente puntiforme en una dirección dada; se puede definir como el cociente entre el flujo emitido en una dirección y su ángulo sólido. (candela)

**Luminancia:** Es un concepto muy importante, ya que el ojo responde a niveles de luminancia, es decir, lo que vemos es la luminancia. La luminancia de un cuerpo o de una superficie en general, es el cociente entre la intensidad luminosa que la superficie emite en una dirección determinada y el área que proyecta en esa dirección.

**Rendimiento lumínico:** Sin ser un elemento de clasificación de las luminarias, el rendimiento o eficiencia es un parámetro de gran importancia para la selección de las mismas, ya que es: El cociente del flujo luminoso que sale de la luminaria, entre el flujo emitido por la lámpara. Este es un factor muy importante, ya que el usuario lo que aprecia es la luz y no la energía eléctrica consumida. (Lumen/watt)

**Estética:** Una consideración que debe hacerse el proyectista de iluminación es que la iluminación va ser vista durante un gran número de horas con luz diurna y que se juzgará por su efecto estético. El conjunto de base, columna, brazo, conductores y luminarias, forma parte del paisaje de la ciudad.

**Economía:** El concepto de economía se ha asociado con excesiva frecuencia al costo de la instalación olvidando la finalidad esencial, que es la de obtener un determinado nivel de luz con un costo mínimo, a lo largo de su vida útil. Una instalación de bajo costo inicial, que al cabo de poco tiempo presente fallos de encendido, un descenso exagerado en el nivel de iluminación, en la uniformidad u otro factor, resultará evidentemente muy cara, desde el punto de vista social y de mantenimiento.

Es preciso considerar que el costo de una instalación resulta de la suma de su costo inicial más el mantenimiento durante los años de explotación, de forma que se aseguren los resultados luminotécnicos y estéticos previstos.

## **2.2 Consideraciones para el diseño de un circuito de alumbrado**

El diseño de un circuito de alumbrado debe considerar varios aspectos, fundamentalmente el económico, el estético y lo relativo a visibilidad que es uno de los principales. La elección de la fuente de luz, la extensión de la distribución eléctrica necesaria, el tipo de poste, de brazo, y la luminaria, son factores que tienen influencia en lo económico.

Las consideraciones estéticas son el último término, resuelto al gusto del diseñador. Sin embargo un diseño estético no puede justificarse solo por su apariencia sino se ha tomado las básicas consideraciones para una buena visibilidad.

Es importante que el diseño de un sistema de iluminación sea realizado sobre la base de la información acerca del tipo de calle, zona, tránsito, incluyendo los factores que ayuden a proveer un tránsito seguro, tanto vehicular como de peatones.

Algunos de estos factores son:

- Tipos de calle y área.
- Estadísticas sobre accidentes de tránsito.

- Características de construcción de la calle.

La clasificación de calles de acuerdo a sus funciones, en lo fundamental, nivel de tráfico peatonal y vehicular, es la base sobre la cual se desarrolla las diferentes recomendaciones y normas que relacionan los tipo de calle con el nivel de iluminación requerido y la regularidad que se debe obtener.

### **2.3 Instalaciones soterradas**

Del análisis de estas instalaciones puede decirse que las mismas presentan serios problemas en lo que respecta a su construcción, por lo que es necesario eliminarlas por circuitos aéreos. Estas dificultades se encuentran fundamentalmente en los registros y tuberías. Los registros de estas instalaciones deben tener una profundidad de 90 cm como mínimo y 30 cm de gravilla en la parte inferior al mismo, de forma tal que permita el drenaje de agua, evitando las inundaciones. Estos deben tener un votante sobre el nivel del terreno de 10 cm como mínimo y deben ir respectivamente tapados.

Las tuberías deben ir instaladas a 60 cm bajo la superficie y en el trayecto de un registro a otro se sugiere que las mismas formen un arco de forma tal que no permita la acumulación de aguas en ellas.

Todas estas medidas deben de ser exigidas a los organismos constructores, no debiendo la empresa eléctrica, en ningún caso aceptar instalaciones que no cumplan con estos requisitos.

### **2.4 Tipos de Controles del Alumbrado Público.**

Podemos decir que los circuitos de alumbrado en su mayoría son alimentados por un solo elemento, o sea una sola fuente, que puede ser un transformador u otro circuito, en este caso de distribución secundaria y que sus elementos consumidores serían las lámparas, que pueden ser de diferentes tipos y potencias, conjuntamente con aquellos accesorios que de una forma u otra permiten el encendido de las mismas. Estos son:

**2.4.1 Fotorresistencia:** Componente de un circuito cuya resistencia disminuye sensiblemente al ser expuesto a la luz mientras que cuando permanece en la oscuridad total presenta una resistencia muy elevada. También recibe el nombre de resistencia dependiente de la luz (LDR).

Es un dispositivo fotodetector que modifica su resistencia eléctrica al ser expuesto a la energía luminosa. Así, por ejemplo, cuando el nivel de iluminación es de 1.000 lux, la resistencia puede ser de 130 ohmios, pero cuando el nivel de iluminación disminuye hasta 50 lux, su resistencia puede ser de 2,4 kiloohmios.

**2.4.2 Relevador electromecánico:** Este dispositivo permite la conexión de las fuentes de energía con el circuito de alumbrado accionado por el elemento de control. La operación de este dispositivo se efectúa mediante un electroimán que abre o cierra los contactos de carga.

Cuando el nivel de iluminación en la superficie del elemento sensor es bajo, la corriente a través de la bobina es lo suficientemente pequeña para mantener los contactos de carga en su posición normal. Cuando el nivel de iluminación es alto, se produce el paso de una corriente mayor a través de la bobina cuyo núcleo ejerce atracción sobre el contacto, modificando la posición de los contactos de carga.

**2.4.3 Interruptor manual:** Es aquel que permite el encendido y apagado de los circuitos de forma manual.

**2.4.4 Controles en Cascada:** Es necesario resaltar al analizar los controles de encendido por conexión en cascadas, que el encendido de uno depende de otro que a su vez depende de sí mismo o de otro que sería el circuito principal. Este tipo de conexión atenta drásticamente contra la fiabilidad del alumbrado de la ciudad, por lo que la tendencia es ir eliminándolos; tal es así que en la ciudad solo quedan dos funcionando los cuales desaparecerán. En realidad la tendencia en el mundo actual es la utilización de interruptores solares tanto a nivel de circuito como a nivel de lámpara independiente. Aunque en nuestro país, producto a la

situación económica por la que atraviesa, se hace difícil adquirir estos interruptores solares.

## **2.5 Voltaje de Alimentación**

Los circuitos de alumbrado pueden trabajar con diferentes voltajes de utilización. En el caso de nuestro país utiliza 220 V y 110 V por un hilo y por dos hilos el de 220 V y el más utilizado el de 190 V. Este voltaje es el que más se explota debido a que se pueden aprovechar los transformadores de fuerzas en los bancos trifásicos con el neutro aterrado en el center-tap del transformador de alumbrado y producen un voltaje suficiente para el funcionamiento de las lámparas de 220 V. No obstante el funcionamiento de los circuitos a voltajes menores trae consigo reducciones de consumo de potencia, eficiencia, cantidad de luz emitida y afectan a su rendimiento, aunque aumenta la vida útil de las lámparas. Por el contrario, si la lámpara es sometida a sobrevoltaje reduce su vida útil, aumentando el consumo de potencia, la eficiencia y la producción de luz de la lámpara acortando su vida útil por lo que debemos tener en cuenta, no solo las caídas de voltaje, sino también los sobrevoltaje a que son sometidos.

## **2.6 Características de las fuentes luminosas**

Las fuentes luminosas de alimentación eléctrica que se emplean en la actualidad funcionan según distintos principios, tienen diferentes aplicaciones y necesitan o no de equipos auxiliares para su operación.

### **2.6.1 Clasificación de las lámparas.**

a) Incandescentes.

a.1) Incandescentes de atmósfera inerte

b) De descarga gaseosa a alta presión.

b.1) Mercurio

b.2) Sodio a alta presión

A continuación presentaremos las principales características de cada una de estas lámparas.

**a) Incandescentes.** En las lámparas incandescentes la luz se produce por termorradiación: se calienta un cuerpo hasta una temperatura elevada, a la cual se pone incandescente, emitiendo de esta forma radiaciones electromagnéticas de diferentes longitudes de onda, como las del sol. O sea que la cantidad de luz depende de la temperatura absoluta del radiador.

