ESCUELA POLITECNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERIA ELECTRICA

DISEÑO DE ILUMINACION PARA INTERCAMBIADORES DE TRANSITO

BLANCA AYORA ORDOÑEZ

TESIS PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE INGENIERA ELECTRICA EN LA ESPECIALIZACION "SISTEMAS ELECTRICOS DE POTENCIA"

QUITO JULIO DE 1999

Certifico que la presente Tesis ha sido realizada en su totalidad por la Srta. Blanca Ayora O.

ING. LUIS PEREZ NARANJO
Director de Tesis

DEDICATORIA

A mis hijos

AGRADECIMIENTO

Presento mi mas profundo agradecimiento al Ing. Luis Pérez. Director de Tesis, cuya dirección y aporte han hecho posible culminar con este trabajo.

Hago extensible este agradecimiento a mi familia y hermanos quienes con su comprensión y colaboración permitieron el desarrollo de este proyecto.

INTRODUCCION

No es suficiente la dotación de una infraestructura vial y de transporte adecuado para que el usuario pueda realizar sus actividades cotidianas, sino también la seguridad es un elemento de capital importancia y que tiene gran injerencia.

El usuario que puede ser peatón o conductor, requiere la visibilidad necesaria para incorporarse a la corriente vehicular o peatonal. Es aquí donde la iluminación artificial tiene un papel importante. El índice de siniestralidad en las calles y carreteras es mucho mayor en horas nocturnas que durante el día, en caso de pasos deprimidos dentro de ellos se tiene el mismo o mayor riesgo durante el día que durante la noche. Además de la falta de visibilidad, existen otros factores que hacen que el manejo nocturno sea de mayor riesgo, como la fatiga, niebla, lluvia, luces inadecuadas de los vehículos, etc.

Al viajar de noche, el conductor tiene que enfrentar los efectos de:

- Deslumbramiento de los vehículos que viajan en sentido contrario
- Recobramiento a los mencionados deslumbramientos
- Escasa iluminación

Para contrarrestar dichos efectos, debe proporcionarse la iluminación adecuada, para que el usuario reaccione favorablemente ante situaciones imprevistas, que pueda percibir sin dificultad las marcas sobre el pavimento, señales, etc. Para tal fin es necesario que las vialidades, intersecciones, pasos a desnivel, túneles etc. estén iluminados adecuadamente ayudando asimismo a la disminución de hechos delictivos y proporcionando un ambiente más agradable.

Las normas relacionadas con alumbrado público e iluminación de túneles, dan valores referenciales de luminancia e iluminancia para cada caso.

En el diseño de iluminación se toma en cuenta los valores dados en normas, además el costo que represente, ya que se tendrá una mejor iluminación a mayor costo, por tanto se debe llegar al equilibrio entre calidad y costo de un proyecto teniendo, en algunos casos que sacrificar costo a cambio de mejor calidad.

Para obtener un buen nivel de iluminación a un costo accesible, existen muchos programas que nos permiten lograrlo.

En este trabajo se correrá el programa para cálculo de iluminación de la empresa SHEREDER, debido a que necesita características de las luminarias, pertenecientes a dicha casa productora.

Con los resultados que se obtiene se diseña una iluminación lo más cercana a las normas, de manera que se tenga un buen nivel de iluminación.

OBJETIVOS.-

- Obtener un diseño de iluminación tal, que permita tanto a los conductores como a los peatones tener una comodidad visual y exista el menor número de accidentes dicho diseño dará realce a los aspectos arquitectónicos que tengan las diferentes avenidas, túneles y áreas verdes que constituya el proyecto.
- Especificar los equipos eléctricos necesarios para el diseño de avenidas y túneles.
- Considerar aspectos como, el económico en el cual, se deberá llegar a un equilibrio donde se obtenga la mejor calidad de iluminación al menor costo.

