

DISEÑO Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS E  
ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA CUTB CAMPUS TERNERA

CARLOS MANUEL GONZALEZ GARCIA

CESAR AUGUSTO BUELVAS PIANETA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIAS ELÉCTRICA, ELECTRONICA Y

MECATRONICA

AREA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

CARTAGENA D.T y C

2003

DISEÑO Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS E  
ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA CUTB CAMPUS TERNERA

CARLOS MANUEL GONZALEZ GARCIA

CESAR AUGUSTO BUELVAS PIANETA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIAS ELÉCTRICA, ELECTRONICA Y

MECATRONICA

AREA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

CARTAGENA D.T y C

2003

DISEÑO Y DIRECCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS E  
ILUMINACIÓN DE LA BIBLIOTECA CUTB CAMPUS TERNERA

CARLOS MANUEL GONZALEZ GARCIA

CESAR AUGUSTO BUELVAS PIANETA

Monografía para optar al título de Ingeniero Electricista.

Director

RICARDO GOMEZ RINCON

MSEE - MSEM

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA TECNOLÓGICA DE BOLIVAR

FACULTAD DE INGENIERIAS ELÉCTRICA, ELECTRONICA Y

MECATRONICA

AREA DE INSTALACIONES ELECTRICAS

CARTAGENA D.T y C

2003

Nota de aceptación

---

Presidente del Jurado

---

Jurado

---

Jurado

Cartagena

## DEDICATORIA

Le dedico este logro a Dios, ya que sin su ayuda esto no hubiese sido posible.

A mis padres Carlos y Myriam por el apoyo y cariño recibido

A mis Hermanas Jenny, Mery, Catherine, Liliana, Zenia por desearme siempre lo mejor.

A mi novia Angélica, por su compañía en los momentos mas difíciles, y por su valiosa colaboración en la creación de este documento.

## DEDICATORIAS

Le dedico este triunfo a Dios por darme fuerza y compañía en cada momento de mi vida.

A mis padres Cesar y Celia; por todo el apoyo incondicional en mi formación como ser humano, por sus consejos y su cariño incondicional.

A mis hermanos Daniel, Isaías y Karina por su apoyo en los momentos difíciles.

A mi novia Rosa Ángela por su paciencia y cariño.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

Ing. Ricardo Gómez Rincón por su valiosa colaboración en la dirección de esta monografía.

Ing. Oscar Acuña Camacho por haber confiado en nosotros dándonos la oportunidad de realizar este proyecto.

Angélica Estruen Estrada por la colaboración incondicional en la creación de los software anexados con este documento.

Maria Elena Torres por su colaboración en la digitalización de los planos.

Profesores y directivos de la CUTB , que de una u otra forma colaboraron con el desarrollo de este proyecto.

## CONTENIDO

|              |  |    |
|--------------|--|----|
| INTRODUCCION | 18   |    |
| 1            | Diseño de sistemas de iluminación.                     | 20 |
| 1.1          | Parámetros de diseño en iluminación.                   | 22 |
| 1.1.1        | Método del Lumen.                                      | 22 |
| 1.1.1.1      | Niveles de iluminación.                                | 23 |
| 1.1.1.2      | Coeficiente de utilización.                            | 25 |
| 1.1.1.2.1    | Índice del local                                       | 26 |
| 1.1.1.2.2    | Factores o coeficientes de mantenimiento.              | 26 |
| 2            | Diseño de iluminación general para la biblioteca CUTB. | 32 |
| 2.1          | Consideraciones preliminares.                          | 32 |
| 2.2          | Diseño de iluminación para el primer piso.             | 33 |
| 2.2.1        | Zona de estudio.                                       | 33 |
| 2.2.2        | Baños.   | 34 |
| 2.2.3        | Zona de entrada.                                       | 35 |
| 2.2.4        | Zona de Estantes.                                      | 36 |
| 2.2.5        | Zona de prestamos.                                     | 36 |
| 2.2.6        | Zona estantes de libros.                               | 37 |
| 2.3          | Diseño de iluminación para el segundo piso.            | 38 |
| 2.3.1        | Zona de estudio.                                       | 38 |
| 2.3.2        | Baños.   | 39 |
| 2.3.3        | Zona informática.                                      | 40 |

|       |   |    |
|-------|---|----|
| 2.3.4 | Oficina de control.   | 41 |
| 2.4   | Diseño de iluminación para el tercer piso.                    | 41 |
| 2.4.1 | Zona A.   | 41 |
| 2.4.2 | Zona B.   | 42 |
| 2.4.3 | Baños.  | 43 |
| 2.4.4 | Zona de entrada al tercer piso, pasillo                       | 44 |
| 2.4.5 | Zona oficina C.   | 45 |
| 3     | Cálculo de las Instalaciones eléctricas para iluminación.     | 46 |
| 3.1   | Primer piso.  | 46 |
| 3.2   | Segundo piso.   | 46 |
| 3.3   | Tercer piso.  | 47 |
| 4     | Instalaciones eléctricas para tomacorrientes.                 | 48 |
| 4.1   | Consideraciones preliminares.                                 | 48 |
| 4.2   | Cálculos.   | 50 |
| 4.2.1 | Primer piso.  | 50 |
| 4.2.2 | Segundo piso.   | 51 |
| 4.2.3 | Tercer piso.  | 51 |
| 5     | Diseño de las instalaciones para aires acondicionados.        | 64 |
| 5.1   | Consideraciones preliminares.                                 | 64 |
| 5.2   | Cálculo de las instalaciones para aires acondicionados.       | 66 |
| 5.2.1 | Primer piso.  | 69 |
| 5.2.2 | Segundo piso.   | 71 |
| 5.2.3 | Tercer piso.  | 72 |
| 6     | Calculo de acometidas y barrajes para los tableros generales. | 79 |

|     |                         |    |
|-----|-------------------------|----|
| 6.1 | Conceptos preliminares. | 79 |
| 7   | Conclusiones            | 89 |
|     | Recomendaciones         | 90 |
|     | Bibliografía            | 91 |
|     | Anexos                  | 92 |

## LISTA DE TABLAS

|             |   |    |
|-------------|---|----|
| Tabla 1.1   | Niveles de iluminación recomendados.                            | 24 |
| Tabla 1.2   | Factores de mantenimiento según el tipo de luminaria            | 27 |
| Tabla 1.3   | cu para Ojos de Buey de 2×26W                                   | 28 |
| Tabla 1.4   | cu, Luminarias Troffer 2 x 40W.                                 | 29 |
| Tabla 1.5   | cu, Luminarias de 2 x 32W con persiana.                         | 30 |
| Tabla 1.6   | Coeficientes de Utilización, Luminarias Troffer 4 x 17W.        | 31 |
| Tabla 4.2.1 | Cuadro de carga Luces y Tomas del primer piso.                  | 54 |
| Tabla 4.2.2 | Cuadro de carga Luces y Tomas del segundo piso.                 | 55 |
| Tabla 4.2.3 | Cuadro de carga Luces y Tomas del tercer piso.                  | 56 |
| Tabla 4.2.4 | Cuadro de carga de tomas y luminarias para la<br>fotocopiadora. | 57 |
| Tabla 4.2.5 | Número máximo de conductores en conduit PVC Schedule<br>80      | 58 |
| Tabla 4.2.6 | Ampacidad de conductores según referencia.                      | 62 |
| Tabla 5.2.1 | Constante para cálculo de regulación de voltaje.                | 67 |
| Tabla 5.2.2 | Tipos de cables para alimentadores y ramales.                   | 68 |
| Tabla 5.2.3 | Cuadro de carga de aires acondicionados primer piso             | 74 |
| Tabla 5.2.4 | Cuadro de carga de aires acondicionados segundo piso            | 75 |
| Tabla 5.2.5 | Cuadro de carga de aires acondicionados tercer piso.            | 76 |
| Tabla 6.1   | Guía para selección de barrajes de cobre electrolítico.         | 81 |

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.1 Esquema de distribución interna para luces y tomas .                 | 53 |
| Figura 4.2 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas primer piso.    | 59 |
| Figura 4.3 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas segundo piso.   | 59 |
| Figura 4.4 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas tercer piso.    | 60 |
| Figura 4.5 Diagrama de conexiones para tablero de la fotocopidora segundo piso. | 60 |
| Figura 4.6 Diagrama unificar luces y tomacorrientes.                            | 61 |
| Figura 5.2 Configuración de tableros para aires.                                | 73 |
| Figura 5.3 Diagrama de conexiones tablero de aires primer piso                  | 77 |
| Figura 5.4 Diagrama de conexiones tablero de aires segundo piso                 | 77 |
| Figura 5.5 Diagrama de conexiones tablero de aires tercer piso                  | 78 |
| Figura 5.6 Diagrama unificar aires acondicionados.                              | 78 |

## **LISTAS DE ANEXOS**

Anexo A, Plano de Luminarias del primer piso.

Anexo B, Plano de Luminarias del segundo piso.

Anexo C, Plano de Luminarias del tercer piso.

Anexo D, Plano de Tomacorrientes del primer piso.

Anexo E, Plano de Tomacorrientes del segundo piso.

Anexo F, Plano de Tomacorrientes del tercer piso.

Anexo G, Software para diseño.

Anexo H,. Tipos de luminarias utilizadas.

## GLOSARIO

**ACOMETIDA:** Conjunto de conductores y equipos que transportan la energía eléctrica desde un sistema de suministro hasta un sistema de consumo.

**AWG:** American Wire Gauge, medidas normalizadas americanas para conductores, con secciones de conductores hasta  $107.2\text{mm}^2$  que equivalen a 4/0 o AWG 0000

**CAPACIDAD DE CORRIENTE:** Corriente máxima que puede transportar un conductor en las condiciones de uso, sin superar la temperatura nominal de servicio.

**CARGA:** La potencia eléctrica requerida para el funcionamiento de uno o varios equipos eléctricos o la potencia que transporta un circuito.

**CIRCUITO:** Camino cerrado formado por un conjunto de elementos conductores pasivos o activos o dispositivos eléctricos, alimentados por una o varias fuentes de energía.

**FASE:** Designación de un conductor, un grupo de conductores, un terminal, un devanado o cualquier otro elemento de un sistema polifásico que este energizado durante el servicio normal.

**ILUMINANCIA:** Cantidad de luz o flujo luminoso recibido sobre una unidad de superficie por segundo, se expresa en lux .

**INSTALACIÓN ELÉCTRICA:** Conjunto de aparatos eléctricos y de circuitos asociados, previstos para un fin particular: generación, transmisión, transformación, rectificación, conversión, distribución o utilización de la energía eléctrica.

**LUMINARIA:** Lámpara y aparato que distribuye, filtra o transforma la radiación luminosa y que incluye todos los elementos necesarios para fijar, proteger y conectarlas a la fuente de energía.

**NEUTRO:** Conductor puesto a tierra que puede servir de retorno de las corrientes de fase en los equipos eléctricos, en un sistema polifásico.

**NORMA:** Documento aprobado por una institución reconocida, que prevé, para un uso común y repetido, reglas, directrices o características para los diseños de productos y procesos.

**TIERRA (GROUND o EARTH):** es una conexión eléctrica. Por medio de un conductor, entre un circuito o aparato eléctrico y el subsuelo.

**TOMACORRIENTE:** dispositivo diseñado para suministrar potencia eléctrica a un equipo eléctrico o electrónico por medio de una clavija.

## RESUMEN

El objetivo de esta monografía es brindar una guía de diseño de instalaciones eléctricas internas e iluminación interna. Esta guía la desarrollamos gracias al conocimiento obtenido en el transcurso de la carrera y a la experiencia obtenida con el diseño y dirección de los trabajos eléctricos e iluminación de la biblioteca CUTB Campus de Ternera.

Con este documento estamos aportando un grano de arena a nuestra Universidad en su ánimo de conseguir mayor credibilidad académica y vocación empresarial, facilitando los medios de aprendizaje a través de los cuales los estudiantes aprendan a conocer, Hacer, y “aplicar el saber hacer”

## INTRODUCCIÓN

La vida depende de la luz. La visión solo es posible gracias a la presencia de esta; mediante ella somos capaces de comprender el medio que nos rodea y es a través de sus efectos que podemos crear y transformar los espacios para la vida privada y gregaria.

El hombre desde el comienzo de su existencia, se ha esforzado por encontrar elementos productores de luz para poder continuar sus actividades en aquellas horas en las que ya no podía recibir las radiaciones del sol.

Paralelamente, al considerar los múltiples beneficios psicológicos, fisiológicos, laborales, académicos y productivos que aporta a la actividad humana un buen sistema de iluminación, es que hemos considerado importante la divulgación de este documento.

Por otro lado los medios por los cuales se pueden satisfacer todos los requerimientos de energía, en su conjunto deben ser diseñados bajo criterios de confiabilidad, seguridad, accesibilidad. La confiabilidad de un sistema eléctrico para aires acondicionados, por ejemplo, depende en gran medida de un buen diseño, es decir en la correcta escogencia de cada uno de los

elementos de suministro de energía, así como de las protecciones asociadas a estos.

Por lo tanto el propósito principal de esta monografía es proporcionar datos y orientaciones que sirvan para formar el criterio personal y desarrollar el conocimiento en cuanto a diseño eléctrico en baja tensión se refiere.

## **1. DISEÑO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACION.**

El proceso de diseño se inicia reuniendo información de primera mano de las necesidades y problemas que se pretenden resolver.

En nuestro caso, iniciamos familiarizándonos con los planos arquitectónicos, verificando la función de zonas, localidades y recintos.

Con base en esto se procede a clasificar las zonas y recintos según los niveles de luxes recomendados en los planos de trabajo, empleando para esto las tablas de la Illuminating Engineering Society. Posteriormente se deben analizar y tener en cuenta aspectos como: las dimensiones del lugar, la reflexión de muebles, paredes y cielorrasos; esta primera parte es fundamental ya que de ella dependerá la escogencia del tipo de luminarias, la cantidad de estas y la configuración geométrica del montaje.

Las luminarias tienen una eficiencia dada en lúmenes por Watt ; Por lo tanto a la hora de suplir los niveles de iluminación recomendados se debe tratar de implementar luminarias con la mejor eficiencia y acordes al lugar.

Conociendo los watts de las lámparas y la cantidad de estas podemos determinar los circuitos necesarios, las protecciones asociadas y determinar el calibre de los conductores requeridos para un funcionamiento óptimo.

Las técnicas de iluminación pretenden conseguir una adecuada cantidad y distribución de la luz, cualquiera que sea la finalidad del lugar iluminado, de modo que se obtenga el máximo de comodidad para quienes trabajen en ese sitio.

En cuanto a nuestro diseño , se partió de los siguientes criterios:

Rendimiento o eficacia visual, confort y satisfacción visual, eficiencia energética y costos.