Con este proceso se produce energía en forma de calor y de luz, siendo esta última el 5 % del total de energía consumida. Habitualmente poseen un filamento doble espiralado de tungsteno que se calienta hasta los 2600 / 3000 K en una atmósfera sin oxígeno.

**a.1) Incandescentes de atmósfera inerte.** (comunes). Se distinguen porque emiten una luz agradable y cálida. No necesitan equipos auxiliares para su encendido y reencendido, siendo este instantáneo.

Existe en el mercado gran variedad de formas, tamaños, potencias y colores; con y sin reflector incorporado. Su posición de funcionamiento es universal y se proveen con casquillos a rosca. La emisión luminosa decrece gradualmente en el transcurso de su vida útil, ya que el filamento se evapora parcialmente, con lo que disminuye su sección, aumenta su resistencia y además produce un ennegrecimiento del bulbo. A pesar de su corta vida útil, los costos de reposición involucrados resultan mínimos.

**Vida útil:** reducida, aproximadamente 1.000 hs; esto no excluye que algunas puedan fallar en forma prematura y otras duren más de lo especificado. Además debe considerarse que cualquier aumento de la tensión aplicada produce un gran acortamiento de su vida útil.

**Eficacia luminosa:** 8 a 20 lm/W. Esta eficiencia reducida hace necesario instalar una mayor cantidad de luminarias, con el consiguiente aporte de calor en los locales. En el encendido en frío absorben hasta 14 veces la intensidad nominal. La

influencia de la temperatura ambiente sobre el flujo luminoso es prácticamente nula.

**Aplicaciones:** por su fácil instalación y bajo costo, son las lámparas con mayor número de aplicaciones, especialmente en el hogar donde su uso aún no ha sido reemplazado por otro tipo de lámparas.

## **b) De descarga gaseosa a alta presión**

### **b.1) Mercurio con equipo auxiliar.**

En estas lámparas la descarga se produce en un tubo de cuarzo que contiene vapor de mercurio a una presión de servicio cercana a 0,98 bar. El elemento de cuarzo está rodeado por una ampolla de vidrio que tiene una capa de material fluorescente para transformar la radiación ultravioleta en luz visible. Funcionan en cualquier posición y necesitan un equipo auxiliar externo para estabilizar la descarga.

El flujo luminoso máximo es alcanzado a los 3 - 6 minutos del encendido y requieren un tiempo de enfriamiento para el reencendido.

Funcionan en cualquier posición y tienen casquillos a rosca.

**Vida útil:** Elevada: entre 12.000 hrs. y 16.000 hrs. según la potencia. Su emisión ultravioleta atrae a los insectos, lo que obliga a efectuar un mantenimiento periódico de las luminarias.

**Eficacia luminosa:** alta, entre 50 y 60 lm/W (aproximadamente 3/5 veces mayor que una lámpara incandescente de igual potencia), lo que la convierte en una lámpara de bajo consumo. En el encendido absorben hasta 1,5 veces la intensidad nominal. La influencia de la temperatura ambiente sobre el flujo luminoso es prácticamente nula.

**Aplicaciones:** los valores reducidos de reproducción cromática limitan su uso a lugares donde la exigencia en ese aspecto no sea relevante. Se aplican fundamentalmente en alumbrados de calles y naves industriales.

## **b.2) Sodio a alta presión.**

En estas lámparas la descarga se produce en un elemento interno de óxido de aluminio sinterizado que contiene vapor de sodio a una presión de servicio cercana a 0,98 bar. El elemento interno está rodeado por un recipiente de protección que sirve para estabilizar la temperatura de servicio, y en algunos casos tiene un polvo de recubrimiento para mejorar su espectro luminoso.

Para su funcionamiento requieren una impedancia limitadora y un ignitor que provea un pulso de alta tensión de encendido.

El flujo luminoso máximo se alcanza a los 5 - 6 minutos del encendido y requieren un tiempo de enfriamiento para el reencendido. Admiten cualquier posición de funcionamiento y poseen casquillos a rosca.

Vida útil muy elevada: 24.000 hs.

En el encendido absorben hasta 1,5 veces la intensidad nominal.

**Eficacia luminosa:** 90 a 130 lm/W (hasta 10 veces mayor que una lámpara incandescente de igual potencia). La influencia de la temperatura ambiente sobre el flujo luminoso es prácticamente nula.

**Aplicaciones:** alumbrado público, estacionamientos, grandes áreas, fachadas, parques, depósitos industriales.

## **2.7 Problemas del alumbrado Público.**

Desde hace tiempo existe, entre los usuarios y los técnicos, una real inquietud por mejorar las instalaciones de alumbrado. Ya no se trata tan sólo de iluminar, sino de hacerlo de la mejor forma posible. No se puede concebir una instalación sin valorar, adecuadamente, los factores de calidad, economía y estética. Las instalaciones de alumbrado público cuestan dinero, su funcionamiento mucho más

y, tampoco podemos olvidar, que las exigencias y los conocimientos del público son cada vez mayores. En este marco de calidad-precio es donde se justifica los grandes problemas que existen con el alumbrado público, por lo que esto imposibilita en todo momento y situación, una calidad aceptable y constante de su servicio. Debido a estos problemas y a la falta de información que existe actualmente, se decidió hacer un estudio y análisis de la red alumbrado público de la ciudad. Para esto se hizo un recorrido y se verificó todos los circuitos destinados a este fin, y nos entrevistamos con el personal que atiende la actividad decretándose los siguientes problemas.

**El bajo voltaje de los circuitos.** Esto se debe a las grandes longitudes de los circuitos, que tiene como efecto grandes caídas de voltaje y pérdidas de potencia activa, por lo que presentan un bajo nivel de iluminación.

**Sobrecarga en el transformador.** La mayoría de los circuitos de alumbrado se alimentan de bancos de transformadores (delta abierta o delta cerrada), al encender y coincidir con el horario pico hace que el transformador se sobrecargue.

**Instalaciones Soterradas en mal Estado.** En estos circuitos de avenidas donde la alimentación original estaba soterrada se han ido eliminando por su mala calidad, debido a que no hay personal que atienda el mismo, estos efectos están dados por no cumplir con las normas de construcción.

**Deficiencias en las Reparaciones.** La OBE municipal no repara las líneas cuando estas se averían. En ocasiones se dilata el neutro y cortan el hilo de alumbrado, la brigada cuando cambia un poste no coloca nuevamente el brazo de alumbrado, ni la luminaria.

**Existencia de Circuitos Manuales.** Debido a la falta de elementos de control automático se han generalizado los circuitos manuales que en muchas ocasiones son encendidos por personas ajenas y esto hace que no las apaguen, trayendo consigo un mayor consumo y acortar la vida útil de las mismas. Además en

ocasiones están conectadas al transformador de un taller y al dejar encendido el circuito se sobrecarga el transformador.

**Circuitos en cascadas.** Estos circuitos están en vías de desaparición debido a su poca fiabilidad ya que si falla el circuito principal van a apagarse muchas luminarias.

**Deficiencias en los Proyectos y nuevas Obras.** Desde hace algunos años en las nuevas construcciones de línea no se instala el hilo de alumbrado, por lo que al instalar luminarias en esas zonas hay que hacerlos con controles manuales independientes, y no se le pone fotoceldas independiente por problemas de presupuesto.

Estos son algunos de los problemas más frecuentes que se encuentran en nuestro municipio de Sancti Spíritus, donde se trabaja arduamente por mejorar la calidad del servicio tan indispensable para la vida y la sociedad.

# *Capítulo 3*

## **Capítulo 3. Recorrido de campo y Programa de Cálculo de flujo General.**

### **3.1 Recorrido de campo.**

*Para iniciar este trabajo de diploma fue necesario hacer un levantamiento de todos los circuitos de alumbrado de la ciudad de Sancti Spíritus, para recopilar toda la información actualizada, con el objetivo de introducirlos en la base de datos del SIGERE y así obtener resultados para su implementación en la cartografía digital. Este levantamiento general de los circuitos de alumbrado de la ciudad se realizó por no tener información alguna acerca del mismo.*

Para la captación de los datos del recorrido se confeccionó dos modelos el primero y más importante esta formado por dos columnas, la primera es la codificación del circuito de alumbrado, poniendo como primera letra la inicial de la estructura administrativa que atiende la zona, es decir del OBE territorial, en este caso, el OBE Sancti Spíritus se representa con la letra 'S' y como segunda letra la 'A' de alumbrado, y a continuación un número asignado durante el recorrido debido a la falta de identificación existente anteriormente. El segundo modelo (anexo 2) esta dividido en cuatro partes principales (Codificación, tipo de control, datos de la luminaria y del poste.).