ALCANCE.-

- En este trabajo se recopilan conceptos básicos referentes al tema y que son indispensables describir; además, se determinan características que influyen de una u otra forma en la instalación del equipo de iluminación,
- Otro aspecto a tomarse en cuenta son las lámparas de las luminarias, por tanto se debe tener un claro concepto de los diferentes tipos de lámparas existentes y que pueden ser utilizados en alumbrado público, se deben considerar aspectos como; rendimiento, posición dentro de la luminaria y la hermeticidad que estas presentan, entre otros.
- Utilizando lo expuesto anteriormente y valores como: nivel de iluminación, de uniformidad de luminancias e iluminancias, límites de deslumbramiento, etc. que se encuentran en normas se diseñará la iluminación en avenidas y pasos elevados.
- Además se considera el diseño de la iluminación en pasos deprimidos o túneles, para lo cual también se tienen valores de variables como en el caso de las avenidas y estos valores se encuentran en normas referentes a túneles.
- Se ha tomado como ejemplo un proyecto real que es el Intercambiador Indoamérica, en el cual se tienen: avenidas a nivel, pasos elevados y pasos deprimidos. Se realizará el diseño en forma independiente para cada uno de los casos. Para pasos elevados y avenidas a nivel se consideran los conceptos y valores en normas que están de acuerdo a estos y para pasos deprimidos se realiza de la misma manera.
- Para cristalizar el proyecto se ha utilizado un programa de iluminación, el mismo que al introducir datos referentes a las avenidas y túneles permite

obtener valores de iluminación que están de acuerdo a las normas; para obtener lo deseado, se necesita realizar algunas corridas del programa

INDICE

CAPITULO I.- CONCEPTOS BASICOS

1.1.- Conceptos y definiciones de magnitudes fotométricas 01

1.1.1.- Flujo Luminoso..... 01

1.1.2.- Intensidad Luminosa 01

1.1.3.- Iluminancia 01

1.1.4.- Luminancia 02

1.1.5.- Luminancia Promedio 02

1.1.6.- Factores de Uniformidad de Iluminancia 03

1.1.7.- Factores de Uniformidad de Luminancia 03

1.1.8.- Factor de Utilización 04

1.1.9.- Fuentes Luminosas 04

1.2.- Características de la instalación que influyen en la iluminación .. 04

1.2.1.- Altura de montaje 04

1.2.2.- Separación entre luminarias 06

1.2.3.- Disposición de las luminarias 07

1.3.- Disposición de las luminarias para la iluminación 07

1.3.1.- Disposición Unilateral 07

1.3.2.- Disposición en Tresbolillo 08

1.3.3.- Disposición Frente a Frente 09

1.3.4.- Disposición Central 09

1.3.5.- Disposición para Autopistas y vías de dos calzadas 10

1.3.6.- Disposiciones en Bifurcaciones o Confluencias 12

1.3.7.- Disposición en Curvas 13

1.3.8.- Disposición en Cruces "T" 14

1.3.9.- Disposición en Cruces "Y" 16

1.3.10.- Disposición en Glorietas 17

CAPITULO II.- DISEÑO DE ILUMINACION PARA AVENIDAS A NIVEL Y PASOS ELEVADOS

2.1.- Criterios a considerarse para el diseño de iluminación en avenidas a nivel y pasos elevados 19

2.1.1.- Objeto 19

2.1.2.- Clasificación de los factores que influyen en la determinación del alumbrado público 22

2.1.3.- Niveles de iluminación y de Luminancia 26

2.1.4.- Uniformidad de Luminancias 28

2.1.5.- Uniformidad de Iluminancias 29

2.1.6.- Deslumbramiento y Comodidad visual 29

2.2.- Luminarias 33

2.2.1.- Objetivo 34

2.2.2.- Sistema Optico 34

2.2.3.- Rendimiento de la Luminaria 34

2.2.4.- Luminarias cerradas y abiertas 34

2.2.5.- Tipos de Luminarias 35

2.3.- Selección de Luminarias 36

2.3.1.- Lámparas de Incandescencia 37

2.3.2.- Lámparas Halógenas 37

2.3.3.- Lámpara de descarga 38

2.3.4.- Lámparas Fluorescentes 43

CAPITULO III.- DISEÑO DE ILUMINACION PARA PASOS DEPRIMIDOS O TUNELES

3.1.- Criterios a considerarse para el diseño de iluminación en pasos deprimidos o túneles 45