El primer criterio se utiliza para describir tanto la velocidad de respuesta visual como la exactitud con que captamos lo observado. El valor del rendimiento visual para la percepción de un objeto es mayor al aumentar la iluminación hasta cierto nivel.

El segundo criterio es para obtener un mayor grado de bienestar visual, con luz o sin luz del exterior (Luz ambiente).

En el tercer criterio es requisito fundamental evaluar previamente los equipos, la tecnología y los servicios disponibles, ya sea para mejorar instalaciones existentes o sistemas en vías de ejecución.

Además se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

una buena ubicación de los dispositivos de conexión y desconexión (interruptores), procurando accesibilidad, seguridad y confort; de igual manera una buena ubicación de las luminarias con el fin de aprovechar al máximo su flujo luminoso.

utilizar las fuentes luminosas mas adecuadas (energía, apariencia y color)

considerar el efecto de la luz sobre el espacio arquitectónico.

Mantener el equipo de alumbrado en buen estado.

## **1.1 PARAMETROS DE DISEÑO EN ILUMINACION**

Para el cálculo de iluminación existen diversos métodos entre los cuales están:

El método del Lumen, el método de cavidades zonales, el método de los nueve puntos, entre otros.

Para nuestro diseño empleamos el método del lumen.

### **1.1.1 METODO DEL LUMEN**

Este método determina el nivel de iluminación medio que llega a un plano horizontal en un recinto, dependiendo del coeficiente de utilización (cu), de las dimensiones del recinto, de la altura del montaje de las luminarias, de la

cantidad de luminarias, de las rutinas de mantenimiento y de las propiedades reflectantes de las diferentes superficies del recinto.

Según este método, <sup>1</sup>el nivel de iluminación en un plano esta dado por la siguiente expresión.

$$E = n \frac{F \times cu \times k}{L \times A} (lux) \quad , \text{ donde } \quad E = \text{Iluminancia plano de trabajo (Lux)}$$

n = numero de luminarias

F = flujo por cada luminaria (lúmenes)

cu = coeficiente de utilización

k = factor de mantenimiento

L = longitud del recinto

a = ancho del recinto.

#### 1.1.1.1 Niveles de iluminación

Para los niveles de iluminación de diversos locales se sugiere la siguiente tabla<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Iluminación Artificial, Procobre- México, Documento PDF

<sup>2</sup> tabla de la Illuminating Engineering Society

Tabla 1.1 Niveles de Iluminación recomendados

| <b>NIVELES DE ILUMINACIÓN RECOMENDADOS</b> |                          |                                      |                          |
|--|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
| <b>Tipo de recinto</b>                     | <b>Iluminancia (Lux)</b> | <b>Tipo de recinto</b>               | <b>Iluminancia (Lux)</b> |
| Sala de estar                              | 100                      | Pasillos Supermercados               | 500                      |
| Sala de lectura y escritura                | 500                      | Estanterías Supermercados            | 1500                     |
| Dormitorio                                 | 200                      | Zonas lácteos                        | 750                      |
| Cocina general                             | 200                      | Tocador                              | 300-500                  |
| Baño general                               | 100                      | Vestíbulo                            | 300                      |
| Baño (sobre el espejo)                     | 200                      | Recepciones                          | 500                      |
| Halls y Lobbys                             | 200                      | Consultorios médicos                 | 200                      |
| Circulaciones                              | 200                      | Mesas de examen medico               | 1000                     |
| Salas de reuniones                         | 300                      | Salas de urgencias                   | 1000                     |
| Trabajo normal de oficina                  | 400                      | Salas de Operaciones                 | 25000                    |
| Restaurantes (intimo)                      | 80 a 100                 | Ascensores                           | 150-200                  |
| Restaurantes comidas rápidas               | 300                      | Secretarias                          | 400-500                  |
| Exposiciones                               | 300-500                  | Salas de dibujo                      | 1500                     |
| Zonas de trabajo                           | 700                      | Salas de espera                      | 200-400                  |
| Bodegas con poca actividad                 | 50-100                   | Contabilidad                         | 800-1000                 |
| Lectura de Impresos                        | 300-400                  | Archivaderos                         | 800-1000                 |
| Lectura de textos lápiz                    | 700                      | Talleres de servicios (reparaciones) | 200                      |
| Salas de dibujo                            | 1000                     | Salas de ventas                      | 300                      |

Continuación de la tabla 1.1

|                        |     |                                 |     |
|------------------------|-----|---------------------------------|-----|
| Bancos                 | 500 | Oficinas en general             | 400 |
| Restaurantes (comunes) | 150 | Fabrica en general              | 300 |
| Bodegas                | 500 | Imprentas                       | 500 |
| Pasillos               | 150 | Laboratorios de instrumentación | 700 |
| Laboratorios           | 500 | Bibliotecas                     | 500 |
| Vestidores             | 100 | Salas de dibujo profesional     | 600 |

#### 1.1.1.2 Coeficiente de utilización

El flujo luminoso que logra llegar al plano de trabajo es solo una parte del flujo total emitido por la luminaria, esto se debe a diversos factores tales como la altura a la cual esta ubicada la luminaria, a las dimensiones del local, y características reflectantes de paredes y cielorraso.

Los dos primeros apartes conforman lo que se denomina índice del local, y las características de reflexión se resumen como factor de reflexión.

En conclusión la razón entre el flujo útil en el plano de trabajo y el flujo total emitido es lo que recibe el nombre de coeficiente de utilización, esto es:

$$Cu = \frac{F_{util}}{F_{total}}$$

#### 1.1.1.2.1 Índice del local

Índice del local es un factor que relaciona las dimensiones del local y la altura de montaje de la luminaria. La siguiente expresión<sup>3</sup> nos muestra de que forma aplica.

$$i = \frac{(a \times L)}{H_m(a + L)}, \text{ donde}$$

a = ancho del recinto

L = Largo del recinto

H<sub>m</sub> = Altura desde la luminaria hasta el plano de trabajo.

#### 1.1.1.2.2 Factores o coeficientes de mantenimiento

La calidad mas o menos reflectante de paredes, cielorrasos y piso del recinto a iluminar son de gran importancia en la determinación del aprovechamiento del flujo luminoso de las luminarias. Este aspecto es el denominado factor de reflexión, el cual es dato de entrada en las tablas de coeficientes de utilización.

La siguiente<sup>4</sup> es una tabla de factores de mantenimiento según el tipo de luminaria y la calidad del mantenimiento.

---

<sup>3</sup> Iluminación Artificial, Procobre- México, Documento PDF

Tabla 1.2 factores de mantenimiento según el tipo de luminaria

| Calidad del mantenimiento | Factor de mantenimiento según el tipo de luminaria |                      |                  |
|---------------------------|--|----------------------|------------------|
|                           | con acrílico                                       | tubos al descubierto | Lower parabólico |
| Bueno                     | 0.70   | 0.70                 | 0.75             |
| Regular                   | 0.65   | 0.60                 | 0.70             |
| Malo                      | 0.60   | 0.50                 | 0.65             |

Las siguientes son tablas<sup>5</sup> de coeficientes de utilización (cu) de los diversos tipos de lámparas empleadas en nuestro diseño.

A dichas tablas se entra con datos tales como el índice del local ( i ) y los factores de reflexión tanto de paredes como de techo.

---

<sup>4</sup> Iluminación Artificial, Procore- México, Documento PDF

<sup>5</sup> Iluminaciones técnicas, tablas de información técnica

Tabla 1.3 Coeficientes de Utilización para las Balas u Ojos de Buey de 2×26W

| Índice del local ( i ) | Coeficiente de utilización (cu)         |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                        | Coeficiente de reflexión del techo      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                        | 0,8                                     |      |      | 0,7  |      |      | 0,5  |      |      | 0,3  |      |      |
|                        | Coeficiente de reflexión de las paredes |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                        | 0,5                                     | 0,3  | 0,1  | 0,5  | 0,3  | 0,1  | 0,5  | 0,3  | 0,1  | 0,3  | 0,1  | 0    |
| 0,6                    | 0,39                                    | 0,35 | 0,32 | 0,38 | 0,34 | 0,32 | 0,38 | 0,34 | 0,31 | 0,33 | 0,31 | 0,3  |
| 0,8                    | 0,48                                    | 0,43 | 0,4  | 0,47 | 0,42 | 0,4  | 0,46 | 0,42 | 0,39 | 0,41 | 0,38 | 0,37 |
| 1                      | 0,53                                    | 0,49 | 0,46 | 0,52 | 0,48 | 0,45 | 0,51 | 0,47 | 0,45 | 0,46 | 0,44 | 0,41 |
| 1,25                   | 0,58                                    | 0,54 | 0,51 | 0,57 | 0,53 | 0,5  | 0,55 | 0,51 | 0,49 | 0,5  | 0,48 | 0,45 |
| 1,5                    | 0,62                                    | 0,58 | 0,54 | 0,61 | 0,57 | 0,54 | 0,58 | 0,55 | 0,52 | 0,53 | 0,51 | 0,48 |
| 2                      | 0,66                                    | 0,62 | 0,59 | 0,64 | 0,61 | 0,58 | 0,61 | 0,59 | 0,57 | 0,56 | 0,55 | 0,52 |
| 2,5                    | 0,68                                    | 0,65 | 0,63 | 0,67 | 0,64 | 0,62 | 0,64 | 0,61 | 0,6  | 0,59 | 0,57 | 0,54 |
| 3                      | 0,7                                     | 0,67 | 0,65 | 0,69 | 0,66 | 0,64 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,6  | 0,59 | 0,56 |
| 4                      | 0,72                                    | 0,7  | 0,68 | 0,7  | 0,69 | 0,67 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,61 | 0,58 |
| 5                      | 0,73                                    | 0,71 | 0,7  | 0,71 | 0,7  | 0,68 | 0,68 | 0,67 | 0,66 | 0,64 | 0,63 | 0,59 |

Tabla 1.4 Coeficientes de utilización luminarias Troffer 2 x 40W

| Índice del Local<br>(i) | Coeficiente de Utilización              |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                         | Coeficiente de reflexión del techo      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,7                                     |      |      | 0,5  |      |      | 0,3  |      |  |
|                         | Coeficiente de reflexión de las paredes |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,5                                     | 0,3  | 0,1  | 0,5  | 0,3  | 0,1  | 0,3  | 0,1  |  |
| 0,6                     | 0,31                                    | 0,25 | 0,2  | 0,28 | 0,22 | 0,18 | 0,2  | 0,16 |  |
| 0,8                     | 0,37                                    | 0,31 | 0,26 | 0,33 | 0,28 | 0,23 | 0,25 | 0,21 |  |
| 1                       | 0,45                                    | 0,39 | 0,34 | 0,4  | 0,35 | 0,31 | 0,31 | 0,28 |  |
| 1,25                    | 0,5                                     | 0,44 | 0,39 | 0,45 | 0,4  | 0,36 | 0,36 | 0,32 |  |
| 1,5                     | 0,54                                    | 0,48 | 0,44 | 0,48 | 0,44 | 0,4  | 0,3  | 0,36 |  |
| 2                       | 0,6                                     | 0,55 | 0,5  | 0,54 | 0,5  | 0,46 | 0,44 | 0,41 |  |
| 2,5                     | 0,63                                    | 0,59 | 0,55 | 0,57 | 0,53 | 0,5  | 0,48 | 0,45 |  |
| 3                       | 0,66                                    | 0,62 | 0,59 | 0,6  | 0,56 | 0,53 | 0,51 | 0,48 |  |
| 4                       | 0,7                                     | 0,66 | 0,63 | 0,63 | 0,6  | 0,58 | 0,54 | 0,52 |  |
| 5                       | 0,72                                    | 0,69 | 0,66 | 0,65 | 0,63 | 0,61 | 0,57 | 0,55 |  |

Tabla 1.5 Coeficientes de utilización luminarias 2×32W con persiana.

| Índice del Local<br>(i) | Coeficiente de Utilización (cu)         |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                         | Coeficiente de reflexión del techo      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,7                                     |      |      | 0,5  |      |      | 0,3  |      |  |
|                         | Coeficiente de reflexión de las paredes |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,5                                     | 0,3  | 0,1  | 0,5  | 0,3  | 0,1  | 0,3  | 0,1  |  |
| 0,6                     | 0,53                                    | 0,49 | 0,45 | 0,53 | 0,48 | 0,45 | 0,48 | 0,45 |  |
| 0,8                     | 0,62                                    | 0,57 | 0,54 | 0,61 | 0,57 | 0,54 | 0,55 | 0,54 |  |
| 1                       | 0,67                                    | 0,63 | 0,6  | 0,66 | 0,62 | 0,6  | 0,62 | 0,6  |  |
| 1,25                    | 0,72                                    | 0,68 | 0,65 | 0,71 | 0,67 | 0,65 | 0,67 | 0,64 |  |
| 1,5                     | 0,75                                    | 0,71 | 0,69 | 0,73 | 0,71 | 0,68 | 0,7  | 0,68 |  |
| 2                       | 0,79                                    | 0,76 | 0,74 | 0,77 | 0,75 | 0,73 | 0,74 | 0,72 |  |
| 2,5                     | 0,81                                    | 0,79 | 0,77 | 0,8  | 0,78 | 0,76 | 0,77 | 0,75 |  |
| 3                       | 0,83                                    | 0,81 | 0,79 | 0,81 | 0,8  | 0,78 | 0,78 | 0,77 |  |
| 4                       | 0,85                                    | 0,84 | 0,82 | 0,84 | 0,82 | 0,81 | 0,81 | 0,8  |  |
| 5                       | 0,86                                    | 0,85 | 0,84 | 0,85 | 0,83 | 0,82 | 0,82 | 0,81 |  |

Tabla 1.6 Coeficientes de utilización luminarias Troffer 4 x 17W

| Índice del Local<br>(i) | Coeficiente de Utilización (cu)         |      |      |      |      |      |      |      |  |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|------|------|--|
|                         | Coeficiente de reflexión del techo      |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,7                                     |      |      | 0,5  |      |      | 0,3  |      |  |
|                         | Coeficiente de reflexión de las paredes |      |      |      |      |      |      |      |  |
|                         | 0,5                                     | 0,3  | 0,1  | 0,5  | 0,3  | 0,1  | 0,3  | 0,1  |  |
| 0,6                     | 0,35                                    | 0,28 | 0,23 | 0,33 | 0,26 | 0,22 | 0,25 | 0,21 |  |
| 0,8                     | 0,42                                    | 0,35 | 0,29 | 0,39 | 0,32 | 0,28 | 0,3  | 0,26 |  |
| 1                       | 0,5                                     | 0,43 | 0,38 | 0,47 | 0,41 | 0,36 | 0,38 | 0,34 |  |
| 1,25                    | 0,56                                    | 0,49 | 0,44 | 0,52 | 0,46 | 0,42 | 0,44 | 0,4  |  |
| 1,5                     | 0,6                                     | 0,51 | 0,49 | 0,56 | 0,51 | 0,47 | 0,48 | 0,44 |  |
| 2                       | 0,66                                    | 0,61 | 0,56 | 0,62 | 0,57 | 0,53 | 0,54 | 0,51 |  |
| 2,5                     | 0,7                                     | 0,65 | 0,61 | 0,66 | 0,62 | 0,58 | 0,58 | 0,55 |  |
| 3                       | 0,73                                    | 0,69 | 0,65 | 0,69 | 0,65 | 0,62 | 0,61 | 0,58 |  |
| 4                       | 0,77                                    | 0,73 | 0,7  | 0,73 | 0,69 | 0,66 | 0,66 | 0,63 |  |
| 5                       | 0,79                                    | 0,76 | 0,73 | 0,75 | 0,72 | 0,7  | 0,68 | 0,66 |  |

## 2. DISEÑO DE ILUMINACION PARA LA BIBLIOTECA CUTB

Se realizaron los cálculos necesarios, teniendo en cuenta para el diseño, el método del lumen, explicado anteriormente.