En la primera parte se hizo necesario codificar cada uno de los postes perteneciente al OBE Territorial Sancti-Spíritus poniendo como primera letra la 'S' de Sancti Spíritus y como segunda la 'P' de poste, seguido por un número consecutivo para dicho OBE, siendo este número único para cada poste, o sea, que no se repite en ninguno de los otros que existen en la sucursal. Es necesario resaltar que esto se hizo con los postes no codificado porque en su gran mayoría estaban ya con su código en el plano cartográfico 1:2000. En la siguiente columna se ubicó el código del circuito de alumbrado del primer modelo. En la tercera, cuarta y quinta columna se ubicó el tipo de control de alumbrado con el siguiente orden (Manual, Fococelda Independiente, Control Automático por Fococelda). En la sexta, séptima, octava y novena columna perteneciente a los datos de la luminaria (potencia, tipo, voltaje, fabricante) respectivamente. Y en las últimas dos columnas material y altura (en pie) del poste.

El recorrido tuvo un orden predeterminado para llevar un control tanto de las zonas recorridas como de los postes enumerados, se recorrieron primero las calles que tuvieran como orientación Norte-Sur y posteriormente con el sentido Este-Oeste, evitando así la doble codificación de los postes.

Este recorrido tuvo un tiempo de duración aproximadamente de dos meses y quince días, debido a que el mismo era muy extenso por ser toda la ciudad. Otra causa que incidió en el tiempo del levantamiento fue la desorganización en las acometidas del poste.

Durante el recorrido se recogieron algunas imprecisiones como postes en muy mal estado, los cuales tienen instaladas líneas de subtransmisión, líneas de distribución primaria y secundaria, así como luminarias lo que representa un gran peligro para la población.

Se encontró luminarias por encima de árboles frondosos reduciendo el nivel de iluminación. Ejemplo: Avenida de los Mártires y Avenida 26 de julio.

Se detectó luminarias encendidas a las 10.00 AM, provocando un mayor consumo, así como acortar la vida útil de la misma.

### **3.2 Programa de Cálculo de flujo General.**

Este programa permite un mejor análisis y tratamiento de los circuitos radiales, base fundamental de la distribución eléctrica de nuestro país y de la mayor parte del mundo.

Este programa se aplica exitosamente desde 1990 en la OBE de Sancti Spíritus al permitir el análisis y estudios de varios circuitos de subtransmisión, distribución primaria y secundaria y circuitos de alumbrado, al mismo tiempo permite desarrollar en pocos minutos análisis de reconfiguración de circuitos, que es la opción más económica y rentable de todas las posibles para la disminución de pérdidas en los circuitos eléctricos.

Además nos da posibilidad, de realizar corridas a circuitos de alumbrado,

dándonos a conocer entre sus resultados, la potencia activa y reactiva instalada, las pérdidas, las caídas de voltaje en cada nodo, la corriente por cada tramo, el ángulo de defasaje, entre otras.

Para trabajar con el programa antes mencionado, fue necesario hacer ficheros con todos los circuitos levantados de la ciudad, dando la posibilidad, no existente anteriormente, de constar con una base de datos. El mismo utiliza una forma poco usual para nombrar los nodos, al emplear una secuencia de letras mayúsculas, minúsculas y dígitos, el cual permite crear y modificar fácilmente los ficheros.

Nodo: Definimos como nodo el elemento básico del circuito siguiendo lo tradicionalmente establecido por la teoría. En el caso del alumbrado público fue considerado como nodo un poste.

En el caso específico del alumbrado se solicitan los siguientes datos:

- Dirección del nodo.
- Código del poste.
- Calibre del conductor.
- Distancia entre los nodos.
- Tipo de luminaria.
- Cantidad de luminaria por poste.
- Potencia de la misma.

El programa considera internamente el factor de potencia y la resistencia interna del balastro de una forma aproximada para cada tipo de lámpara de descarga.

Una vez creado los ficheros se pasó a la corrida de los mismos, exportando los ficheros básicos y resultados, el de nodos y tramos para la base de datos del SIGERE, lo que permite que cada usuario del sistema tenga acceso a los datos

resúmenes de cada circuito e incluso a los datos detallados de cada nodo. Adicionalmente se pueden mostrar estos datos en forma gráfica en la Cartografía Digital, incluso la versión actual del SIGOBE es capaz de dibujar automáticamente los circuitos a partir de la información de los nodos y los tramos que los conectan.

### **3.3 Análisis del flujo de carga de circuitos.**

Una vez introducidos en el programa los 82 circuitos de alumbrado por toda la ciudad, se corrieron en el programa para analizar los flujos, dándonos a conocer entre sus resultados, la potencia instalada, las pérdidas, el porcentaje de pérdidas de potencia y las caídas de voltaje en cada nodo. Los circuitos se analizaron detalladamente uno por uno para ver cuales eran los de mayores problemas, teniendo como punto de partida las caídas de voltaje y el porcentaje de pérdidas de potencia activa.

Para clasificar a los circuitos de alumbrado en dependencia de su caída de voltaje, se establecen los siguientes rangos de porcentaje de caída de voltaje.

- (0 - 3) % muy buenos
- (>3 - 5) % buenos
- (>5 - 7) % regulares
- (>7 - 10) % malos
- (> 10) % muy malos

Respecto a las pérdidas de potencia activa se clasifica de la siguiente forma:

- (0 - 5) %buenos
- (>5 - 10) % regulares
- (> 10) % malos

Los resultados de las corridas de los circuitos se pueden ver en el anexo 3, en el mismo se puede apreciar la influencia de los problemas mencionados en el capítulo 2, que influyen en las caídas de voltaje y las pérdidas de potencia activa.

Al analizar los circuitos, teniendo en cuenta las caídas de voltaje, podemos observar que la situación de los mismos en su gran mayoría es poco problemática, o sea las caídas en sentido general son aceptables. Según los resultados obtenidos 48 de los circuitos son muy buenos, 12 buenos, 6 regulares, 7 malos y 4 muy malos.

Al analizar el porcentaje de las pérdidas de potencia obtuvimos los siguientes resultados, solamente 2 circuitos malos, 7 regulares y el resto buenos. En resumen si valoramos de forma general los circuitos desde el punto de vista de pérdidas la afectación es pequeña. Aquí nos detuvimos a observar que los 2 circuitos malos del porcentaje de pérdidas coinciden con los muy malos de las caídas de voltaje, esto se debe en su gran mayoría a la longitud de los mismos.

### **3.4 Análisis técnico–económico, con el objetivo de mejorar el circuito.**

A la hora de seleccionar las variantes técnicas, debemos tener como primer criterio su efectividad económica; para ello es necesario tener presente a cuánto ascienden las inversiones a realizar y el valor de los gastos anuales de explotación y mantenimiento. El método a utilizar “Análisis de Beneficio y Costo” (ABC) para la evaluación de proyectos.

Este análisis tiene tres criterios fundamentales.

1. TIR: Tasa interna de retorno.
2. VAN: Valor actual neto.
3. B/C: Relación beneficio-costos.

A continuación se definen los criterios antes mencionados.

**Valor actual:**

-Valor actual de los costos (VAC).

$$VAC = \sum_{i=0}^n \frac{Ci}{(1+r)^i}$$

-Valor actual de los beneficios (VAB).

$$VAB = \sum_{i=0}^n \frac{Bi}{(1+r)^i}$$

donde:

Bi: Ingresos del año i.

Ci: Egresos del año i.

r: Tasa de descuento.

n: Años de vida útil del proyecto.

**Valor actual neto del proyecto (VAN):** Es el resultado de la diferencia entre los beneficios, afectados por la tasa de descuento, a lo largo de la vida útil del proyecto y costos totales de inversión.

$$VAN = VAB - VAC$$

**Tasa de descuento:** Refleja la pérdida de valor que a través del tiempo sufre la utilidad obtenida de una unidad de inversión adicional. La tasa de descuento es igual a la tasa de interés del empréstito, esta oscila entre un 10 y un 12%.

**Costo de inversión:** Los costos de inversión se establecen de acuerdo con las características del proyecto, definidas según previos estudios técnicos. Puede tratarse de inversiones para instalaciones nuevas o de inversiones para ampliar o mejorar instalaciones ya existentes, con el fin de reducir costos o incrementar beneficios.