3.1.1.- Objeto 45

3.1.2.- Consideraciones generales para la iluminación de túneles 47

3.1.3.- Luminancias de las fuentes de luz 48

3.1.4.- Efecto de parpadeo 48

3.1.5.- Visibilidad y detección de contraste 50

3.1.6.- Elección del sistema de alumbrado 51

3.1.7.- Limitación del deslumbramiento 52

3.2.- Zonas a considerarse para la iluminación de túneles 52

3.2.1.- Zona umbral 52

3.2.2.- Zona de Transición 58

3.2.3.- Zona Central 59

3.2.4.- Zona de Salida 60

3.3.- Alumbrado durante el día, para túneles de diferentes longitudes 61

3.4.- Variación de la luz del día, control y mando del alumbrado 65

3.5.- Concepción y mantenimiento de las luminarias 67

3.5.1.- Mantenimiento 67

3.5.2.- Reemplazamiento de las luminarias 67

3.5.3.- Limpieza de las luminarias 68

3.6.- Concepción y construcción de las luminarias 68

3.6.1.- Cuerpo de la luminaria y protector de vidrio 69

3.6.2.- Unidad Optica 70

3.6.3.- Bloque de alimentación eléctrica 71

3.7.- Puntos a considerarse para economizar energía en un proyecto 71

CAPITULO IV.- DESCRIPCION DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ILUMINACION Y EJEMPLO DE APLICACION

4.1.- Descripción del programa 75

4.2.- Variables de entrada 76

4.3.- Resultados Obtenidos 80

4.4.- Ejemplo 82

4.4.1.- Acceso por la avenida Pérez Guerrero 85

4.4.2.- Acceso por la avenida Universitaria 86

4.4.3.- Acceso por la avenida América Norte 87

4.4.4.- Acceso por la avenida América Sur 88

4.4.5.- Acceso por la calle San Gregorio 89

4.4.6.- Iluminación en el paso elevado 90

4.4.7.- Iluminación de la Plaza Indoamerica 90

4.4.8.- Iluminación en pasos deprimidos 90

4.5.- Resultados del programa 99

4.6.- Suministro de Energía Eléctrica 99

4.7.- Estudio de la demanda 101

4.7.1.- Determinación de la demanda 101

4.7.2.- Red secundaria 102

4.7.3.- Circuitos de control para la iluminación 111

4.8.- Listado de materiales y especificaciones de equipos de iluminación y de la cámara de transformación 113

4.8.1.- Equipos y materiales para la iluminación 113

4.8.2.- Equipos y materiales necesarios para la cámara de transformación 121

CAPITULO V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones 124

Recomendaciones 127

BIBLIOGRAFIA 129

ANEXOS

Anexo 1.- Resultados del programa de iluminación 1-67

Anexo 2.- Cálculos de caída de tensión de los circuitos de iluminación 1-38

Anexo 3.- Planos de iluminación y cámara de transformación 1-4

CAPITULO I

CONCEPTOS BASICOS

1.1.- CONCEPTOS BASICOS DE MAGNITUDES FOTOMETRICAS

A continuación se detallan los conceptos de unidades fotométricas que si bien es cierto no son todas las existentes, si son las necesarias para este estudio.

1.1.1.-Flujo Luminoso.-

Es la cantidad total de energía luminosa emitida por segundo desde una fuente luminosa. {1}

Se designa por el símbolo ∅. La unidad es el lumen (lm).

El flujo luminoso también puede ser definido como: La energía irradiada por una fuente de luz por segundo, sopesada contra la sensibilidad espectral del ojo humano. {1}

1.1.2.- Intensidad Luminosa.-

Es el concepto que define la concentración de luz en una dirección especifica, irradiada por segundo. {1}

Se designa por el símbolo I. La unidad es la candela (cd).