La biblioteca esta dividida en zonas y recintos, que de acuerdo a su función requieren mas o menos luxes en el plano de trabajo.

### 2.1 CONSIDERACIONES PRELIMINARES

El método que se empleo es el método del lumen cuya formula general es:

$$E = n \frac{F \times cu \times k}{L \times A} (lux) \quad , \text{ donde } \quad E = \text{Iluminancia plano de trabajo (Lux)}$$

n = numero de lámparas

F = flujo por cada lámpara (lúmenes)

cu = coeficiente de utilización

k = factor de mantenimiento

L = longitud del recinto

a = ancho del recinto.

El Cu se obtiene en tablas dadas por el fabricante de las luminarias,

A dichas tablas se ingresa con el coeficiente de reflexión q (tanto de cielorraso como de paredes) y con el índice del local i, para obtener el Cu

El índice de local esta dado por:

$i = \frac{(a \times L)}{Hm(a + L)}$  siendo Hm. altura de la luminaria con respecto al plano de trabajo.

## 2.2 Diseño para el primer piso.

### 2.2.1 Zona de Estudio.

Como primera medida se trabajó sobre las zonas de estudio (zonas de lectura) en las cuales los estudiantes tendrían la posibilidad de leer y estudiar; en dicha zona, la ubicación de cada luminaria, el flujo luminoso (los lúmenes) requeridos de cada lámpara se establecieron partiendo de la necesidad de obtener en el plano de trabajo 600 luxes; sabiendo de antemano que lo mínimo admisible son 500 luxes.

Para dicho diseño se procedió a medir el recinto a iluminar lo cual arrojó los siguientes datos  $14 \times 6.4$  m con 1.8m de altura.

procedimos a calcular el índice del local

$$i = \frac{14 \times 6.8}{1.8 \times 20.8} = 2.54 ;$$

Por otro lado  $q$  es 0.7 para cielorraso y  $q = 0.5$  para paredes semiclaras

Con lo anterior se obtiene de tablas

$$cu = 0.725$$

factor de mantenimiento  $k = 0.5$

se debe tener en cuenta que el plano arquitectónico considera unas lámparas de cuadrículas de aluminio de 4 tubos 17W que según especificaciones del fabricante proporciona 95Lm/Watt equivalente a 6460Lm = F, por lo cual se debe determinar el numero de lámparas requeridas para obtener 600 luxes = E en el plano de trabajo.

$$n = \frac{(E \times L \times a)}{(F \times cu \times k)}$$

$$n = \frac{(600 \times 14 \times 6.8)}{(6460 \times 0.725 \times 0.5)}$$

$$n = 24.39 \sim 24 \text{ Lamp.}$$

Este calculo vale para primero y Segundo piso en la zona de estudio.

### 2.2.2 Baños

$$a = 2\text{m}$$

$$L = 5.4\text{m}$$

$$i = \frac{(2 \times 5.4)}{1.6(7.4)} = 0.91$$

q = 0.5 cielorraso y 0.5 paredes

de tablas

$$cu = 0.49$$

se cuenta arquitectónicamente con ojos de buey de 13W los cuales entregan

70 lum/watt equivalentes a 910 lumens = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.7,

procedemos a calcular n, se requiere una iluminación media de 100 luxes

$$n = \frac{(100 \times 5.4 \times 2)}{(910 \times 0.49 \times 0.7)}$$

$$n = 3.46 \sim 3$$

### 2.2.3 Para la zona de entrada

se estableció un nivel de iluminancia de 200 luxes siendo el mínimo permisible de 150 lux, pero por tratarse de una biblioteca se amplió el rango.

De igual forma se procedió:

Zona de área  $A = 42 m^2$

$$i = \frac{(7 \times 6)}{2.6(13)} = 1.24$$

$q = 0.7$  cielorraso y  $0.5$  paredes

de tablas

$cu = 0.58$

se cuenta arquitectónicamente también con ojos de buey de 52W los cuales entregan 75 lum/watt equivalentes a 3900 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k = 0.35$

procedemos a calcular n, se requiere una iluminación media de 200 luxes

$$n = \frac{(200 \times 7 \times 6)}{(3900 \times 0.58 \times 0.35)}$$

$n = 10.61 \sim 11$  escogimos once lámparas de manera de lograr una distribución uniforme.

### 2.2.4 Zona de estantería de libros zona B

Se estableció un nivel de iluminancia de 250 luxes

$$a = 9\text{m}$$

$$L = 7\text{m}$$

$$i = \frac{(9 \times 7)}{2.6(16)} = 1.51$$

$$q = 0.5 \text{ cielorraso } 0.1 \text{ paredes}$$

$$cu = 0.681$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 64W los cuales entregan 90

lum/watt equivalentes a 5760 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k = 0.5$ ,

se requiere una iluminación media de 250 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(250 \times 7 \times 9)}{(7200 \times 0.681 \times 0.3)}$$

$$n = 10.7 \sim 10$$

### 2.2.5 Zona de prestamos

En este tipo de zonas se requiere generalmente 400 luxes para que los operarios tengan una mejor visión.

En esta zona

$$L = 9\text{m}$$

$$a = 4\text{m}$$

$$i = \frac{(9 \times 4)}{1.8(13)} = 1.53$$

q = 0.7 cielorraso y 0.1 paredes.

$$cu = 0.459$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 80W los cuales entregan

95lum/watt equivalentes a 7600 lumens = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.4,

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 9 \times 4)}{(7600 \times 0.459 \times 0.4)}$$

$$n = 10.31 \sim 10$$

## **2.2.6 Estantes libros primero A segundo piso (hemeroteca)**

en este tipo de zonas se requiere generalmente 250luxes

$$L=12.5m$$

$$a=2m$$

$$i = \frac{(12.5 \times 2)}{2.6(14.5)} = 0.66$$

q = 0.7 cielorrasos 0.1 paredes

$$cu = 0.22$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 80W los cuales entregan 95lum/watt

equivalente a 7600 lumens

el coef. de mantenimiento es  $k = 0.6$ ,

se requiere una iluminación media de 250 luxes, procedemos a calcular  $n$

$$n = \frac{(250 \times 12.5 \times 2)}{(7600 \times 0.22 \times 0.5)}$$

$n = 6.23 \sim 6$  lamp.

## 2.3 Diseño para Segundo piso

### 2.3.1 Zona de estudio

De igual forma como se hizo para el primer piso se partió de la necesidad de obtener en el plano de trabajo 600 luxes.

Para dicho diseño se procedió a medir el recinto a iluminar  $14 \times 6.4$  m con 1.8m de altura.

procedimos a calcular

$$i = \frac{14 \times 6.8}{1.8 \times 20.8} = 2.54 ; \text{ por otro lado } q \text{ es } 0.7 \text{ para cielorraso paredes claras}$$

$q = 0.5$

de tablas

$cu = 0.725$

factor de mantenimiento  $k = 0.5$

se debe tener en cuenta que el plano arquitectónico considera unas lámparas de cuadrículas de aluminio de 4 tubos 17W que según especificaciones del fabricante proporciona 95Lm/Watt equivalente a 6460Lm = F, por lo cual se debe determinar el número de lámparas requeridas para obtener 600 luxes = E en el plano de trabajo

$$n = \frac{(E \times L \times a)}{(F \times cu \times k)}$$

$$n = \frac{(600 \times 14 \times 6.8)}{(6460 \times 0.725 \times 0.5)}$$

$$n = 24.39 \sim 24 \text{ Lamp}$$

Este cálculo vale para primero y Segundo piso en la zona de estudio.

### 2.3.2 Baños

$$a = 2\text{m}$$

$$L = 5.4\text{m}$$

$$i = \frac{(2 \times 5.4)}{1.6(7.4)} = 0.91$$

q = 0.5 cielorraso y 0.5 paredes

de tablas

$$cu = 0.49$$

se cuenta arquitectónicamente con ojos de buey de 13W los cuales entregan

70 lum/watt equivalentes a 910 lumens = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.7,

procedemos a calcular n, se requiere una iluminación media de 100 luxes

$$n = \frac{(100 \times 5.4 \times 2)}{(910 \times 0.49 \times 0.7)}$$

$$n = 3.46 \sim 3$$

### 2.3.3 Zona de informática y televisión

En este tipo de zonas se requiere generalmente 400luxes.

$$L=6.5m$$

$$a=8m$$

$$i = \frac{(6.5 \times 8)}{1.8 \cdot (14.5)} = 1.99$$

$$q = 0.5 \text{ y } 0.5 \text{ paredes}$$

$$cu = 0.61$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 68W los cuales entregan 95 lum/watt equivalentes a 6460 lumens = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.5,

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 6.5 \times 8)}{(6460 \times 0.61 \times 0.5)}$$

$$n = 10,55 \sim 12 \text{ para distribución geométrica}$$

### 2.3.4 oficina de control área 16m cuadrados

Zona de informática en este tipo de zonas se requiere generalmente 400luxes

En esta zona.

$$L=4m$$

$$a=4m$$

$$i = \frac{(4 \times 4)}{1.8(8)} = 1.11$$

q = 0.5 paredes claras no blancas, techo claro

$$cu = 1 - (0.5)(1.11)$$

$$cu = 0.44$$

se cuenta arquitectónicamente con ojos de buey de 52W los cuales entregan

70 lum/watt equivalentes a 3640 lumens = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.7,

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 4 \times 4)}{(3640 \times 0.44 \times 0.7)}$$

$$n = 5.65 \sim 5$$

## 2.4 Diseño Tercer piso

### 2.4.1 zona A

Zona de oficina en este tipo de zonas se requiere generalmente 400luxes

En esta zona.

$$L=7\text{m}$$

$$a=7\text{m}$$

$$i = \frac{(7 \times 7)}{1.8(14)} = 1.94$$

$$q = 0.5 \text{ y } 0.5$$

$$cu = 0.61$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 68W los cuales entregan 95 lum/watt equivalentes a 6460 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k = 0.5$ ,

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 7 \times 7)}{(6460 \times 0.61 \times 0.4)}$$

$$n = 12.4 \sim 13.$$

## 2.4.2 zona B

Zona de oficina en este tipo de zonas se requiere generalmente 400luxes

En esta zona.

$$L=14\text{m}$$

$$a=5\text{m}$$

$$i = \frac{(14 \times 5)}{1.8(19)} = 2.04$$

q = 0.5 cielorrasos y 0.5 paredes

cu = 0.62

se cuenta arquitectónicamente con luminarias de 68W los cuales entregan 95 lum/watt equivalentes a 6460 lúmenes = F

el coef. de mantenimiento es k= 0.5,

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 14 \times 5)}{(6460 \times 0.62 \times 0.5)}$$

n = 17.47 ~ 18.

### 2.4.3 Baños tercer piso

En esta zona al igual que en los baños del 1° y 2° piso se requieren 200luxes

L=1.5m

a=3.2m

$$i = \frac{(1.5 \times 3.2)}{1.6(4.7)} = 0.63$$

q = 0.5 y 0.5

cu = 0.38

se cuenta arquitectónicamente con luminarias ojo de buey de 52W los cuales entregan 75 lum/watt equivalentes a 3900 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k= 0.4$ ,

se requiere una iluminación media de 200 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(200 \times 1.5 \times 3.2)}{(3900 \times 0.38 \times 0.4)}$$

$$n = 1.61 \sim 2$$

#### **2.4.4 Zona entrada al tercer piso y pasillo**

Área de 50m cuadrados

$$L= 15m$$

$$a= 3m$$

En esta zona al igual que en los baños del 1° y 2° piso se requieren 200luxes

$$i = \frac{(15 \times 3)}{2.6(18)} = 0.96$$

$$q = 0.7 \text{ y } 0.5$$

$$cu = 0.58$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias ojo de buey de 13W los cuales entregan 70 lum/watt equivalentes a 910 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k= 0.5$

se requiere una iluminación media de 200 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(200 \times 15 \times 3)}{(910 \times 0.58 \times 0.5)}$$

$$n = 21.31 \sim 21$$

### 2.4.5 Zona oficina c

$$L = 5.5\text{m}$$

$$a = 4\text{m}$$

esta zona requiere 400 luxes

$$i = \frac{(4 \times 5.5)}{1.8(9.5)} = 1.28$$

$$q = 0.5 \text{ y } 0.5 \text{ paredes bajas}$$

$$cu = 0.54$$

se cuenta arquitectónicamente con luminarias troffer de 68W los cuales entregan 95 lum/watt equivalentes a 6460 lumens = F

el coef. de mantenimiento es  $k = 0.4$

se requiere una iluminación media de 400 luxes, procedemos a calcular n

$$n = \frac{(400 \times 4 \times 5.5)}{(6460 \times 0.54 \times 0.5)}$$

$$n = 6.30 \sim 7.$$

### **3. CALCULO DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA ILUMINACION**

Para los VA de iluminación se empleo la siguiente consideración del código eléctrico o NORMA TECNICA COLOMBIANA NTC-2050.

#### **3.1 PRIMER PISO**

El área de la biblioteca es de  $505.5 m^2$

Los VA por metro cuadrado son  $32VA/m^2$ ; con lo cual los VA totales de la instalación deberían ser  $505.5 m^2 \times 32VA/m^2$

Esto es 16176VA de iluminación

Esto arroja a 120V unos 134.8Amperios, si queremos circuitos de 15 Amperios C/U podríamos trabajar con 8 o 9 circuitos.

salidas distribuidas en 8 u 9 circuitos como dijimos anteriormente obtendríamos unas 10 u 11 salidas por circuito.