**Tasa interna de retorno:** Se define como aquella tasa de descuento que reduce a cero el valor actual neto. En términos económicos, la TIR representa el porcentaje o tasa de interés que se gana sobre el saldo no recuperado de una inversión, de forma tal que al finalizar el período de evaluación o vida útil, el saldo no recuperado sea igual a cero. El saldo no recuperado de la inversión en cualquier punto del tiempo de la vida del proyecto es la fracción de la inversión original que aún permanece sin recuperar en ese momento.

Teniendo en cuenta cada uno de estos términos, se pasará a describir los pasos a seguir para llevar a cabo la evaluación económica.

1. Cuantificación del valor actual de la inversión (VAC).
2. Cuantificación de los beneficios, año a año, y determinación del valor actual de los beneficios (VAB).
3. Cálculo del valor actual neto del proyecto (VAN).
4. Tasa interna de retorno.
5. Relación beneficio-costos.

Los componentes necesarios para realizar una mejora en los circuitos de alumbrado, están en dependencia de lo que se quiere hacer; puede ser un transformador, cable, fotocelda, relevador.

#### **Indicadores para el cálculo de los beneficios.**

1. Indicadores para evaluar el ahorro de energía.

$P_1$ : Pérdida de potencia activa en el circuito sin mejora.

$P_2$ : Pérdida de potencia activa en el circuito con mejora.

Correspondientemente:

$$E_1 = P_1 h \text{ (kWh.)}$$

$$E_2 = P_2 h \text{ (kWh)}$$

donde:

$E_1$ : Pérdidas de energía en el circuito sin mejora.

$E_2$ : Pérdidas de energía en el circuito con mejora.

Si llamamos:

$P$ : Reducción de pérdidas de potencia.

$E$ : Reducción de pérdidas de energía.

$$P = P_1 - P_2 \quad P_1 > P_2$$

$$E = (P_1 - P_2)h$$

$h$ : Horas equivalentes (3800-4000)

Utilizaremos 3800h para ser conservadores a la hora de hacer la evaluación económica.

Factores para determinar el beneficio por reducción de pérdidas de energía.

$$Frpe = \frac{Ce \cdot C}{(1 - Fi)(1 - Fpt)(1 - Fpd')}$$

donde:

Ce : Consumo específico de la planta.

C : Costo de combustible (130USD/T)

Consumo específico: 300g/Kwh.

F<sub>i</sub> : Factor de insumo (7.5%).

F<sub>r</sub> : Factor de reserva (20%).

F<sub>pt</sub> : Factor de pérdidas en la transmisión (7%).

F<sub>pd</sub> : Factor de pérdidas en distribución (17%)

Factor de liberación de capacidad en redes: 0.1675 MUSD/KW.

Indicadores de operación y mantenimiento: (2 – 5% del costo de la inversión).

Con este valor evaluamos el primer beneficio.

Beneficios por reducción del consumo de combustible (B).

$$B = E \cdot Frpe$$

2. Beneficios por reducción de pérdidas de potencia.

a) Liberación de capacidad en las plantas generadoras.

$$F_{LCP} = \frac{600 \text{ USD/kW}}{(1 - Fr)(1 - Fi)(1 - Fpt)(1 - Fpd')}$$

600 USD/KW: Costo por kW instalado de la planta marginal.

Este beneficio producido por el desplazamiento de la inversión por la mejora, no es inmediato.

b) Valor del beneficio anualizado por la liberación de capacidad generadora.

$$B = F_{LCP} P F_{RC}$$

$F_{RC}$  : Factor de recuperación del capital, puesto que los beneficios son analizados y se pone en todos los años de vida útil del proyecto.

$$F_{RC} = \frac{(1+r)^n \cdot r}{(1+r)^n - 1}$$

donde:

$r$  : Tasa de descuento 12%.

$n$  : Tiempo de vida útil de la mejora (10 años).

c) Beneficios por liberación de capacidad en redes.

La fórmula tiene en cuenta el valor en dólares que se va a invertir en la distribución y se coloca año a año.

$$F_{LCR} = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{Cdist}{(1+r)^i}}{\sum_{i=1}^n \frac{MW}{(1+r)^i}}$$

Entonces, el costo de los beneficios anualizados por liberación de capacidad en redes será:

$$B = F_{RC} F_{LCR} P$$

Para que el proyecto sea económicamente ventajoso, es necesario que se cumpla el siguiente requisito:

$$VAN > 0$$

A la hora de determinar cuál es la variante más ventajosa se comparan sus VANs, y la que tenga el mayor VAN es la mejor.

Es necesario destacar que para realizar estos cálculos manualmente se hace un poco engorroso, por lo que para lograr mayor velocidad eficiencia y exactitud se utilizó un programa de Excel realizado por la OBEP, donde solamente es necesario introducirle los valores del costo de inversión y la reducción de pérdidas de potencia para cada año de vida útil, obteniéndose automáticamente los valores VAN, TIR, B/C.

En el siguiente epígrafe se proponen variantes de solución a los circuito SA 66 y SA 101 por ser estos los de peor de comportamiento. Debemos destacar que son los de peor situación en cuanto a caída de voltaje y porcentaje de pérdidas de potencia activa.

### **3.5 Variantes para mejorar el servicio del circuito**

Este circuito que presenta problema se le puede proponer algunas variantes técnicas con el objetivo de mejorar la calidad de su servicio, tratando de lograr que el porcentaje de las caídas de voltaje y de las pérdidas de potencia activa se encuentren en el rango de (0 - 5) %.

Algunas de las variantes son:

- Ubicar el transformador en el centro de carga.
- Poner transformadores exclusivos de alumbrado a los circuitos.
- Dividir el circuito en dos o más.
- Cambiar el calibre del conductor en el hilo de alumbrado en una parte o en todo el circuito.
- Traspaso de carga de un circuito a otro.

Dentro del cambio del conductor se tiene diversas opciones, debido a la gran variedad de calibres existentes.

#### **3.5.1 Análisis del circuito SA 66.**

*Este circuito está alimentado por el banco de transformadores SB351, donde los nodos de más bajo voltaje son de (150V), y el porcentaje de pérdidas de potencia activa es de 15.57% y se encuentra a una distancia de 455m del control de encendido, posee un conductor de cobre #6 AWG en toda su extensión, tiene 38 lámparas, su potencia total demandada es de 10.8 KW.*

### **Solución.**

#### **Variante 1.**

Dividir el circuito en dos partes hasta el nodo b8 (sp 5311), teniendo como fuente la misma que poseía anteriormente.

- Y el resto del circuito alimentarlo del banco de transformadores SB542.
- Cambio de calibre a los dos circuitos.

### **Resultados.**

Con esta variante se obtiene una notable mejoría observándose que tanto las caídas de voltaje como las pérdidas de potencia se encuentran por debajo del 5%.

Para realizar esta mejora es necesario la utilización de 583 m de cobre #4 AWG, 10 m de cable de acometida 2/6, con un costo total de inversión de 237.35 USD obteniendo los resultados siguientes, un VAN=1746 USD una TIR=188.5% y un B/C=9.5, este proyecto permite ver los beneficios en menos de 10 años.

#### **Variante 2.**

- Traspasar carga de este circuito para el circuito SA9.
- Dividir el circuito por el nodo b4.

### **Resultados.**

Con esta variante se reducen considerablemente las caídas de voltaje y las pérdidas de potencia, llevándolas a menos del 5 %.

Para la ejecución de esta mejora se necesitó 250 m de cobre #6 AWG, 35 m de

cable de acometida, con un costo de inversión de 156.05 USD, obteniéndose un VAN=1778 USD una TIR=281.1 % y un B/C=14.1 permitiendo ver los beneficios en menos de 10 años.

### **Variante 3.**

- Cambiar el transformador por uno exclusivo de alumbrado y ubicarlo en el centro de carga. (nodo b4)
- Traspasar carga de este circuito para el SA9.

### **Resultados.**

En este se observa que las caídas de voltaje y las pérdidas de potencia se reducen por debajo del 5 %.

Necesitando para esta mejora un transformador de 15 KV con voltaje primario de 7.6 KV y 120/240 V por secundario, 1 pararrayos, 1 varilla a tierra, 1 grampa de varilla a tierra, 1 drop out. El costo de inversión asciende a 795.55 USD, con un VAN=1146 USD una TIR=52.1 % y un B/C=2.7. En este proyecto podemos ver los beneficios antes del 10 años.