La intensidad luminosa puede también definirse como : El flujo luminoso en una determinada dirección, radiada por unidad de ángulo sólido. {1}

1 candela = 1 lumen / steradian

$$I = \varnothing\,(lm) / W\,(sr)$$

1.1.3.- Iluminancia.-

Es la cantidad de luz, o el flujo luminoso, que incide en un área de unidad de superficie. {1}. Se designa por el símbolo E. La unidad es el lux (lx). Un lux es igual a un lumen por metro cuadrado (lm/m^2).

La Iluminancia se puede también definir como: La variación de flujo luminoso incidente en una superficie con respecto al área de dicha superficie. {1}

$$1 \text{ lux} = 1 \text{ lumen / metro cuadrado } (\text{lm/m}^2)$$

$$E = \varnothing / A$$

La Iluminancia es independiente de la dirección con la cual el flujo luminoso llega a la superficie.

1.1.4.-Luminancia.- {1}

Es el concepto que describe la intensidad luminosa por unidad de área de superficie en una dirección específica.

Las superficies en si mismas pueden emitir luz, como la superficie del foco, o luz de otra fuente luminosa, como la superficie de una carretera.

Superficies con diferentes propiedades reflectivas tendrán diferentes luminancias, con la misma iluminancia.

Al igual que la intensidad luminosa y el área aparente, la luminancia es independiente de la distancia. Se designa por el símbolo L. La unidad es la candela por metro cuadrado (cd/m^2).

1.1.5.- Luminancia Promedio.- {2}

Es el valor dado por el promedio ponderado de las luminancias obtenidas en el centro de superficies elementales que componen la superficie considerada.

Para el caso de vías, con circulación vehicular, el nivel promedio de luminancia se tiene que encontrar en la superficie de la carretera entre dos luminarias sucesivas alrededor de 60 metros enfrente de la posición del conductor.

1.1.6.- Factores de Uniformidad de Iluminancia.- {2}

a) Factor de Uniformidad Media de Iluminancias.- (sobre una superficie dada). Es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia media sobre una superficie dada.

$$\text{Factor de Uniformidad Media} = \frac{E\ \text{mín}}{E\ \text{med.}}\ (\text{en } \%)$$

b) Factor de Uniformidad General de Iluminancia.- (Sobre una superficie dada). Es la relación entre la iluminancia mínima y la iluminancia máxima sobre una superficie dada.

$$\text{Factor de Uniformidad General} = \frac{E\ \text{mín}}{E\ \text{máx.}}\ (\text{en } \%)$$

1.1.7.-Factores de Uniformidad de Luminancias.-

a) Factor de Uniformidad Media de Luminancia.- (sobre una superficie dada). Es la relación entre la lumiancia mínima de la superficie de la calzada y la luminancia media. {2}

$$\text{Factor de Uniformidad Media} = \frac{L\ \text{mín}}{L\ \text{med.}}\ (\text{en } \%)$$

b) Factor de Uniformidad General de Luminancia.- (sobre una superficie dada). Es la relación entre la luminancia mínima de la superficie de la calzada y la luminancia máxima.{2}

$$\text{Factor de Uniformidad General} = \frac{L\ \text{mín}}{L\ \text{máx}}\ (\text{en } \%)$$

c) Factor de Uniformidad Longitudinal de Luminancia.- Es la medida menor de la relación L mín / L máx sobre un eje longitudinal cualquiera de la calzada. {2}

d) Factor de Uniformidad Transversal de Luminancia.- Es la medida menor de la relación L min / L máx sobre un eje transversal cualquiera de la calzada. {2}

1.1.8.-Factor de Utilización.-

Es la relación entre el flujo luminoso recibido por la superficie considerada de la calzada y el flujo luminoso total emitido por las fuentes luminosas.{2}

$$FU = \frac{\text{Flujo lumin. sobre la calzada}}{\text{Flujo lumin de las fuentes luminosas}} \quad (\text{en } \%)$$

1.1.9.-Fuentes Luminosas.-

Se denomina fuente luminosa a cualquier objeto que emita luz.