#### **3.2 SEGUNDO PISO**

El área de la biblioteca es de  $505.5 m^2$

Los VA por metro cuadrado son  $32VA/m^2$ ; con lo cual los VA totales de la instalación deberían ser  $505.5 m^2 \times 32VA/m^2$

Esto es 16176VA de iluminación.

Esto arroja a 120V unos 134.8Amperios, si queremos circuitos de 15 Amperios C/U podríamos trabajar con 8 o 9 circuitos.

salidas distribuidas en 8 o 9 circuitos como dijimos anteriormente obtendríamos unas 10 u 11 salidas por circuito.

### **3.3 TERCER PISO**

el análisis es el mismo pero los números son diferentes, esto es:

Área  $319m^2$

Los VA totales serán  $319m^2 \times 32VA/m^2$  esto es:

10208VA para iluminación , los cuales a 120V arrojan una corriente total de 85.06 Amperios de los cuales si queremos contar con circuitos de 15 Amperios serian 5 o 6 circuitos.

cuales repartidas en 5 o 6 circuitos darían como resultado:

Entre 10 y 11 salidas por circuito a 15A.

## **4. INSTALACIONES ELECTRICAS PARA TOMACORRIENTES**

### **4.1 Consideraciones preliminares**

El diseño de un sistema eléctrico es básicamente, una cuestión de proporcionar un arreglo de conductores para transferir segura y eficazmente la energía eléctrica desde una fuente de fuerza a otros dispositivos funcionales que operan con electricidad.

Esta tarea se reduce prácticamente en tres etapas básicas que son las siguientes:

- a) seleccionar los conceptos y configuraciones básicas de alambrado que suministran la energía eléctrica de las características necesarias en cada punto de utilización.
  
- b) poner en práctica los conceptos de los circuitos eléctricos, con conductores y cargas.
  
- c) estimar el costo del sistema eléctrico completo, según se ha determinado en las dos primeras etapas, mostrando lo más claramente posible las ubicaciones y detalles de los equipos, líneas de conductores, conexiones a las líneas principales de alimentación de energía, y cualesquiera elementos que necesiten energía.

Entre otros aspectos un buen diseño eléctrico debe cumplir con los siguientes aspectos:

Flexibilidad, Accesibilidad, Confiabilidad y Seguridad.

El primer aspecto dependiendo del tipo de edificación, el sistema eléctrico debe diseñarse para proporcionar la flexibilidad necesaria en la distribución y los circuitos.

La disposición y el tipo de equipo deben aceptar fácilmente los cambios en la ubicación de las cargas. Las líneas de alimentación, los tableros de distribución y los circuitos deben ser adecuados para una amplia variedad de modelos de utilización, que permitan el uso completo y eficiente de la energía.

El segundo aspecto se refiere a que el diseño del sistema debe permitir el acceso fácil al equipo para el mantenimiento y la reparación, y para cualquier posible tipo de extensiones, modificaciones o alteraciones en el sistema.

El tercer aspecto se refiere a la continuidad de la alimentación eléctrica y la confiabilidad total del sistema de alambrado.

El último aspecto que resulta ser consecuencia directa o indirecta de los anteriores, es la seguridad; esta es el resultado de un buen diseño eléctrico. Y por consiguiente con ella se evitará que los usuarios finales de la instalación

queden sometidos a circunstancias que podrían resultar peligrosas, Accidentes, Cortocircuitos, o incendios.

## 4.2 CALCULOS

### 4.2.1 Primer piso

Inicialmente se verifico el área de la instalación arquitectónica, La instalación tiene un área de  $505.5 m^2$

Empleando el código eléctrico colombiano o Norma NTC2050 se procede de la siguiente manera:

Los VA por metro cuadrado para estas instalaciones es de  $32VA/m^2$

Por lo cual Los VA totales para esta instalación son de :

$$505.5 m^2 \times 32VA/m^2 = 16176VA$$

demandando al 40%

obtenemos 6470.4VA

si tomamos el criterio de dotar cada salida a 180VA

obtendríamos el numero de salidas totales

esto es:

$$6470.4VA / 180VA = 35 \text{ o } 36 \text{ Salidas.}$$

6470.4VA a 120V arrojan una corriente de 53.92 Amperios.

Por lo tanto si queremos contar con circuitos de 15 amperios se procedería de la siguiente manera para calcular la cantidad de estos.

$$53.92\text{Amperios} / \text{Circuitos de } 15 \text{ Amperios} = 3 \text{ o } 4 \text{ circuitos}$$

#### 4.2.2 Segundo Piso

El diseño segundo piso es algo similar al anterior

Se procede así:

Los VA por metro cuadrado para estas instalaciones es de  $32\text{VA}/\text{m}^2$

Por lo cual Los VA totales para esta instalación son de :

$$505.5 \text{ m}^2 \times 32\text{VA}/\text{m}^2 = 16176\text{VA}$$

demandando al 40%

obtenemos 6470.4VA

si tomamos el criterio de dotar cada salida a 180VA

obtendríamos el número de salidas totales

esto es:

$$6470.4\text{VA} / 180\text{VA} = 35 \text{ o } 36 \text{ Salidas.}$$

6470.4VA a 120V arrojan una corriente de 53.92 Amperios.

Por lo tanto si queremos contar con circuitos de 15 amperios se procedería de la siguiente manera para calcular la cantidad de estos.

$$53.92\text{Amperios} / \text{Circuitos de } 15 \text{ Amperios} = 3 \text{ o } 4 \text{ circuitos.}$$

#### 4.2.3 Tercer Piso

El área de este piso es de  $319\text{m}^2$

Por lo cual la potencia Compleja es  $S = 319\text{m}^2 \times 32\text{VA}/\text{m}^2$

Esto es 10208VA

Demandándolos al 40% se tiene  $10208\text{VA} \times 0.4 = 4083.2\text{VA}$

Si consideramos salidas de 180V tendríamos en total disponibilidad para 22 o 23 salidas.

Ahora 4083.2 VA a 120V arrojan 34.02 Amperios .

Si consideramos circuitos de 15 amperios se tendría posibilidad de contar con  $34.02 / 15$  es decir 2 o 3 circuitos

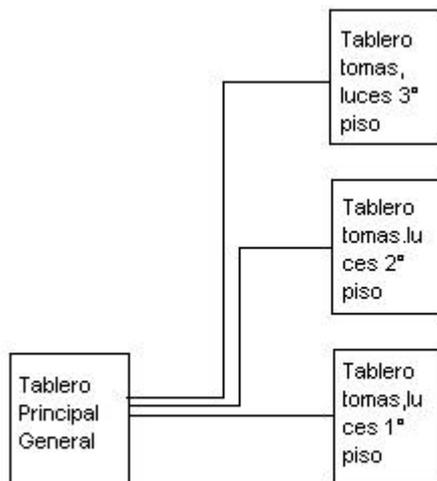
por lo tanto cada circuito contaría con 11 u hasta 7 salidas en 2 o 3 respectivamente .

se diseñaron las instalaciones para tomacorrientes partiendo del criterio de otorgar a cada salida 180 VA para calcular el conductor ramal.

Estos datos están consignados en los cuadros de cargas del 1, 2 y tercer piso.

Obteniendo luego como parte del resultado, un valor totalizador, el cual nos permitió determinar el conductor que alimenta el tablero de luminarias y tomas en cada piso, para ello se tuvo en cuenta la regulación de voltaje por distancia, esto empleando tablas de regulación, teniendo en cuenta el margen permisible de 3%.

Figura 4.1 Esquema de distribución interna para luces y tomas



Se diseñó las instalaciones para el cuarto independiente de fotocopiadoras

Proveyéndolo de un circuito de luces y tomacorrientes independientes, de tal forma que en el tablero principal del 1º piso se pudiese llevar el conteo y facturar el servicio a quienes operen el negocio

TABLA 4.2.1

| CUADRO DE CARGA TOMAS Y LUMINARIAS 1° PISO |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
|--|----------|-----------------------------------|-------------|--------|--------|--------|-------------------------|--------------------------|----------|
| TOMAS                                      |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
| TABLERO                                    | CIRCUITO | TOMAS 180VA                       | TOMAS 400VA | WATT   | AMP L1 | AMP L2 | AMP L3                  | CONDUCTOR RAMAL          | BREACKER |
| TG1t                                       | 1        | 11                                |             | 1880   | 16,5   |        |                         | 3#12 AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20     |
| TG1t                                       | 2        | 11                                |             | 1880   |        | 16,5   |                         | 3#12 AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20     |
| TG1t                                       | 3        | 12                                |             | 2160   |        |        | 18                      | 3#12 AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20     |
| TG1t                                       | 4        |                                   | 2           | 800    | 6,66   |        |                         | 3#12 AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20     |
|  |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
| totalizador tomas                          |          |                                   |             |        | 23,16  | 16,5   | 18                      |                          |          |
| LUMINARIAS                                 |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
| TABLERO                                    | CIRCUITO | #LUMINARIAS                       | WATT        | AMP L1 | AMP L2 | AMP L3 | CONDUCTOR RAMAL         | BREACKER                 |          |
| TG1L                                       | 1        | 16; 4(68W)+12(80W)                | 1232        |        | 10,26  |        | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 2        | 14;10(64W)+2(52W)+2(13W)          | 770         |        | 6,41   |        | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 3        | 12; 5(68W)+3(80W)+3(13W)+1(32W)   | 651         | 5,42   |        |        | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 4        | 18; 4(68W)+6(52W)+9(13W)+2(32W)   | 765         |        | 6,37   |        | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 5        | 15(52W)                           | 780         |        |        | 6,5    | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 6        | 30; 2(80W)+8(68W)+10(52W)+10(13W) | 1354        | 11,2   |        |        | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 7        | 12(68W)                           | 816         |        |        | 6,8    | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
| TG1L                                       | 8        | 12(68W)                           | 816         |        |        | 6,8    | 2#12AWG - THWN - Ø 1/2" | 1*20                     |          |
|  |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
| TOTALIZADOR luces                          |          |                                   |             |        | 16,62  | 23,04  | 20,1                    |                          |          |
|  |          |                                   |             |        |        |        |                         |                          |          |
| total luces + tomas                        |          |                                   |             |        | 39,78  | 39,54  | 38,1                    | 3#8 AWG- THWN - Ø 1"     | 3*50     |

TABLA 4.2.2

| CUADRO DE CARGA TOMAS Y LUMINARIAS 2ºPISO |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
|---|----------|--------------------------|------|--------|--------|--------|-------------------------|----------|
| TOMAS                                     |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
| TABLERO                                   | CIRCUITO | TOMAS (180 VA)           | WATT | AMP L1 | AMP L2 | AMP L3 | CONDUCTOR RAMAL         | BREACKER |
| TG2t                                      | 1        | 11                       | 1980 | 16,5   |        |        | 3#12 AWG -THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2t                                      | 2        | 12                       | 2160 |        |        | 18     | 3#12 AWG -THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2t                                      | 3        | 12                       | 2160 |        | 18     |        | 3#12 AWG -THWN - ø 1/2" | 1*20     |
|   |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
| TOTALIZADOR TOMAS                         |          |                          |      | 16,5   | 18     | 18     |                         |          |
| LUMINARIAS                                |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
| TABLERO                                   | CIRCUITO | #LUMINARIAS              | WATT | AMP L1 | AMPL2  | AMPL3  | CONDUCTOR RAMAL         | BREACER  |
| TG2L                                      | 1        | 12; 9(68W)+3(80W)        | 852  |        | 7,1    |        | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 2        | 11; 8(80W)+3(68W)        | 844  |        | 7      |        | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 3        | 16; 10(80W)+6(52W)       | 1112 | 9,56   |        |        | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 4        | 12(52W)                  | 624  |        | 5,2    |        | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 5        | 19; 9(52W)+8(13W)+2(32W) | 1156 | 9,63   |        |        | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 6        | 6(80W)                   | 480  |        |        | 4      | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 7        | 12(68W)                  | 816  |        |        | 6,8    | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG2L                                      | 8        | 12(68W)                  | 816  |        |        | 6,8    | 2#12AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
|   |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
| TOTALIZADOR LUCES                         |          |                          | 6700 | 19,19  | 19,3   | 17,6   |                         |          |
|   |          |                          |      |        |        |        |                         |          |
| totalizador tomas+luces                   |          |                          | 6700 | 35,69  | 37,3   | 35,6   | 3#8 AWG - THWN - ø 1"   | 3*50     |

TABLA 4. 2.3

| CUADRO DE CARGA TOMAS Y LUMINARIAS 3°PISO |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
|---|----------|-------------------------|------|--------|--------|--------|--------------------------|----------|
| TOMAS                                     |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
| TABLERO                                   | CIRCUITO | # TOMAS (180 VA)        | WATT | AMP L1 | AMP L2 | AMP L3 | CONDUCTOR RAMAL          | BREACKER |
| TG3t                                      | 1        | 12                      | 2160 | 18     |        |        | 3#12 AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
| TG3t                                      | 2        | 12                      | 2160 |        | 18     |        | 3#12 AWG - THWN - ø 1/2" | 1*20     |
|   |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
| TOTALIZADOR                               |          |                         | 4320 | 18     | 18     | 0      |                          |          |
| LUMINARIAS                                |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
| TABLERO                                   | CIRCUITO | #LUMINARIAS             | WATT | AMP L1 | AMPL2  | AMPL3  | CONDUCTOR RAMAL          | BREACER  |
| TG3L                                      | 1        | 17; 1(52W)+16(13W)      | 260  |        |        | 2,16   | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
| TG3L                                      | 2        | 8; 6(80W)+4(52W)+2(32W) | 752  |        | 6,26   |        | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
| TG3L                                      | 3        | 17(13W)                 | 221  | 1,84   |        |        | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
| TG3L                                      | 4        | 18(80W)                 | 1440 |        |        | 12     | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
| TG3L                                      | 5        | 16(80W)                 | 1280 |        |        | 10,6   | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
| TG3L                                      | 6        | 4(150W)                 | 600  | 5      |        |        | 2#12AWG -THWN - ø 1/2"   | 1*20     |
|   |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
| TOTALIZADOR                               |          |                         | 4553 | 6,84   | 6,26   | 24,76  |                          |          |
|   |          |                         |      |        |        |        |                          |          |
| totales tomas+luces                       |          |                         | 8873 | 24,84  | 24,26  | 24,76  | 3#8AWG - THWN - ø 1"     | 3*50     |

TABLA 4.2.4 cuadro de carga de tomas y luminarias de la fotocopiadora.