### **3.5.2 Análisis del circuito SA101.**

Este circuito alimentado por un banco de transformadores ubicado fuera del centro de carga, donde el nodo de más bajo voltaje presenta (162 V) a una distancia de 720 m, el circuito posee en toda su extensión un conductor de cobre #6 AWG y pérdidas de potencia de 10,92 %, tiene 29 lámparas, su potencia total demandada es de 5.03 KW.

### **Solución.**

#### **Variante 1.**

- Ubicar un transformador exclusivo de alumbrado en el (nodo e).

## **Resultados.**

En esta variante se logró reducir el porcentaje de pérdidas de potencia y las caídas de voltaje por debajo del 5%.

Para la ejecución de esta mejora se requiere de los siguientes materiales: 10 m de cable de acometida, un transformador de 10 KV con voltaje primario de 2.4 KV y 120/240 V por secundario, 1 pararrayos, 1 varilla a tierra, 1 grapa de varilla a tierra, 1 drop out, para realizar este proyecto se necesitó un costo de inversión de 705 USD, obteniéndose los siguientes resultados, un VAN=705 USD, una TIR=9.9%, B/C=0.8. Este proyecto no es factible por tener un VAN negativo; lo que quiere decir que no es económico hacer esta inversión para mejorar el circuito.

## **Variante 2.**

- Cambiar calibre existente en el circuito por cobre #2 AWG desde (0-h) y por cobre #4 AWG del nodo g al gH y del nodo gH1 al gHa.

## **Resultados.**

Con el cambio de calibre al conductor se logró reducir el porcentaje de las pérdidas de potencia y las elevadas caídas de voltaje por debajo del 5%.

Para la realización de esta mejora se requiere de 375 m de cobre #2 AWG, 445 m de cobre #4 AWG. Con un costo de inversión de 333.80 USD, dando como resultado un VAN=207 USD, una TIR=32.0% y un B/C=1.7. Este proyecto permite ver los beneficios en menos de 10 años.

## **Conclusiones.**

En estos dos proyectos de los circuitos SA66 y SA101 la variante adecuada es la segunda, por cumplir con los requisitos técnicos y además por ser los de mayor VAN.

# *Capítulo 4*

## **Capítulo 4. Módulo de Alumbrado Público.**

*El alumbrado público tiene por objeto la creación de un ambiente visual nocturno que permite una visibilidad clara e identificación precisa de las personas y objetos en la vías transitadas, lo que trae consigo una reducción del riesgo de accidentes de vehículos y peatones durante las horas nocturnas y permite la supervisión y seguridad de las vías, permitiendo además una mayor y más fácil utilización de los servicios y usos existentes.*

La búsqueda de soluciones a la constante problemática que supone el mantenimiento y control de una instalación tan diversa y compleja como la del alumbrado público y que influye de forma tan decisiva en la calidad de vida de una población, lleva al desarrollo del módulo de alumbrado público.

Este módulo permite la digitalización del control de alumbrado público caracterizado por una flexibilidad tal, que le hace adaptable a las necesidades que el usuario plantee en cada momento, permitiendo la gestión de instalaciones de todo tipo. Mejorando la calidad y el control exhaustivo de la explotación, mejorando la imagen de servicio.

### **4.1 Objetivos del Módulo de Alumbrado Público**

El presente sistema tiene como objetivo fundamental lograr un control en la existencia y explotación de los elementos que integran estas instalaciones. Este trabajo se encuentra integrado al Sistema Integral de Gestión de la Redes (SIGERE), desarrollado por la Unión Nacional Eléctrica (UNE) enmarcado en el programa de automatización e informatización llevado a cabo por nuestro ministerio, el cual conforma el módulo de alumbrado público dentro del subsistema de explotación del SIGERE.

## **4.2 Ventajas del Módulo de Alumbrado Público**

- Permite la monitorización del funcionamiento de todas las instalaciones por lo que la detección de averías se realiza de forma rápida y eficaz, facilitando las tareas de mantenimiento y reparación.
- Realiza una gestión eficaz del alumbrado, pudiendo fijar los controles de encendido y apagado de la instalaciones de cada circuito.
- Facilita la realización de las tareas de interrupción de la red de alumbrado al disponer en el puesto de operación de toda la información sobre el circuito.
- La mejora global del servicio de alumbrado público, lleva consigo una mayor seguridad ciudadana, un incremento del uso de los espacios públicos y por tanto una mayor calidad de vida del ciudadano, haciendo la ciudad más cómoda y confortable.
- Mantener un control sobre el resto de los elementos que configuran la instalación desde el puesto de operación.
- Permite tener actualizados los reportes de las luminarias, así como las reposiciones.
- Permite hacer análisis de los ciclos de vida de las lámparas y en un futuro poder decir que fabricantes son los más ventajosos.

## **4.3 Trabajo con el Módulo de Alumbrado**

Para propiciar una mejor organización para el usuario en el trabajo con este módulo el menú principal cuenta con 6 submenús donde tenemos los siguientes:

- Archivos.
- Instalaciones.

- Acciones.
- Reportes.
- Cartografía.
- Ayuda.

También contiene una barra de acceso directo dirigida a los elementos que contienen estos submenús, la cual esta estructurada en el mismo orden que aparece en el menú principal. Estos accesos directos se pueden ocultar según el gusto del usuario utilizando la barra de herramientas auxiliar para que el usuario tenga la posibilidad de chequear (visible) o deschequear (oculto) los accesos directos correspondientes a algún submenú.

#### **4.3.1 Submenú Archivo.**

En este submenú encontraremos la opción "Salir", la misma permite cerrar la aplicación completamente para dejar de trabajar en el programa, también lo podremos lograr con la tecla Escape (Esc) existente en nuestro teclado. Otra opción que presenta el submenú es cambiar clave.

#### **4.3.2 Submenú Instalaciones.**

Este submenú es el más importante de todos los del módulo, pues podemos trabajar con los elementos e instalaciones que conforman el sistema de alumbrado público, las instalaciones que incluimos son:

1. Circuitos de alumbrado: Podemos ir directamente a esta pantalla a través de la combinación de teclas "Ctrl+A".
2. Postes: Podemos ir directamente a esta pantalla a través de la combinación de teclas "Ctrl+P".

3. Datos de luminarias: Podemos ir directamente a esta pantalla a través de la combinación de teclas "Ctrl+L".

### **Circuitos de Alumbrado.**

De todas las opciones la primera en utilizarse fue esta, por su gran importancia ya que la misma nos habilita la pantalla donde se introducen los datos de este tipo de instalación con algunas opciones más. En esta pantalla se introducen los llamados "Datos Básicos" como son:

- Código del Circuito: Se introduce el código correspondiente al circuito de alumbrado.
- Voltaje Nominal: Como se indica se introduce el voltaje nominal del circuito en volt.
- Longitud: Se introduce una longitud aproximada del circuito en kilómetros.
- Tipo de control: Aquí se debe marcar el tipo de control que tenga el circuito.
- Tipo de alimentación: Aquí se debe marcar si se alimenta de un transformador exclusivo de alumbrado o de un circuito secundario.
- Dirección del control del encendido: Aquí se introduce el código del poste, la dirección, la sucursal a la que pertenece, el barrio o pueblo.

La pantalla de circuitos de alumbrado es la siguiente:

Como información adicional tenemos:

- Datos de las Luminarias: Este habilita una pantalla donde se visualizan la cantidad de luminarias y sus datos del circuito en cuestión.
- Datos Básicos y Resultados. Permiten analizar los datos consultantes de una exportación de programa de flujo, tal como se explicó en el capítulo 3.
- Esquema Monolineales. Datos de un monolineal importado desde el módulo de instalaciones.

Pantalla de las luminarias que componen el circuito.

CodLuminaria	TipoLuminaria	Potencia	Estado Operativo	Instalada	Calle	Número	Entre
SL9002	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9003	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9004	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9005	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9006	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9007	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9008	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9009	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9010	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9011A	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital
SL9011B	Sodio AP	150	En Operación	05/06/2004	Hospital Provincial		Hospital

## Postes.

Esta opción tiene como objetivo principal recoger todos los datos necesarios de los postes y las instalaciones eléctricas que estén apoyadas sobre los mismos para facilitar las búsquedas de estas. Los datos que tomamos son:

- Código: Se introduce el código correspondiente al poste.
- Dirección: En esta dirección debe introducirse la calle, entrecalles y número correspondiente a la casa que se encuentra frente al poste. Es preciso destacar que la calle y las entrecalles se deben introducir primero por el módulo de instalaciones correspondiente a la opción "Callejero", nomenciando así las calles para evitar nombres diferentes y facilitar las búsquedas de las mismas.
- Altura: Tomamos la altura en pies.
- Material: Aquí se introduce el material con que esta fabricado él.
- Sucursal: Aquí se tiene que introducir la estructura administrativa "Sucursal" donde se encuentra el poste.