Los diferentes tipos de fuentes luminosas se describen detalladamente en él capitulo II.

1.2.- CARACTERISTICAS DE LA INSTALACION QUE INFLUYEN EN LA ILUMINACION.-

1.2.1.-Altura de montaje.-

La altura de montaje de las luminarias se define como la altura del centro geométrico de la luminaria por encima del nivel de la calzada y se simboliza con la letra "H".{3}

La altura de montaje de los puntos de luz se selecciona tomando en cuenta la potencia de la lámpara, la distribución de luz de la luminaria y la geometría de las instalaciones, que en alumbrado publico son las que ejercen gran influencia en la calidad de la iluminación y sobre sus costos; por ejemplo, si se instalan luminarias a gran altura se obtiene:

* Buena distribución de iluminación sobre la calzada
* Mejor uniformidad de iluminación.
* Disminuye el índice de deslumbramiento, lo que permite instalar lámparas de mayor potencia.
* Se consigue una mayor separación entre luminarias lo que reduce el costo total de instalación.
* El único punto negativo es que disminuye el factor de utilización, ya que una parte del flujo luminoso emitido incide fuera de la zona a iluminar.

Bajo el criterio luminotécnico es aconsejable elevar las alturas de montaje, aunque los aspectos económicos suelen aconsejar ciertos límites, debiéndose llegar a un equilibrio entre ambas tendencias.

En la tabla # 1.1 {2}, se indican las alturas adecuadas en función del flujo luminoso instalado por luminaria, tomando en cuenta el deslumbramiento.

ALTURAS DE MONTAJE RECOMENDADO

Potencia luminosa instalada (lm)	Altura de montaje en (m)
3.000 a 7.000	6 a 7
7.000 a 11.000	7 a 8
11.000 a 25.000	8 a 9
Mayores a 25.000	Sobre los 9

Tabla # 1.1 .- Alturas de montaje recomendadas en función del flujo luminoso

1.2.2.-Separación entre luminarias

El espaciamiento es reconocido como la distancia "D" paralela al eje de la calzada entre luminarias consecutivas; para preservar la uniformidad longitudinal, este espaciamiento en términos generales no deberá ser mayor que lo que expresa la relación entre separación y altura de montaje, naturalmente esto esta en función del nivel medio de iluminación deseada.

En la tabla # 1.2 {2} se muestra la relación distancia /altura considerando la iluminación media.

DISPOSICION DE LAS LUMIANRIAS

Ilumin.media (lux)	Altura H (m)	Relación D/H	Disposición. De luminarias.
40 a 50	10 - 12	3 - 5	Unilateral Bilateral alterna Bilateral opuesta
30 a 40	8 - 10	3 - 4	Unilateral Bilateral alterna Bilateral opuesta
20 a 30	8 - 10	3 - 4	Unilateral Bilateral alterna Bilateral opuesta
10 a 20	6 - 8	3 - 5	Unilateral
5 a 10	3 - 6	4 - 5	Unilateral

Tabla # 1.2.- Relación distancia altura considerando la iluminación media

1.2.3.-Disposición de las luminarias

Otro de los factores que intervienen para tener un buen alumbrado público es la disposición que se adopte para las luminarias ya que éstas proveen los puntos de luz de los cuales se obtiene el nivel de iluminación necesario; para este efecto, la Comisión Internacional de Iluminación recomienda cuatro tipos principales de implantación que son:

a) Disposición Unilateral

b) Disposición en tres bolillo o alternada
c) Disposición frente a frente

d) Disposición central

1.3.- DISPOSICION DE LAS LUMINARIAS PARA LA ILUMINACION

La disposición de las luminarias para la iluminación se lo realiza no solo de las cuatro formas antes mencionadas, sino también, de la combinación de estas utilizando las mismas en casos específicos.