| CUADRO DE CARGA TOMAS Y LUMINARIAS FOTOCOPIADORA 2° PISO |          |        |             |      |        |        |                      |          |
|--|----------|--------|-------------|------|--------|--------|----------------------|----------|
| LUCES Y TOMAS  |          |        |             |      |        |        |                      |          |
| TABLERO  | CIRCUITO | LUCES  | TOMAS 450VA | WATT | AMP L1 | AMP L2 | CONDUCTOR RAMAL      | BREACKER |
| TF   | 1        | 0      | 3           | 1350 | 11,25  |        | 3#12 AWG -THWN -1/2" | 1*20     |
| TF   | 2        | 4(52W) |             | 208  |        | 1,73   | 2#12 AWG -THWN -1/2" | 1*20     |

Tabla 4.2.5<sup>6</sup> Número máximo de conductores en tubo conduit PVC Schedule 80

| Numero máximo de conductores y alambres de aparatos en tubo conduit rígido de PVC Schedule 80 |                                   |           |                  |        |      |          |          |      |          |      |          |       |       |       |
|---|-----------------------------------|-----------|------------------|--------|------|----------|----------|------|----------|------|----------|-------|-------|-------|
| Letras de tipo  | sección transversal del conductor |           | Tamaño comercial |        |      |          |          |      |          |      |          |       |       |       |
|   | Mm <sup>2</sup>                   | AWG kcmil | 16 1/2           | 21 3/4 | 27 1 | 36 1 1/4 | 41 1 1/2 | 53 2 | 63 2 1/2 | 78 3 | 91 3 1/2 | 103 4 | 129 5 | 155 6 |
| THHN, THWN, THWN-2  | 2,08                              | 14        | 9                | 17     | 28   | 51       | 70       | 118  | 170      | 265  | 358      | 464   | 736   | 1055  |
|   | 3,3                               | 12        | 6                | 12     | 20   | 37       | 51       | 86   | 124      | 193  | 261      | 338   | 537   | 770   |
|   | 5,25                              | 10        | 4                | 7      | 13   | 23       | 32       | 54   | 78       | 122  | 164      | 213   | 338   | 485   |
|   | 8,36                              | 8         | 2                | 4      | 7    | 13       | 18       | 31   | 45       | 70   | 95       | 123   | 195   | 279   |
|   | 13,29                             | 6         | 1                | 3      | 5    | 9        | 13       | 22   | 32       | 51   | 68       | 89    | 141   | 202   |
|   | 21,14                             | 4         | 1                | 1      | 3    | 6        | 8        | 14   | 20       | 31   | 42       | 54    | 86    | 124   |
|   | 26,66                             | 3         | 1                | 1      | 3    | 5        | 7        | 12   | 17       | 26   | 35       | 46    | 73    | 105   |
|   | 33,62                             | 2         | 1                | 1      | 2    | 4        | 6        | 10   | 14       | 22   | 30       | 39    | 61    | 88    |
|   | 42,2                              | 1         | 0                | 1      | 1    | 3        | 4        | 7    | 10       | 16   | 22       | 29    | 45    | 65    |
|   | 53,5                              | 1/0       | 0                | 1      | 1    | 2        | 3        | 6    | 9        | 14   | 18       | 24    | 38    | 55    |
|   | 67,44                             | 2/0       | 0                | 1      | 1    | 1        | 3        | 5    | 7        | 11   | 15       | 20    | 32    | 46    |
|   | 85,02                             | 3/0       | 0                | 1      | 1    | 1        | 2        | 4    | 6        | 9    | 13       | 17    | 26    | 38    |
|   | 107,21                            | 4/0       | 0                | 0      | 1    | 1        | 1        | 3    | 5        | 8    | 10       | 14    | 22    | 31    |
|   | 126,67                            | 250       | 0                | 0      | 1    | 1        | 1        | 3    | 4        | 6    | 8        | 11    | 18    | 25    |
|   | 152,01                            | 300       | 0                | 0      | 0    | 1        | 1        | 2    | 3        | 5    | 7        | 9     | 15    | 22    |
|   | 177,34                            | 350       | 0                | 0      | 0    | 1        | 1        | 1    | 3        | 5    | 6        | 8     | 13    | 19    |
|   | 202,68                            | 400       | 0                | 0      | 0    | 1        | 1        | 1    | 3        | 4    | 6        | 7     | 12    | 17    |
|   | 253,35                            | 500       | 0                | 0      | 0    | 1        | 1        | 1    | 2        | 3    | 5        | 6     | 10    | 14    |
|   | 304,02                            | 600       | 0                | 0      | 0    | 0        | 1        | 1    | 1        | 3    | 4        | 5     | 8     | 12    |
|   | 354,69                            | 700       | 0                | 0      | 0    | 0        | 1        | 1    | 1        | 2    | 3        | 4     | 7     | 10    |
|   | 380,02                            | 750       | 0                | 0      | 0    | 0        | 1        | 1    | 1        | 2    | 3        | 4     | 7     | 9     |
|   | 405,36                            | 800       | 0                | 0      | 0    | 0        | 1        | 1    | 1        | 2    | 3        | 4     | 6     | 9     |
|   | 456,03                            | 900       | 0                | 0      | 0    | 0        | 0        | 1    | 1        | 2    | 3        | 3     | 6     | 8     |
|   | 506,7                             | 1000      | 0                | 0      | 0    | 0        | 0        | 1    | 1        | 1    | 2        | 3     | 5     | 7     |

<sup>6</sup> ICONTEC, NTC 2050, Pag 1021

figura 4.2 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas primer piso



figura 4.3 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas segundo piso

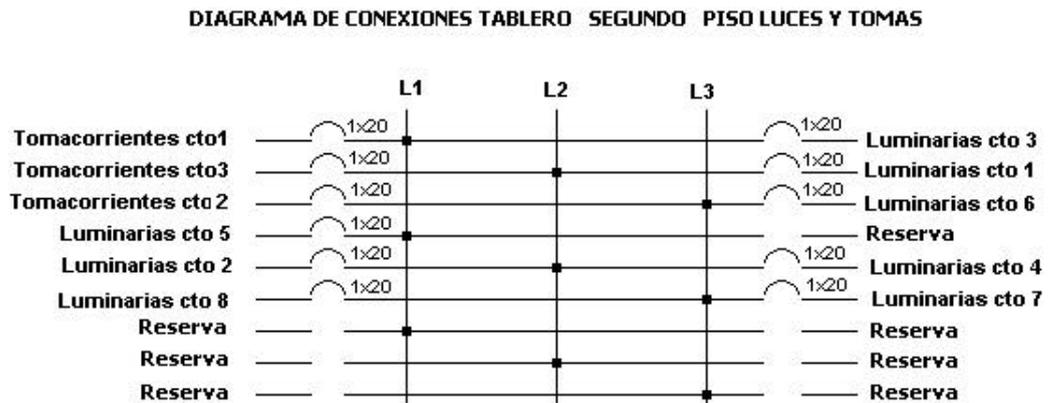


Figura 4.4 Diagrama de conexiones para tablero de luces y tomas tercer piso



Figura 4.5. Diagrama de conexiones para tablero de la fotocopiadora segundo piso

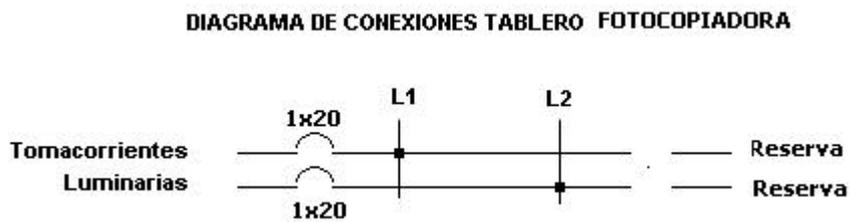


Figura4.6 diagrama unificar luces y tomacorrientes

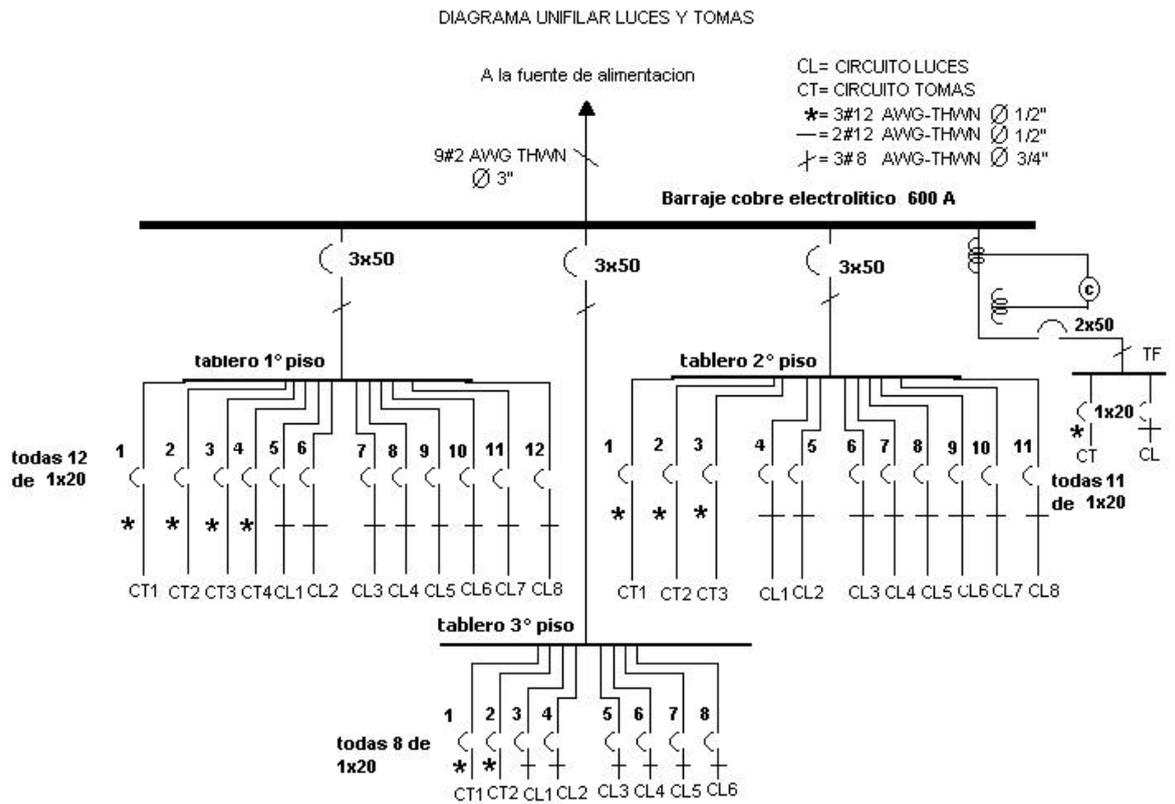


Tabla 4.2.6<sup>7</sup> Ampacidad de conductores según referencia

| seccion transversal | Temperatura nominal del conductor |   |  |  |   |  | Calibre |
|---------------------|-----------------------------------|---|--|--|---|--|---------|
|                     | 60°C                              | 75°C  | 90°C   | 60°C   | 75°C  | 90°C   |         |
|                     | TIPOS<br>TW*<br>UF*               | TIPOS<br>FEPW*<br>RH*,RHW*<br>THHW*<br>THW*<br>THWN*<br>XHHW*<br>USE*,<br>ZW* | TIPOS TBS,<br>SA,SIS, FEP*<br>FEPB*, MI, RHH*<br>RHW-2,THHN*<br>THHW*, THW-2*<br>THWN-2*, USE-2<br>XHH,XHHW*,XHH<br>W-2,<br>ZW-2 | TIPOS<br>TW*<br>UF*                              | TIPOS<br>RH*<br>RHW*<br>THHW*<br>THW*<br>THWN*<br>XHHW*<br>USE* | TIPOS<br>TBS, SA, SIS,<br>THHN*, THHW*<br>THW-2, THWN-2<br>RHH*, RHW-2,<br>USE-2, XHH,<br>XHHW, XHHW-2<br>ZW-2 |         |
| Mm <sup>2</sup>     | COBRE                             |   |  | ALUMINIO O<br>ALUMINIO<br>RECUBIERTO<br>DE COBRE | AWG o kcmils  |  |         |
| 0,82                | ....                              | ....  | 14   | ....   | ....  | ....   | 18      |
| 1,31                | ....                              | ....  | 18   | ....   | ....  | ....   | 16      |
| 2,08                | 20*                               | 20*   | 25   | ....   | ....  | ....   | 14      |
| 3,30                | 25*                               | 25*   | 30*  | 20*  | 20*   | 25*  | 12      |
| 5,25                | 30                                | 35*   | 40*  | 25   | 30*   | 35*  | 10      |
| 8,36                | 40                                | 50  | 55   | 30   | 40  | 45   | 8       |
| 13,29               | 55                                | 65  | 75   | 40   | 50  | 60   | 6       |
| 21,14               | 70                                | 85  | 95   | 55   | 65  | 75   | 4       |
| 26,66               | 85                                | 100   | 110  | 65   | 75  | 85   | 3       |
| 33,62               | 95                                | 115   | 130  | 75   | 90  | 100  | 2       |
| 42,20               | 110                               | 130   | 150  | 85   | 100   | 115  | 1       |
| 53,50               | 125                               | 150   | 170  | 100  | 120   | 135  | 1/0     |
| 67,44               | 145                               | 175   | 195  | 115  | 135   | 150  | 2/0     |
| 85,02               | 165                               | 200   | 225  | 130  | 155   | 175  | 3/0     |
| 107,21              | 195                               | 230   | 260  | 150  | 180   | 205  | 4/0     |
| 126,67              | 215                               | 255   | 290  | 170  | 205   | 230  | 250     |
| 152,01              | 240                               | 285   | 320  | 190  | 230   | 255  | 300     |
| 177,34              | 260                               | 310   | 350  | 210  | 250   | 280  | 350     |
| 202,68              | 280                               | 335   | 380  | 225  | 270   | 305  | 400     |
| 253,35              | 320                               | 380   | 430  | 260  | 310   | 350  | 500     |
| 304,02              | 355                               | 420   | 475  | 285  | 340   | 385  | 600     |
| 354,69              | 385                               | 460   | 520  | 310  | 375   | 420  | 700     |
| 380,02              | 400                               | 475   | 535  | 320  | 385   | 435  | 750     |
| 405,36              | 410                               | 490   | 555  | 330  | 395   | 450  | 800     |
| 456,03              | 435                               | 520   | 585  | 355  | 425   | 480  | 900     |
| 506,70              | 455                               | 545   | 615  | 375  | 445   | 500  | 1000    |
| 633,38              | 495                               | 590   | 665  | 405  | 485   | 545  | 1250    |
| 760,05              | 520                               | 625   | 705  | 435  | 520   | 585  | 1500    |
| 886,73              | 545                               | 650   | 735  | 455  | 545   | 615  | 1750    |
| 1013,4              | 560                               | 665   | 750  | 470  | 560   | 630  | 2000    |

<sup>7</sup> ICONTEC, NTC2050, Pag 182

Continuación tabla 4.2.6

| FACTORES DE CORRECCION  |   |      |      |      |      |      |                         |
|-------------------------|---|------|------|------|------|------|-------------------------|
| Temp.<br>ambiente en °C | Para temperaturas distintas de 30°C, multiplicar las anteriores corrientes por<br>el correspondiente factor de los siguientes |      |      |      |      |      | Temp.<br>ambiente en °C |
| 21-25                   | 1,08  | 1,05 | 1,04 | 1,08 | 1,05 | 1,04 | 21-25                   |
| 26-30                   | 1   | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 26-30                   |
| 31-35                   | 0,91  | 0,94 | 0,96 | 0,91 | 0,94 | 0,96 | 31-35                   |
| 36-40                   | 0,82  | 0,88 | 0,91 | 0,82 | 0,88 | 0,91 | 36-40                   |
| 41-45                   | 0,71  | 0,82 | 0,87 | 0,71 | 0,82 | 0,87 | 41-45                   |
| 46-50                   | 0,58  | 0,75 | 0,82 | 0,58 | 0,75 | 0,82 | 46-50                   |
| 51-55                   | 0,41  | 0,67 | 0,76 | 0,41 | 0,67 | 0,76 | 51-55                   |
| 56-60                   | ....  | 0,58 | 0,71 | .... | 0,58 | 0,71 | 56-60                   |
| 61-70                   | ....  | 0,33 | 0,58 | .... | 0,33 | 0,58 | 61-70                   |
| 71-80                   | ....  | .... | 0,41 | .... | .... | 0,41 | 71-80                   |

## **5. DISEÑO DE LAS INSTALACIONES PARA AIRES ACONDICIONADOS**

### **5.1 consideraciones preliminares**

Se procedió a evaluar las características de las maquinas, con ello se determinó, su consumo promedio, su voltaje, el numero de fases.