- Barrio/Pueblo: Barrio o pueblo donde está ubicado.

Pantalla de poste.

Instalaciones en el Poste	
Tipo Instalacion	Codigo
Circuito de Alumbrad	sa87
Luminarias	SL9110

### Datos de Luminarias.

En esta opción podemos introducir los datos fundamentales de las luminarias que existen en nuestro sistema de alumbrado público, los datos que se recogen son los siguientes:

- Código de la luminaria: Este código se conforma por dos letras y un número consecutivo, la primera letra se refiere al municipio donde se esté trabajando, en nuestro caso "S" de Sancti Spíritus y la segunda letra "L" de luminaria y el número a continuación, aquí se tomó como acuerdo que debe ser el mismo número del poste. Ejemplo: SP460 la SL460.

En caso que el poste tenga dos luminarias se llegó al acuerdo de codificarla de la misma forma, pero seguidamente al número ponerle la letra " A " y a la otra luminaria con letra "B". Ejemplo SP460 la SL460A y SL460B.

- Fecha de Instalación: Se actualiza la fecha que se instaló la luminaria, el cual ayudará a tener un control de uso de estas instalaciones.

- Tipo, Potencia y Fabricante: Aquí se introducen los datos de cada una de las luminarias en específico. Es necesario destacar que aquí no se tenía el fabricante de la luminaria de sodio Gewess (Italia), introduciéndose en el módulo instalaciones en la opción fabricantes.
- Conexión: Se puntualiza el tipo de circuito que alimenta estas instalaciones especificando el circuito al que está conectado, estos circuitos aparecen de acuerdo a los que se tengan definidos en la base de datos.
- Alimentación: Se especifica la manera en que se alimenta.

Pantalla de las luminarias.

The screenshot shows a software window titled "Luminarias" with the following fields and options:

- Código:** SL9010
- Fecha de Instal.:** 05/06/2004
- Tipo:** Sodio AP
- Potencia:** 150
- Fabricante:** Osram
- Lámparas:**
  - Fecha de Instalación:** 05/06/2004
  - Fabricante:** Osram
- Alimentación:**
  - Directa al circuito
  - Fococelda incorporada
  - Interruptor independiente
- Conexión:**
  - Circuito de alumbrado
  - Circuito de secundario
  - Codigo Circuito:** SA71

At the bottom, there is a toolbar with navigation and action icons, and three buttons: "Aceptar" (Accept), "Cancelar" (Cancel), and "Ayuda" (Help).

Una vez introducidos los datos y tener en cuenta que el código y la sucursal son imprescindibles (No Opcionales), se procede a hacer efectivos los datos, posteando en el navegador de nuestra pantalla, habilitándose posteriormente el panel de "Instalaciones sobre el Poste", ubicando todas las instalaciones sobre el poste. Después de haber entrado todos los datos salir de la pantalla por el "Aceptar".

#### **4.3.3 Submenú Acciones.**

En este submenú se recogen las acciones que se realizan sobre las instalaciones de alumbrado público, es decir, una vez que se le realice reparaciones y mantenimientos, así como reposiciones de lámparas en los circuitos, se recogen los cambios realizados en los elementos que se involucren. En este caso los datos que se recogen son los siguientes:

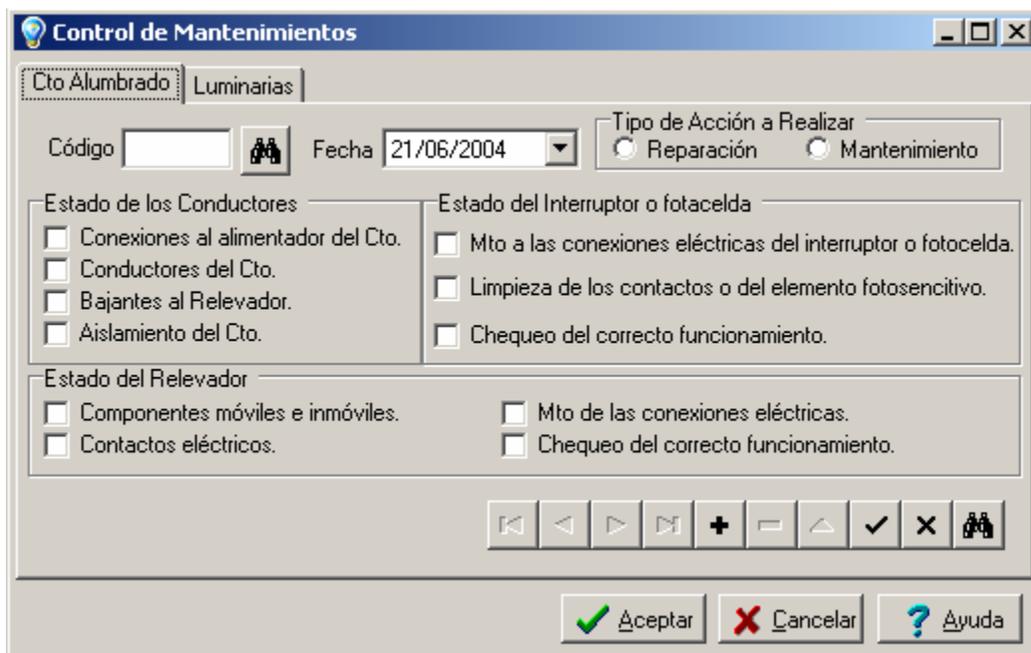
- Reparación/Mantenimiento: Se puede ir directamente a esta pantalla con la combinación de teclas "Ctrl+T".
- Reposición de Lámparas: Se puede ir directamente a esta pantalla con la combinación de teclas "Ctrl+R".

**Reparación/Mantenimiento.** En esta opción se pueden actualizar los cambios que se realizan por mantenimientos o las reparaciones de los circuitos de alumbrado y de las luminarias. Para trabajar con la parte de circuitos de alumbrado o con la de luminarias se debe marcar sobre la palabra "Cto Alumbrado" o "Luminarias" que se encuentra en la parte superior de la aplicación, por defecto saldrá en la de circuitos de alumbrado.

En cualquiera de estas opciones se deberá introducir el código de la instalación a que corresponda, la fecha en que se realizó el trabajo y el tipo de trabajo que se está realizando, después de esto se marcará al lado de los diferentes componentes para tener una información detallada del estado en que se

encuentra el circuito. Todos estos cambios siempre en dependencia del trabajo que se realiza.

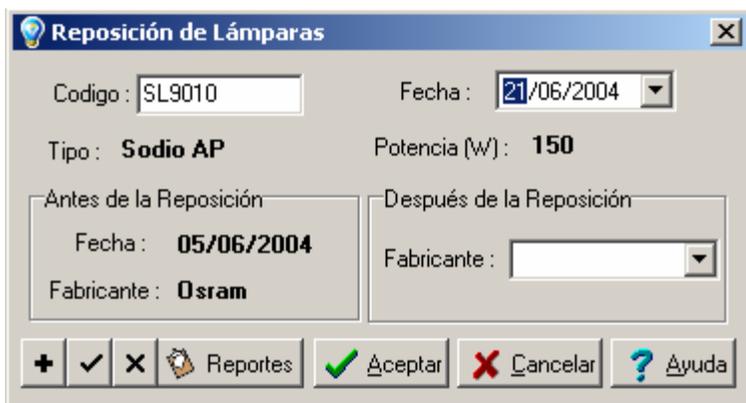
Pantalla de Reparación/Mantenimiento.



**Reposición de las lámparas:** Esta opción es de vital importancia porque permite tener un control de la vida útil de estos elementos, pues en realidad un gran número de interrupciones que se producen en el alumbrado público es por lámparas fundidas. La misma repone automáticamente las características de tipo, potencia y fabricante en las lámparas repuesta, actualizando a la vez la luminaria con el código correspondiente.

En esta opción debemos introducir el código de la luminaria que se quiere reponer y automáticamente aparecerán las características de la luminaria y la fecha en que fue instalada, el usuario debe actualizar los datos según corresponda.

Pantalla de reposición de luminarias.