Por otro lado se realizaron unas pruebas de campo a las condensadoras que operan para los laboratorios de maquinas y electrónica.

De esta forma nos relacionamos con el comportamiento de estos equipos de tal manera que pudimos comprender el funcionamiento de dichas maquinas; verificar sus consumos y tiempos de operación.

Dato para destacar es, estas maquinas presentan un arranque de muy corta duración con un amperaje 5 veces la I nominal.

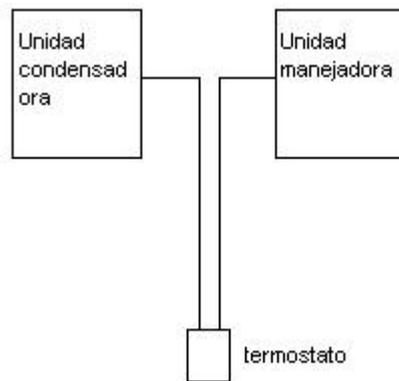
Una vez finalizada dichas pruebas se realizo una reunión con el ing. mecánico encargado de la colocación del sistema de aires acondicionados, el cual nos entrego datos tales como ubicación de las maquinas y cantidad de ellas, con lo cual completamos los requisitos para realizar el diseño de las instalaciones eléctricas. Como resultados se obtuvo:

**a) Primer piso**

En total quedaron destinadas 5 maquinas manejadoras para el primer piso, 4 de tales son de 4 toneladas y 1 de 5Ton.

Además cuenta para el primer piso también con igual cantidad de maquinas condensadoras, cuatro unidades de 4 Ton y 1 de 5Ton.

Figura 5.1



esquema de un conjunto de aire acondicionado

**b) Segundo piso**

para el segundo piso fueron destinadas cuatro unidades manejadoras de 4Ton y una de 3Ton, además de sus respectivas unidades condensadoras cuatro de 4Ton y una de 3ton.

c) **Tercer piso**

en este caso fueron destinadas dos unidades manejadoras de 5Ton y dos condensadoras de 5Ton igualmente.

**5.2 CALCULOS DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS PARA AIRES ACONDICIONADOS**

Procedimos a verificar datos de consumo; tales como Inominal, encontramos que para maquinas condensadoras de 3, 4 y 5 Toneladas las especificaciones de consumo eran de 17A, 23A y 27.7A respectivamente; por otro lado manejadoras de 3,4 y 5 Ton presentan un consumo de 4A , 5A , 6A respectivamente, para efectos de diseño consideramos la regulación de voltaje; punto en el cual empleamos

TABLA 5.2.1 constante para calculo de regulaci3n.<sup>8</sup>

| Valor de la constante k para el calculo de regulaci3n de voltaje. %Reg = (KVA x m) x K |       |  |                                       |                  |                      |                                  |
|--|-------|--|---------------------------------------|------------------|----------------------|----------------------------------|
| CALIBRE<br>AWG O<br>MCM  | Cos Ø | Valor de K x 10 <sup>-3</sup>          |                                       |                  |                      |                                  |
|  |       | TIPO DE SISTEMA                        |                                       |                  |                      |                                  |
|  |       | 3 Ø - 3h<br>120/208V<br>3 Ø - 3h -208V | 1 Ø -3H<br>120/240V<br>1 Ø - 2h -120V | 3 Ø - 2h<br>208V | 3 Ø - 4h<br>120/208V | 1 Ø - 2h -120V<br>3 Ø - 2h -120V |
| 12 alambre   | 0,85  | 12,5851                                | 18,8777                               | 25,1702          | 28,3165              | 75,5107                          |
|  | 0,90  | 13,2981                                | 19,9472                               | 26,5963          | 29,9208              | 79,7888                          |
|  | 0,95  | 14,0038                                | 21,0057                               | 28,0076          | 31,5086              | 84,0229                          |
| 12   | 0,85  | 12,8344                                | 19,2516                               | 25,6688          | 28,8774              | 77,0064                          |
|  | 0,90  | 13,5621                                | 20,3431                               | 27,1242          | 30,5147              | 81,3725                          |
|  | 0,95  | 14,2824                                | 21,4237                               | 28,5649          | 32,1355              | 85,6946                          |
| 10 alambre   | 0,85  | 7,9610                                 | 11,9414                               | 15,9219          | 17,9122              | 47,7658                          |
|  | 0,90  | 8,4020                                 | 12,6030                               | 16,8039          | 18,9044              | 50,4118                          |
|  | 0,95  | 8,8357                                 | 13,2535                               | 17,1362          | 19,8802              | 53,0139                          |
| 10   | 0,85  | 8,1177                                 | 12,1766                               | 16,2355          | 18,2649              | 48,7065                          |
|  | 0,90  | 8,5681                                 | 12,8522                               | 17,1362          | 19,2782              | 51,4087                          |
|  | 0,95  | 9,0108                                 | 13,5163                               | 18,0217          | 20,2744              | 54,0651                          |
| 8 alambre  | 0,85  | 5,0488                                 | 7,5732                                | 10,0976          | 11,3598              | 30,2927                          |
|  | 0,90  | 5,3186                                 | 7,9779                                | 10,6372          | 11,9669              | 31,9117                          |
|  | 0,95  | 5,5808                                 | 8,3713                                | 11,1617          | 12,5569              | 33,4851                          |
| 8  | 0,85  | 5,1475                                 | 7,7212                                | 10,2949          | 11,5818              | 30,8847                          |
|  | 0,90  | 5,4231                                 | 8,1340                                | 10,8461          | 12,2019              | 32,5383                          |
|  | 0,95  | 5,6912                                 | 8,5368                                | 11,3823          | 12,8051              | 34,147                           |
| 6  | 0,85  | 3,2824                                 | 4,9236                                | 6,5649           | 7,3855               | 19,6946                          |
|  | 0,90  | 3,4483                                 | 5,1724                                | 6,8965           | 7,7586               | 20,6896                          |
|  | 0,95  | 3,6066                                 | 5,4100                                | 7,2133           | 8,1149               | 21,6398                          |
| 4  | 0,85  | 2,1073                                 | 3,1609                                | 4,2145           | 4,7413               | 12,6435                          |
|  | 0,90  | 2,2041                                 | 3,3061                                | 4,4081           | 4,9591               | 13,2243                          |
|  | 0,95  | 2,2932                                 | 3,4399                                | 4,5865           | 5,1598               | 13,7594                          |
| 2  | 0,85  | 1,3816                                 | 2,0724                                | 2,7632           | 3,1086               | 8,2895                           |
|  | 0,90  | 1,4357                                 | 2,1535                                | 2,8713           | 3,2302               | 8,614                            |
|  | 0,95  | 1,4823                                 | 2,2234                                | 2,9645           | 3,3351               | 8,8936                           |
| 1/0  | 0,85  | 0,9206                                 | 1,3809                                | 1,8412           | 2,0713               | 5,5235                           |
|  | 0,90  | 0,9475                                 | 1,4212                                | 1,8949           | 2,1318               | 5,6848                           |
|  | 0,95  | 0,9670                                 | 1,4506                                | 1,9341           | 2,1758               | 5,8022                           |
| 2/0  | 0,85  | 0,7605                                 | 1,1407                                | 1,5210           | 1,7111               | 4,5629                           |
|  | 0,90  | 0,7779                                 | 1,1668                                | 1,5558           | 1,7502               | 4,6673                           |
|  | 0,95  | 0,7880                                 | 1,1819                                | 1,5759           | 1,7729               | 4,7277                           |
| 3/0  | 0,85  | 0,6325                                 | 0,9487                                | 1,2649           | 1,4230               | 3,7948                           |
|  | 0,90  | 0,6424                                 | 0,9636                                | 1,2848           | 1,4454               | 3,8543                           |
|  | 0,95  | 0,6450                                 | 0,9675                                | 1,2900           | 1,4512               | 3,8699                           |
| 4/0  | 0,85  | 0,5299                                 | 0,7949                                | 1,0598           | 1,1923               | 3,1794                           |
|  | 0,90  | 0,5338                                 | 0,8007                                | 1,0676           | 1,2010               | 3,2027                           |
|  | 0,95  | 0,5303                                 | 0,7955                                | 1,0607           | 1,1933               | 3,182                            |
| 250  | 0,85  | 0,4699                                 | 0,7049                                | 0,9398           | 1,0573               | 2,8195                           |
|  | 0,90  | 0,4704                                 | 0,7055                                | 0,9407           | 1,0583               | 2,8221                           |
|  | 0,95  | 0,4633                                 | 0,6950                                | 0,9266           | 1,0424               | 2,7798                           |
| 300  | 0,85  | 0,4140                                 | 0,6210                                | 0,8273           | 0,9314               | 2,4838                           |
|  | 0,90  | 0,4111                                 | 0,6166                                | 0,8222           | 0,9250               | 2,4666                           |
|  | 0,95  | 0,4007                                 | 0,6011                                | 0,8015           | 0,9017               | 2,4044                           |
| 350  | 0,85  | 0,3741                                 | 0,5612                                | 0,7483           | 0,8418               | 2,2448                           |
|  | 0,90  | 0,3688                                 | 0,5532                                | 0,7376           | 0,8298               | 2,2128                           |
|  | 0,95  | 0,3561                                 | 0,5342                                | 0,7123           | 0,8013               | 2,1369                           |

<sup>8</sup> CUTB, Reglamento de instalaciones el3ctricas residenciales en B.T de Bol3var, Pag 181

TABLA 5.2.2 Tipos de alambres para alimentadores y ramales<sup>9</sup>

| ALAMBRES PARA USARSE EN CONDUCTOS O AL AIRE LIBRE EN CIRCUITOS RAMALES Y LINEAS DE ALIMENTACION |  |   |   |
|---|--|---|---|
| Tipo de conductor   | Construcción   | Temperatura de funcionamiento   | Aplicación  |
| R   | Un solo conductor con aislamiento de caucho, con forro para trenzado de algodón,   | Opera en condiciones normales a 60°C (140°F)  | Localidades secas   |
| RH  | Similar al tipo R, pero tiene aislamiento de caucho resistente al calor.   | Opera en condiciones normales a 75°C (167°F)  | Para uso general en localizaciones secas. Tiene una capacidad mas alta de conducción que el tipo R  |
| RHH   | Similar al tipo RH, pero tiene aislamiento de caucho resistente al calor.  | Opera en condiciones normales a 90°C (194°F)  | Para uso general en localizaciones secas. Tiene la misma capacidad de conducción de corriente que el tipo RH en los tamaños 14,12,10; y conduce mas corriente en conductores de mayor tamaño                |
| RW  | Similar al R, pero tiene aislamiento de caucho resistente a la humedad   | Opera en condiciones normales a 75°C (167°F)  | Para uso general en localizaciones secas o mojadas. La misma capacidad de conducción que el R   |
| RH-RW   | Combina los tipos RH y RW, tiene aislamiento de caucho resistente al calor y a la humedad  | Clasificado para operar en condiciones normales a 75°C (167°F) para localizaciones secas y 60°C (140°F) para localizaciones mojadas | Para uso general en localizaciones secas o mojadas. En lugares secos tiene la misma capacidad de conducción que el RH; en lugares mojados, tiene la capacidad de corriente del RW.                          |
| RHW   | Similar al tipo RH-RW.   | Clasificado para operar en condiciones normales a 75°C (167°F) en todas las instalaciones   | Para uso general en lugares secos o mojados. Tiene la misma capacidad de corriente del RH   |
| TW  | Un solo conductor con aislamiento de plástico (cloruro de polivinilo); tiene resistencia a la humedad.   | Clasificado para operar a 60°C (140°F)  | Para uso general en localizaciones secas o mojadas. Tiene una sección transversal mas pequeña que el R, pero ocupa el mismo espacio dentro del conduit. Tiene la misma capacidad de corriente que el tipo R |
| THW   | Un solo conductor con aislamiento de CPV; resistente a la humedad y al calor .   | Clasificado para operar a 75°C (167°F) similar al TW  | Para uso general en localizaciones secas o mojadas. Tiene la misma capacidad de corriente que el tipo RHW   |
| THWN  | Un solo conductor con aislamiento de plástico, con una chaqueta exterior de nylon; resistente a la humedad y al calor. La chaqueta agrega resistencia a la abrasión, gasolina, aceite, sustancias químicas | Clasificado para operar a 75°C (167°F) similar al TW  | Para uso general en localizaciones secas o mojadas. Tiene la misma capacidad de corriente que el tipo RHW, tiene la sección transversal mas pequeña de todos los alambres para construcción                 |

<sup>9</sup> Como diseñar sistemas eléctricos, Joseph McPartland, pg 36

### 5.2.3 Primer piso

Las condensadoras del primer piso están ubicadas a 6 metros (la mas lejana) del tablero de aires del primer piso, por lo tanto definimos el conductor apropiado directamente para cada unidad conductor 8 AWG-THWN con este cable tenemos.

$\% \text{ reg} = \text{KVA} * \text{m} * \text{K}$  donde KVA son los KVA de la maquina

m: distancia recorrida desde el tablero a la maquina (m)

K: valor en la tabla anterior

Para cable # 8 AWG el K es de  $11.38 \times 10^{-3}$

Para las 4 unidades condensadoras de 4ton

Voltaje: 220 V

Corriente: 23A

Distancia 6m

$\% \text{ reg} = 220 * 23 * 0.001 * 6 * 11.38 \times 10^{-3}$

$\% \text{ reg} = 0.40\%$

protección 2\*50A, empleando tubería 1"

**para la unidad condensadora de 5Ton**

$$V=220$$

$$I=27.7A$$

$$K=11.38 \times 10^{-3} \text{ para cable \#8}$$

Distancia : 4m

$$\% \text{ reg} = 220 * 27.7 * 0.001 * 4 * 11.38 \times 10^{-3}$$

$$\% \text{ reg} = 0.27\%$$

se debe tener en cuenta que el fabricante recomienda una ampacidad mínima del cable de 30 Amperios los cuales quedan estrictos con un #10

Por lo tanto elegimos el 8AWG - THWN.

Por otro lado las unidades manejadoras de 4Ton están, dos a 4 metros y dos a 8m del tablero de aires; la de 5Ton esta a 4 metros.

Para ellas la regulación es :

**Manejadoras de 4 ton a 4 metros tenemos:**

$$K=28.56 \times 10^{-3} \text{ para cable \#12 AWG}$$

$$\% \text{ reg} = 220 * 5 * 0.001 * 4 * 28.56 \times 10^{-3} = 0.12\%.$$

**para las manejadoras de 4Ton a 8 metros tenemos:**

$$\% \text{ reg} = 220 * 5 * 0.001 * 8 * 28.56 \times 10^{-3} = 0.25\%$$

**para la manejadora de 5Ton a 4 metros tenemos:**

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 6 \cdot 0.001 \cdot 4 \cdot 28.56 \times 10^{-3} = 0.15\%$$

para los termostatos se especificó cable #16

### **5.2.2 Segundo piso**

En el segundo piso se ubicaron las manejadoras de segundo piso mientras que las condensadoras se ubicaron en el primer piso. Cabe recordar que los tableros de aires de 1, 2 y 3° piso están en el primer piso.

Por ello el calculo se efectuó así:

**4 unidades condensadoras de 4 Ton a 7 m max**

$$K = 11.38 \times 10^{-3} \text{ cable \#8}$$

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 23 \cdot 0.001 \cdot 7 \cdot 11.38 \times 10^{-3} = 0.40\%$$

**una unidad condensadora de 3Ton a 9m**

$$K = 18.02 \text{ cable \#10}$$

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 17 \cdot 0.001 \cdot 9 \cdot 18.02 \times 10^{-3} = 0.60\%$$

para las unidades manejadoras tenemos

dos de 4Ton a 9 metros; dos de 4Ton a 15 m y la de 3Ton a 10metros

Unidades manejadoras de 4Ton a 9metros

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 5 \cdot 0.001 \cdot 9 \cdot 28.56 \times 10^{-3} = 0.25\%$$

$$K = 28.56 \times 10^{-3} \text{ cable \#12}$$

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 5 \cdot 0.001 \cdot 9 \cdot 28.56 \times 10^{-3} = 0.28\%$$

**unidades manejadoras de 4Ton a 15 m**

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 5 \cdot 0.001 \cdot 15 \cdot 28.56 \times 10^{-3} = 0.47\%$$

**unidad manejadora de 3Ton a 10 m**

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 4 \cdot 0.001 \cdot 10 \cdot 28.56 \times 10^{-3} = 0.25\%$$

### 5.2.3 TERCER PISO

Tanto las unidades condensadoras como manejadoras del tercer piso se encuentran en dicho piso.

Dos unidades condensadoras de 5Ton a 19m y dos unidades condensadoras a 27m

Unidades condensadoras de 5Ton a 19m

$$K = 7.21 \times 10^{-3} \text{ cable \#6}$$

$$\% \text{ reg} = 220 \cdot 27.7 \cdot 0.001 \cdot 19 \cdot 7.21 \times 10^{-3} = 0.83\%$$

Unidades manejadoras de 5Ton a 27m

$K = 18.02 \times 10^{-3}$  cable #10

$\% \text{ reg} = 220 * 6 * 0.001 * 27 * 18.02 \times 10^{-3} = 0.64\%$

se especificaron las protecciones respectivas

para cada unidad.

Cable #12 protección 15A

Cable # 10 protección 30 A

Cable #8 protección 50A

Cable #6 protección 50A.

Tubería de 1" para condensadoras y  $\frac{3}{4}$ " para manejadoras

A cada unidad tanto manejadora como condensadora llegara por esas tuberías

los dos conductores de fase y un conductor tierra.

Figura 5.2 configuración de tableros para aires.

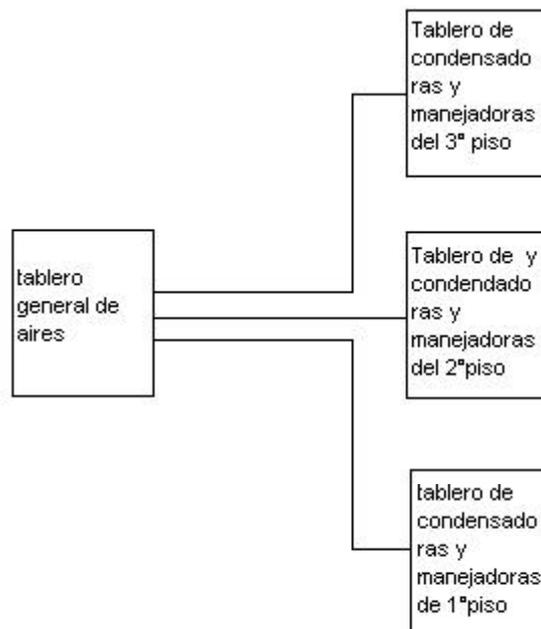




Tabla 5.2.3 Cuadro de carga de aires acondicionados primer piso

| CUADRO DE CARGA DE AIRES ACONDICIONADOS 1° PISO |         |             |             |             |                  |          |         |                      |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------|---------|----------------------|
| TABLERO   | VOLTAJE | LINEA 1 (A) | LINEA 2 (A) | LINEA 3 (A) | CONDUCTOR        | BREACKER | TUBERIA | DESCRIPCION          |
| 1P  | 220     | 24          | 24          |             | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora1(4Ton)  |
| 1P  | 220     |             | 24          | 24          | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora2(4Ton)  |
| 1P  | 220     | 24          |             | 24          | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora3(4Ton)  |
| 1P  | 220     | 24          | 24          |             | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora4(4Ton)  |
| 1P  | 220     |             | 28          | 28          | 3#8AWG - THWN    | 2*50     | 1"      | condensadora5(5Ton)  |
| 1P  | 220     | 5           |             | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora1(4Ton)    |
| 1P  | 220     | 5           |             | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora2(4Ton)    |
| 1P  | 220     | 5           |             | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora3(4Ton)    |
| 1P  | 220     | 5           |             | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora4(4Ton)    |
| 1P  | 220     | 6           |             | 6           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora5(5Ton)    |
|   |         |             |             |             |                  |          |         |                      |
| TOTALIZADOR                                     |         | 98          | 100         | 102         | 3#1/0 AWG - THWN | 3*140    |         | alimentacion general |

Tabla 5.2.4 Cuadro de carga de aires acondicionados segundo piso

| CUADRO DE CARGA DE AIRES ACONDICIONADOS 2° PISO |         |             |             |             |                  |          |         |                      |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|------------------|----------|---------|----------------------|
| TABLERO   | VOLTAJE | LINEA 1 (A) | LINEA 2 (A) | LINEA 3 (A) | CONDUCTOR        | BREACKER | TUBERIA | DESCRIPCION          |
| 2P  | 220     | 24          | 24          |             | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora1(4Ton)  |
| 2P  | 220     |             | 24          | 24          | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora2(4Ton)  |
| 2P  | 220     | 24          |             | 24          | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora3(4Ton)  |
| 2P  | 220     | 24          |             | 24          | 3#8AWG - THWN    | 2*40     | 1"      | condensadora4(4Ton)  |
| 2P  | 220     | 17          | 17          |             | 3#8AWG - THWN    | 2*30     | 1"      | condensadora5(3Ton)  |
| 2P  | 220     |             | 5           | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora1(4Ton)    |
| 2P  | 220     |             | 5           | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora2(4Ton)    |
| 2P  | 220     | 5           | 5           |             | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora3(4Ton)    |
| 2P  | 220     |             | 5           | 5           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora4(4Ton)    |
| 2P  | 220     |             | 4           | 4           | 3#12AWG - THWN   | 2*15     | 3/4"    | manejadora5(3Ton)    |
|   |         |             |             |             |                  |          |         |                      |
| TOTALIZADOR                                     |         | 94          | 89          | 91          | 3#1/0 AWG - THWN | 3*140    |         | alimentacion general |

Tabla 5.2.5 Cuadro de carga de aires acondicionados tercer piso.

| CUADRO DE CARGA DE AIRES ACONDICIONADOS 3° PISO |         |             |             |             |                |          |         |                                  |
|---|---------|-------------|-------------|-------------|----------------|----------|---------|----------------------------------|
| TABLERO   | VOLTAJE | LINEA 1 (A) | LINEA 2 (A) | LINEA 3 (A) | CONDUCTOR      | BREACKER | TUBERIA | DESCRIPCION                      |
| 3P  | 220     | 28          | 28          |             | 3#6AWG - THWN  | 2*50     | 1"      | condensadora(5Ton)               |
| 3P  | 220     |             | 28          | 28          | 3#6AWG - THWN  | 2*50     | 1"      | condensadora(5Ton)               |
| 3P  | 220     |             |             |             | 3#6AWG - THWN  |          | 1"      | reserva condensadora para (5Ton) |
| 3P  | 220     | 6           |             | 6           | 3#10AWG - THWN | 2*15     | 3/4"    | manejadora(5Ton)                 |
| 3P  | 220     | 6           |             | 6           | 3#10AWG - THWN | 2*15     | 3/4"    | manejadora(5Ton)                 |
| 3P  | 220     |             |             |             | 3#10AWG - THWN |          | 3/4"    | reserva para manejadora(5Ton)    |
|   |         |             |             |             |                |          |         |                                  |
| TOTALIZADOR                                     |         | 40          | 56          | 40          | 3#2 AWG - THWN | 3*100    | 1½"     | totalizador                      |

Figura 5.3 Diagrama de conexiones tablero de aires primer piso

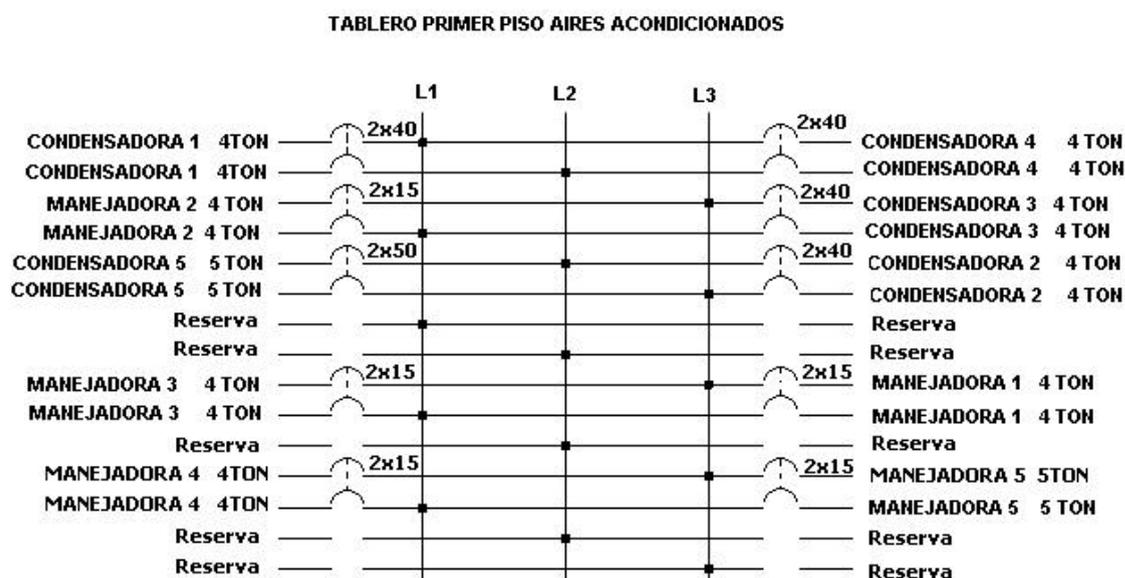
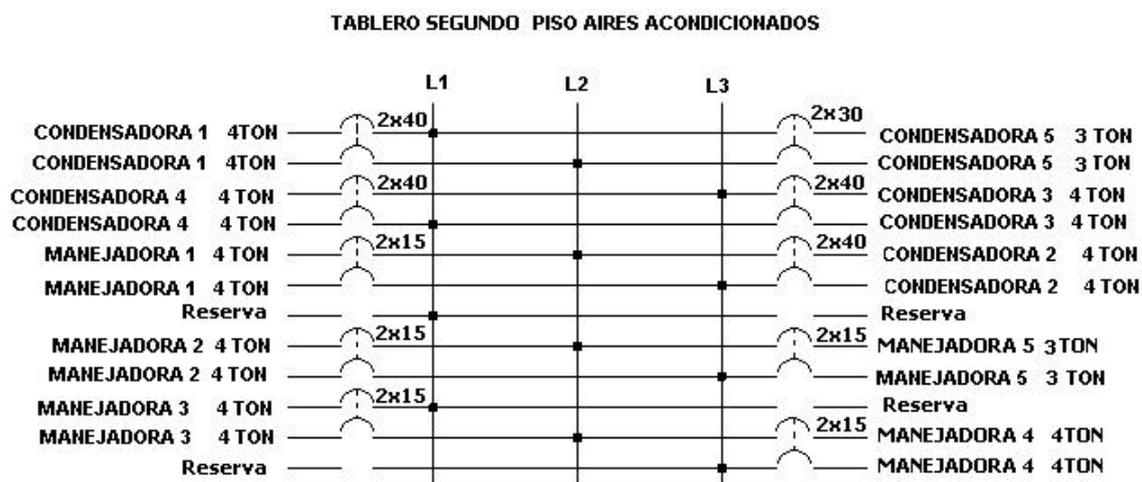


Figura 5.4 Diagrama de conexiones tablero de aires segundo piso





## **6. ACOMETIDAS Y BARRAJES DE TABLEROS GENERALES**

### **6.1 CONCEPTOS PRELIMINARES**

Es práctica común en nuestro país, emplear el sistema de calibración de conductores denominado American Wire Gage (AWG),

Para Conductores en paralelo. Los conductores cobre o de aluminio de tamaño nominal 53,48 mm<sup>2</sup> (1/0 AWG) y mayores, que sean los conductores de fase, el neutro o el conductor puesto a tierra de un circuito, pueden ir conectados en paralelo (unidos eléctricamente en ambos extremos para formar un solo conductor).