Se debe señalar de manera general el funcionamiento de los botones "Aceptar" y "Cancelar" presentes en las diferentes aplicaciones. El primero es para salir de la aplicación quedando guardados en la base de datos todos los cambios efectuados pero si se sale por el botón cancelar o por la cruz de la pantalla todos los cambios realizados desde que se empezó a trabajar con esta pantalla quedarán automáticamente cancelados y no se registrarán en la base de datos. Todos estos datos fueron guardados en la base SIGERE.

#### **4.4 Estadísticas que avalan los resultados del trabajo con el Módulo de Alumbrado.**

Como resumen podemos decir que hasta el momento se han introducido 94 circuitos de alumbrado, con un total 1256 luminarias, siendo de estas 718 de mercurio, 510 de sodio y 28 incandescente. Con relación a los tipos de control 60 son manuales, 39 por control automático y existen 117 luminarias alimentadas de un circuito secundario.

Tipo	400 W	250 W	150 W	125 W	60 W
Mercurio	215	232	-	271	-
Sodio	-	325	185	-	-
Incandescente	-	-	28	-	2

Durante todo el trabajo se encontraron algunas deficiencias y errores a la hora de introducir la información entre las cuales figuran.

- En la ventana de luminaria, no salen los circuitos secundarios.
- En la ventana de poste, cuando se introduce la calle y luego la entrecalle, se pierde la vista de la calle seleccionada y en ocasiones la de la entrecalle.
- En la ventana de circuito de alumbrado, en datos de la luminaria al inspeccionar las mismas se observa que se repite cada una de ellas dos veces y también no registra la calle seleccionada, sino la de la entrecalle.

Es necesario destacar que estos cambios suceden nada más visual, es decir en la base de datos del SIGERE si se guarda bien los datos procesados.

# *Capítulo 5*

## Capítulo 5. El uso de Sistema de Información Geográfica para el Alumbrado Público.

### **5.1 Los Sistemas de Información Geográfica.**

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son sistemas computacionales cuya finalidad es la adquisición, preprocesamiento, manipulación, análisis y representación de datos georreferenciados.

Por medio de él se describen los objetos del mundo real en término de su ubicación geográfica, sus interrelaciones topológicas (componente espacial), sus atributos temáticos (componente no espacial) y el tiempo en que ocurre o se mide la característica de la realidad. (componente temporal).

Los SIG han tenido un desarrollo muy rápido fundamentalmente en esta última década del pasado siglo y primeros años del presente, este juega un importante papel en el desarrollo de la economía a nivel mundial, consisten en una serie de operaciones que comprenden el almacenamiento, procesamiento y análisis espacial de la información. Uno de los objetivos de nuestro trabajo fue la aplicación del SIG al área de alumbrado a partir de la información recopilada por este módulo, además de lograr llevar los circuitos de alumbrado a formato digital para facilitar la operación, explotación y planificación del sistema.

### **5.2 Ventajas de la utilización de un sistema de un SIG en el Alumbrado.**

A partir del estudio realizado y la información acumulada logramos la introducción del alumbrado en el SIGOBE (Sistema de Información Geográfica para la Organización Básica Eléctrica). Estas nuevas funcionalidades tienen gran aceptación por parte de los operarios del sistema dadas las facilidades que brinda. Su utilización permite una reducción de los costos operativos y mejorar la calidad del servicio al cliente, contribuyendo al aumento del control existente sobre la red de alumbrado, a la vez que facilita las operaciones de mantenimiento y reparación de estas.

Estas opciones resultan muy útiles a los despachadores, brindándoles la posibilidad no solo de acceder a la información de las luminarias y circuitos de alumbrado sino que además localiza en el mapa dicha información. Ello facilita la toma de decisiones en un momento dado, conocer el lugar de una avería y los sitios donde tiene mayor posibilidad de ocurrir un fallo de la red, entre otras posibilidades.

### **5.3 EI SIGOBE**

Antes de pasar a explicar las funcionalidades introducidas al SIGOBE es necesario comprender la estructura de este, para ello lo dividiremos en tres tópicos fundamentales:

1. Base de datos.
2. Cartografía
3. Interfaz.

#### **5.3.1 Base de datos.**

Para acceder a la información de los elementos de los circuitos de alumbrado es necesario establecer una conexión ODBC con la base de datos del SIGERE la cual se encontraba inicialmente en Paradox, emigrándose posteriormente por necesidades del SIGERE a un ambiente de base de datos Cliente-Servidor (SQL Server), el sistema funciona en máquinas donde existe una Red local.

La actualización de los datos del sistema se realiza de forma automática al efectuarse los cambios en el módulo de alumbrado. Esto ofrece al usuario la posibilidad de ver el estado real de los circuitos.

#### **5.3.2 Cartografía.**

Como parte del desarrollo de este sistema se confeccionó el proyecto, este ocuparía el área de toda la ciudad en escala 1:2000 de la ciudad de Sancti

S iritus, y las zonas suburbanas cercanas a la ciudad en escala 1:25000. Actualmente se realizan negociaciones con el Grupo Empresarial GEOCUBA a nivel nacional para lograr una oferta generalizada para todo el país. Actualmente se trabaja en un contrato donde se involucran en nuestra provincia los municipios de Sancti S iritus, Cabaiguán y Taguasco.

### **5.3.3 Interfaz.**

El sistema cuenta con una interfaz amigable, de fácil manipulación para el usuario, contando con 65 consultas específicas, además si tenemos en cuenta que el menú de búsquedas generales ofrece aproximadamente 16 combinaciones posibles para crear una consulta, optemos un aproximado de 220 opciones de búsqueda.

El SIG cuenta con 10 menú principales:

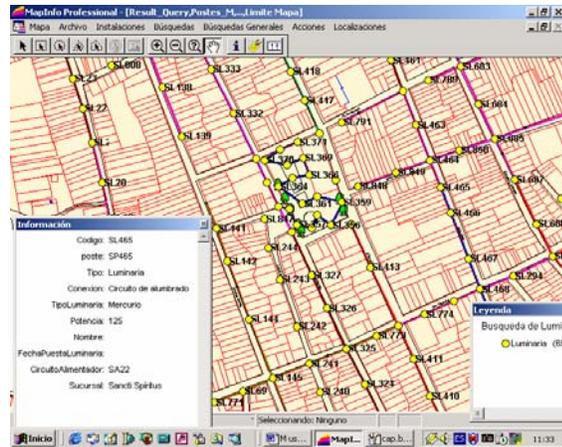
1. Instalaciones.
2. Búsquedas.
3. Búsquedas Generales.
4. Acciones.
5. Explotación.

### **5.4 Funcionalidades para el Alumbrado.**

**Módulo de Instalaciones:** Este módulo es el encargado de mostrar todas las instalaciones eléctricas. En él encontramos dos opciones relacionadas con el alumbrado:

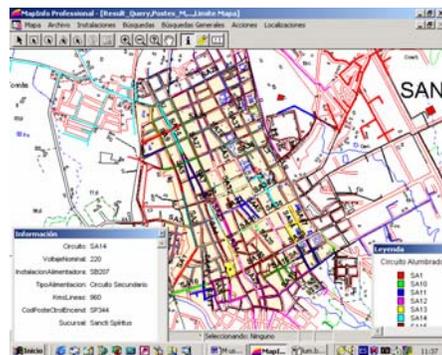
1. Luminarias: Localiza todas las luminarias mostrando en segundo plano los circuitos de alumbrado. La información que se brinda sobre las luminarias es la siguiente:

- a) Código.
- b) Poste.
- c) Conexión.
- d) Tipo.
- e) Potencia.
- f) Nombre.
- g) Fecha de Puesta.
- h) Circuito alimentador.
- i) Sucursal.



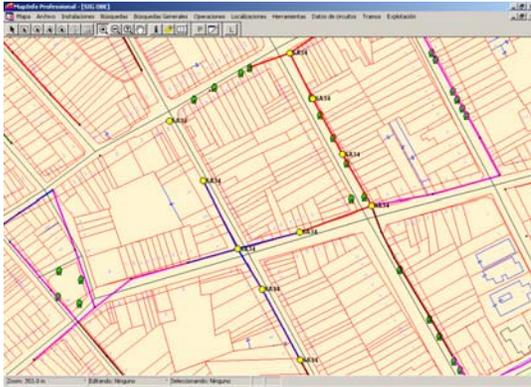
2. Circuitos de Alumbrado: Muestra todos los circuitos de alumbrado y muestra los datos Sigüientes

- a) Circuito.
- b) Voltaje Nominal.
- c) Instalación Alimentadora.
- d) Tipo de Alimentación.
- e) Kms. de Líneas.
- f) Código del Poste que tiene el control de encendido.
- g) Sucursal.