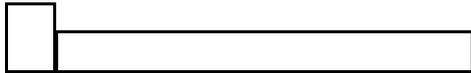
Los conductores en paralelo de fase, neutro o puestos a tierra en cada circuito, deben ser:

- 1) De la misma longitud.
- 2) Del mismo material conductor.
- 3) Del mismo tamaño nominal.
- 4) Con el mismo tipo de aislamiento.
- 5) Con terminales de las mismas características.

Para alimentar la biblioteca fue necesario recalcular la acometida ya que la que hasta entonces existía no daba abasto ante las nuevas circunstancias de carga; Fue necesario reforzar tanto la acometida de luces como la de aires acondicionado las cuales venían en tramos de cable 2 y 3/0 respectivamente fue necesario reforzar la acometida de aires, por consiguiente se procedió a instalar 2 cables 3/0 por fase para aires , se sugirieron protecciones asociadas a cada linea por separado, y 2 cables por fase #2 AWG para luces tomas y UPS.

Los barrajes de los tableros fue parte de nuestro diseño, necesitábamos barras por fase que soportaran la corriente de carga hasta un 300% de esta,

Para ello nos fue de gran utilidad la siguiente tabla :




---

*Copper Development Association*

Tabla 6.1 Guía para selección de barrajes de cobre electrolítico

| Required Ampacity,*<br>(Range)<br>Amp | Bus Bar Dimentions, In. **    |            |                     |        |
|---------------------------------------|-------------------------------|------------|---------------------|--------|
|                                       | 30 C° Rise                    | 50 C° Rise | 65 C° Rise          |        |
| 100 (100-149)                         | 1/16x1/2, 1/16x3/4            | 1/16x1/2   |                     |        |
| 150 (150-199)                         | 1/16x1<br>1/8x1/2<br>3/16x1/2 | 1/16x3/4   | 1/16x1/2            |        |
| 200 (200-249)                         | 1/8x3/4<br>1/4x1/2            | 1/8x1/2    | 1/16x3/4<br>1/8x1/2 |        |
| 250 (250-)                            | 1/16x1                        | 1/2        | 1/16x1              | 1/16x1 |

|                   |                             |                          |                                    |
|-------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------------------------|
| 299)              | 1/8x1<br>3/16x3/4           | 1/8x3/4<br>3/16x1/2      |                                    |
| 300 (300-<br>349) | 1/16x2<br>3/16x1<br>1/4x3/4 | 1/4x1/2                  | 1/8x3/4<br>3/16x1/2                |
| 350 (350-<br>399) | 1/8x1                       | 1/2<br>1/8x1<br>3/16x3/4 | 1/16x1<br>1/4x1/2                  |
| 400 (400-<br>449) | 1/4x3/4<br>3/8x3/4          | 1/4x3/4                  | 1/4x1/2                            |
| 400 (400-<br>449) | 1/4x1                       | 1/4x3/4                  | 1/16x1<br>1/2<br>1/8x1<br>3/16x3/4 |

|               |  |                                   |     |   |
|---------------|--|-----------------------------------|-----|---|
|               |  | 3/8x3/4                           |     |   |
| 450 (450-499) |  | 1/8x2<br>3/16x1/2                 |     | 1/16x2<br>3/16x1<br>1/4x3/4                       |
| 500 (500-599) |  | 1/4x1<br>3/8x1                    | 1/2 | 1/16x2<br>1/8x1 1/2<br>3/16x1<br>1/4x1<br>3/8x3/4 |
| 600 (600-699) |  | 1/8x2<br>3/16x2<br>1/2x1<br>1/2x1 | 1/2 | 1/8x2<br>3/16x1<br>1/2<br>1/4x1<br>3/8x3/4        |
| 700 (700-799) |  | 1/8x3<br>3/16x2<br>1/4x2          | 1/2 | 1/8x2<br>3/16x1<br>1/4x1 1/2<br>1/2               |

|                  |   |            |  |
|------------------|---|------------|--|
|                  | 3/8x1 1/2   |            | 3/8x1  |
| 800 (800-899)    | 1/8x3<br>3/16x3<br>1/4x2<br>3/8x2                       | 1/2<br>1/2 | 1/8x2 1/2<br>3/16x2<br>1/4x1 1/2<br>1/2x1                                |
| 900 (900-999)    | 1/8x4<br>3/16x3<br>1/4x3                                | 1/2        | 1/8x3<br>1/8x2 1/2<br>3/16x2<br>1/2<br>1/4x2<br>3/8x1 1/2<br>1/2x1       |
| 1000 (1000-1249) | 3/16x4<br>1/4x3<br>3/8x2 1/2, 3/8x3<br>1/2x2, 1/2x2 1/2 | 1/2        | 1/8x3<br>1/8x4<br>3/16x2<br>3/16x3<br>1/2<br>1/4x2<br>1/4x2<br>3/8x1 1/2 |
| 1250             |   |            | 1/8x4  |

|                     |  |  |   |
|---------------------|--|--|---|
| (1250-1499)         | 1/4x4<br>3/8x3<br>1/2x3                        | 1/2<br>3/16x4<br>1/4x3<br>3/8x2 1/2<br>1/2x2 | 3/16x3<br>1/4x2 1/2<br>3/8x2                            |
| 1500<br>(1500-1749) | 1/4x5<br>3/8x4<br>1/2x3 1/2, 1/2x4             | 1/4x3<br>1/2,<br>1/4x4<br>3/8x3<br>1/2x2 1/2 | 3/16x3<br>1/2,<br>3/16x4<br>1/4x3<br>3/8x2 1/2<br>1/2x2 |
| 1750<br>(1750-1999) | 1/4x6<br>3/8x5                                 | 3/8x3 1/2<br>1/2x3                           | 1/4x3<br>1/2,<br>1/4x4<br>3/8x3<br>1/2x2 1/2            |
| 2000<br>(2000-2499) | 1/4x8<br>3/8x6<br>1/2x5, 1/2x6<br>3/4x4, 3/4x5 | 1/4x6<br>3/8x5<br>1/2x4                      | 1/4x5<br>3/8x4<br>1/2x3 1/2                             |

|                         |                                   |                                   |  |
|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|
|                         |                                   |                                   |  |
| 2500<br>(2500-<br>2999) | 1/4x10<br><br>3/8x8<br><br>3/4x6  | 3/8x6<br><br>1/2x5<br><br>3/4x4   | 1/4x6<br><br>3/8x5<br><br>1/2x4              |
| 3000<br>(3000-<br>3499) | 1/4x12<br><br>3/8x10<br><br>1/2x8 | 1/4x8<br><br>1/2x6<br><br>3/4x5   | 1/4x8<br><br>3/8x6<br><br>1/2x5<br><br>3/4x4 |
| 3500<br>(3500-<br>3999) | 3/8x12<br><br>1/2x10<br><br>3/4x8 | 1/4x10<br><br>3/8x8<br><br>3/4x6  | 1/2x6<br><br>3/4x5                           |
| 4000<br>(4000-<br>4499) | 1/2x12                            | 1/4x12<br><br>3/8x10<br><br>1/2x8 | 1/4x10<br><br>3/8x8                          |

|  |        |                            |                           |
|--|--------|----------------------------|---------------------------|
|  | 3/4x10 |                            | 3/4x6                     |
| 4500<br>(4500-<br>4999)  | 3/4x12 | 1/2x10<br>3/4x8            | 1/4x12<br>3/8x10<br>1/2x8 |
| 5000<br>(5000-<br>5999)  |        | 3/8x12<br>1/2x12<br>3/4x10 | 3/8x12<br>1/2x10<br>3/4x8 |
| <p>* For 60 Hz current</p> <p>** Table gives bus bar cross sections which will probably be large enough for ampacities within each range. Knowing required ampacity, determine possible bus bar dimensions from the table. Then check Table 1 to verify that size selected has the necessary ampacity.</p> |        |                            |                           |

Con lo anterior se resolvió colocar barrajes de 4 cm x 0.5cm para el tablero principal de luces y tomacorrientes.

Para el tablero de Aires acondicionados se determino 5cm x 1 cm .

## **7. CONCLUSIONES**

Era de esperar que la nueva Biblioteca generara gran expectativa entre toda la comunidad académica de la CUTB.

Por mucho tiempo habíamos estado anhelando tener una biblioteca de la cual pudiéramos sentirnos muy orgullosos; motivo este por el cual quedaba de nuestra parte realizar el mejor y máximo esfuerzo en procura de conseguir tan noble propósito, fueron días de trabajo, con la convicción de que nuestro esfuerzo se vería reflejado en todas esas personas que día a día llegaran en procura de sabiduría.

Este documento por tal es un punto de partida; una guía, y una meta que esperamos muchas personas intenten emular. Suerte.

## RECOMENDACIONES

Nuestras recomendaciones están dirigidas al mantenimiento de todas las instalaciones.

Todo sistema eléctrico requiere de mantenimientos preventivos, los cuales se verán reflejados en la postergación de la vida útil de todos los elementos que lo conforman.

Es de vital importancia para efecto de aprovechar al máximo el flujo luminoso de las luminarias, realizar constantemente limpiezas del conjunto óptico de cada una de ellas.

Se deberá revisar los tableros eléctricos, con el fin de verificar el estado de los breakers cada vez que se realicen mantenimientos.

Es primordial efectuar la reposición de las lámparas fluorescentes cuando en sus extremos aparecen manchas oscuras, que son indicativo de que su flujo luminoso ha decaído muy por debajo de la cantidad con la que se calculó la iluminación.

Si fuere necesario en el futuro reacomodar el mobiliario de la biblioteca o cambiar las destinaciones de los diversos recintos de ella, se deberá cambiar el equipamiento luminoso de una manera consecuente con las nuevas ubicaciones.

Es recomendable que la reposición de lámparas tipo Day Light, se combinen con lámparas del tipo Cool White a fin de evitar el efecto estroboscópico.

## BIBLIOGRAFÍA

McPARTLAND, Joseph F. Como diseñar sistemas eléctricos. México, Editorial Diana, 1981.

SISKIND, Charles. Sistemas industriales de regulación eléctrica. Barcelona: ed. Labor, 1973.

Norma 2050 ICONTEC "Código eléctrico nacional"

Manual de cables. Centelsa

CÁRDENAS RODRÍGUEZ Mariano Alfonso y HERRERA JULIO Jorge Mario.  
Diseño de las instalaciones eléctricas y de señales del proyecto centro cultural y educativo Nelson Mandela. Cartagena 2002. 269h. Trabajo de grado (Ingeniería Eléctrica) , Corporación universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de Ingenierías eléctrica Electrónica y Mecatrónica.

CORTINA RODRÍGUEZ Ana Teresa y TORO OVIEDO Erikson Carlos  
Reglamento de instalaciones eléctricas residenciales en baja tensión en Bolívar. Cartagena 1999 . 269 h trabajo de grado (Ingeniería Eléctrica) Corporación universitaria Tecnológica de Bolívar. Facultad de ingenierías eléctrica Electrónica y Mecatrónica

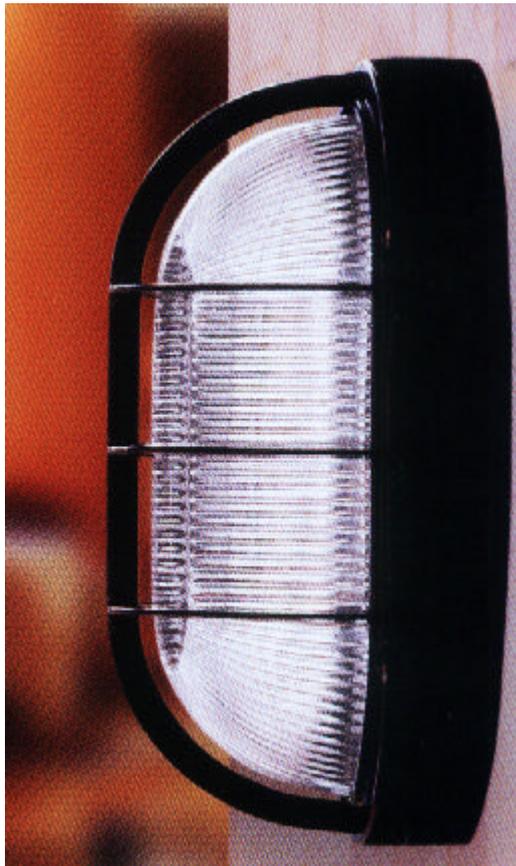
## **ANEXOS**

Con base a la experiencia adquirida en este diseño optamos por desarrollar un software de gran utilidad en el diseño eléctrico en general, se creo un programa que determina la Ampacidad de un conductor AWG para diversas condiciones ,tales como, numero de conductores en canalización y temperaturas del conductor y ambientales; además se creo un software de iluminación el cual determina la cantidad de luminarias requeridas en un recinto y la cantidad de luxes en el plano de trabajo.

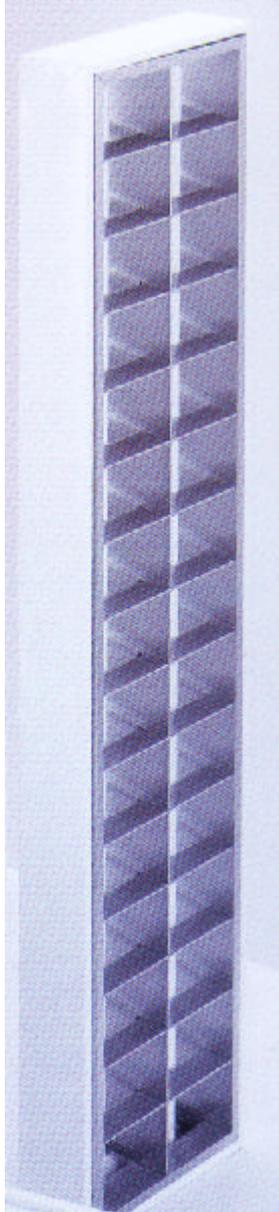
Los planos eléctricos también son anexados.

## ANEXO H

Aplique tortuga para las escaleras 2x26W



2x32W



Troffer 4x17W y 2x40W utilizan el mismo conjunto óptico



Bala 2x26W



Bala 1x13W

