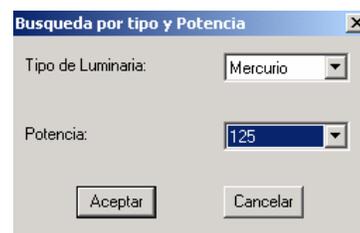
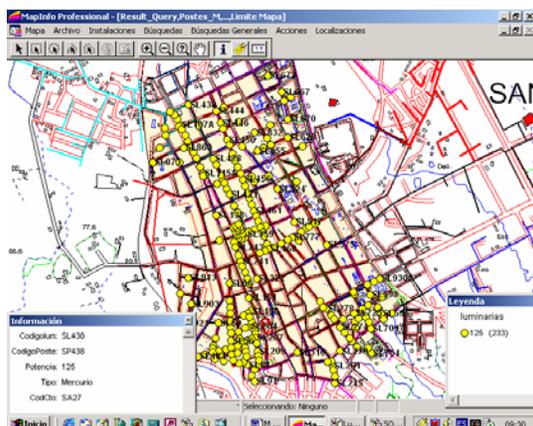
**Módulo de Búsquedas.** *A través de este se accede a informaciones usadas frecuentemente y que pueden resultar muy útiles para operar la red de alumbrado en un momento dado.*

1. Por Instalación: A partir del código de cualquier circuito es capaz de localizarla y mostrar el poste sobre la cual se ubica.



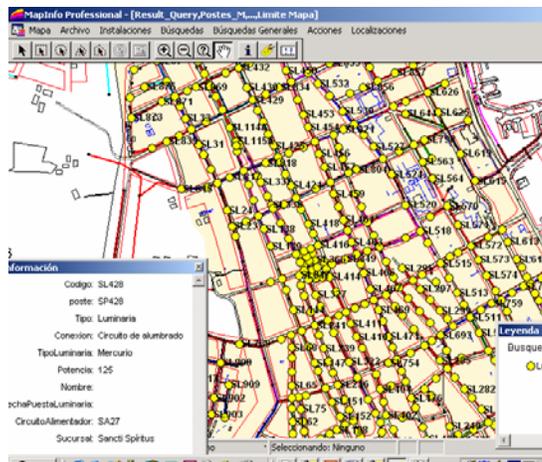
2. Luminarias por tipo y potencia: A partir del tipo y la potencia seleccionada por el usuario se localizan las luminarias que reúnen estas características aportando los siguientes datos:

- a) Código.
- b) Poste.
- c) Tipo.
- d) Potencia.
- e) Circuito.



**Módulo de Búsquedas Generales.** Mediante este módulo se puede localizar y acceder a las informaciones principales de las instalaciones que se indican en el menú. Esta búsqueda se realiza a partir de las principales características de un circuito de alumbrado. A continuación se reflejan los aspectos sobre los cuales se puede efectuar la búsqueda:

1. Luminarias:
  - a) Código.
  - b) Sucursal.
  - c) Tipo de Luminaria.
  - d) Potencia
  - e) Fabricante
  - f) Circuito
  - g) Tipo de encendido



**Módulo de Explotación:** Este menú recopila algunas búsquedas muy útiles para la operación del sistema

1. Mantenimiento de alumbrado: Muestra los circuitos que han sufrido mantenimientos. Da los siguientes datos de ellos:

a) Código del circuito.

b) Fecha.

c) Tipo de acción.

d) Conexión alimentadora.

e) Conductores.

f) Bajantes.

g) Aislamiento.

h) Componentes móviles o inmóviles.

i) Contactos eléctricos.

j) Conexión eléctrica.

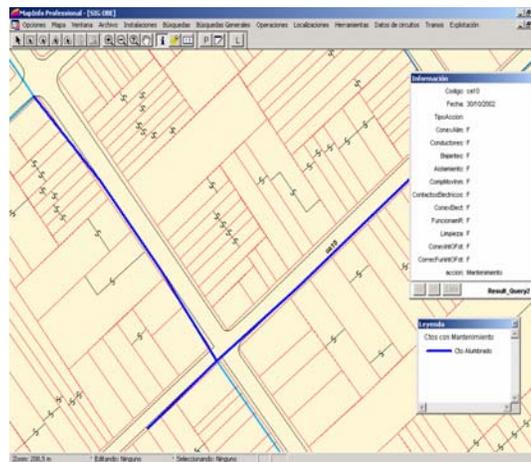
k) Funcionamiento del relevador.

l) Limpieza de contactos o elementos fotosensitivos.

m) Mantenimiento a conexiones eléctricas del interruptor o fotocelda.

n) Chequeo del correcto funcionamiento del interruptor o fotocelda.

o) Acción.



2. Ver lámparas fundidas: Muestra las lámparas fundidas. Da la siguiente información de ellas:

a) Código del circuito.

b) Código de la luminaria.

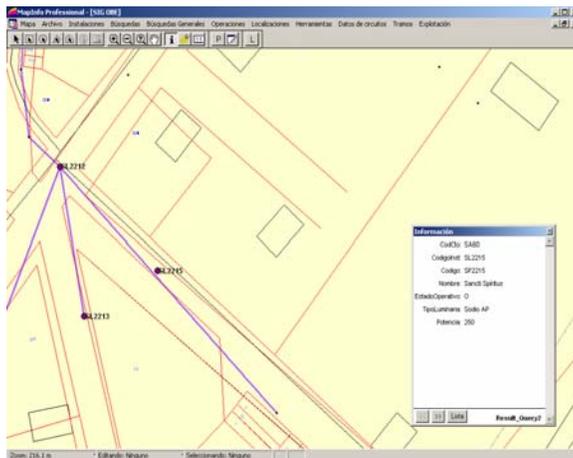
c) Código del poste.

d) Sucursal.

e) Estado operativo.

f) Tipo de luminaria.

g) Potencia.



# *Conclusiones*

## **CONCLUSIONES.**

Con este trabajo de diploma hemos logrado realizar un estudio detallado de la situación existente de las instalaciones de alumbrado público en la ciudad de Sancti Spiritus. Arrojando las siguientes conclusiones.

1. Las afectaciones por caídas de voltaje y pérdidas de potencia en su gran mayoría, están dentro del rango permisible, lo que no afecta en sentido general el buen funcionamiento de los circuitos de alumbrado. Aunque existen todavía circuitos con un comportamiento irregular, ya que estos presentan grandes caídas de voltaje y elevadas pérdidas de potencia.
2. La mayoría de estos circuitos que tienen un comportamiento irregular, tienen el transformador fuera del centro de carga y también son demasiado extensos.
3. Como solución a estos problemas se realizó la mejora a los peores de todos los circuitos, logrando resultados satisfactorios en cada una de las variantes al llevar las caídas de voltaje y las pérdidas de potencia por debajo del 5%.
4. Al analizar estos circuito desde el punto de vista técnico-económico se observó que se obtienen beneficios antes del primer año lo que nos indica claramente la importancia de este proyecto.
5. Con la implementación del modulo de alumbrado en el Sistema de Información Geográfica (SIG) permite tener ahora un control sobre las instalaciones de alumbrado, lo que facilita las operaciones de mantenimiento y reparación, así como reducir los costos de operación y mejorar la calidad del servicio al cliente.
6. De forma general podemos decir que el alumbrado público en el centro de la ciudad es bueno, no así en las zonas periféricas de la ciudad que la situación es crítica.

7. Este trabajo va servir de experiencia para todas las OBE provinciales del país, que en un futuro no muy lejano comenzarán a implementar el módulo de Alumbrado público.

# *Recomendaciones*

## **RECOMENDACIONES.**

1. Introducirle nuevas acciones al módulo de Alumbrado Público y terminar de perfeccionar los errores que presenta.
2. Concluir con el levantamiento cartográfico de los circuitos de alumbrado y recorrido de campo de la zona sur de la ciudad.
3. Revisar la cartografía por parte de Geocuba ya que existen postes mal ubicados.
4. Continuar avanzando en la implementación del Sistema de Información Geográfica (SIG) en nuestra provincia, reduciendo así los costos de operación.
5. Proyectar las mejoras a los circuitos analizados los cual tiene elevadas pérdidas de potencia por encima del 10%.
6. Las construcciones de instalaciones soterradas hacerlas por el manual para que cumpla con las normas de calidad requerida.

# *Bibliografía*

# *Anexos*