1.3.1.-Disposición Unilateral {2},{4}

Todas las luminarias se encuentran situadas a un solo lado de la calzada, esta disposición se recomienda solamente cuando el ancho (L) de la calzada es igual o menor que la altura de montaje de las luminarias (H). En este caso la luminancia de la vía en el lado opuesto a la fila de las luminarias será inevitablemente menor comparada con la del lado donde han sido colocadas aquellas. La fig. # 1.1 muestra esta disposición

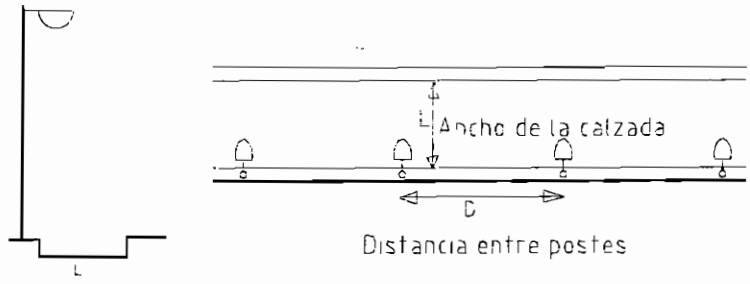


FIG. #1.1.- Disposición unilateral. L ≤ H

1.3.2.-Disposición en tresbolillo o alternada.- {4}

Esta disposición consiste en la colocación de las luminarias en ambos lados de la vía al tresbolillo o en zigzag y se emplea principalmente si el ancho de la vía es 1,0 a 1,5 veces la altura del montaje. Hay que prestar cuidadosa atención a la uniformidad de las luminancias en la vía, manchas brillantes y oscuras pueden producir un efecto molesto de zigzag.

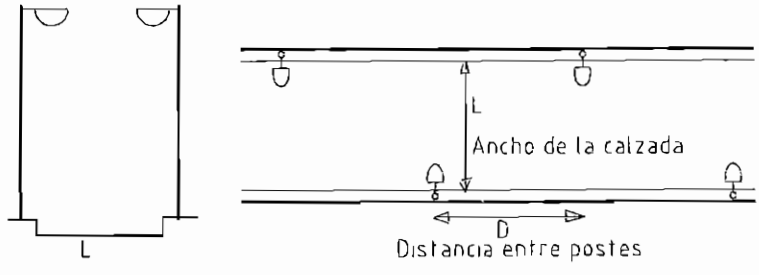


Fig. # 1.2.- Disposición Tresbolillo. H < L < 1,5 H

1.3.3.-Disposición Frente a Frente (pareadas).- {4}

Las luminarias están ubicadas una opuesta a la otra, se utiliza cuando el ancho de la vía es mayor a 1,5 veces la altura del montaje de la luminaria, como indica la fig. # 1.3

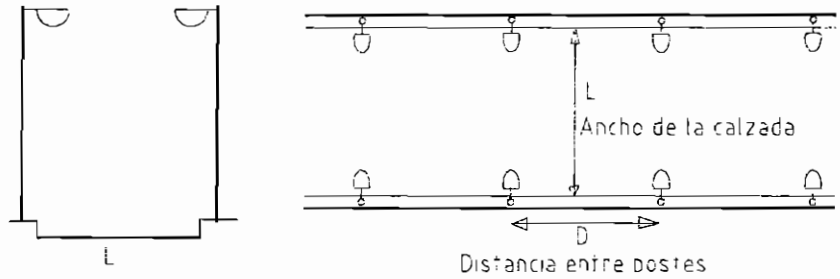


Fig. # 1.3.- Disposición Frente a Frente. L > 1.5 H

1.3.4.-Disposición Central (suspendidas en la mitad de la vía).- {4}

Para esta disposición las luminarias están suspendidas a lo largo del eje de la vía, se utilizan para vías estrechas con edificios en ambos lados que permite la suspensión de las luminarias en cables anclados en ellos, según la figura # 1.4.

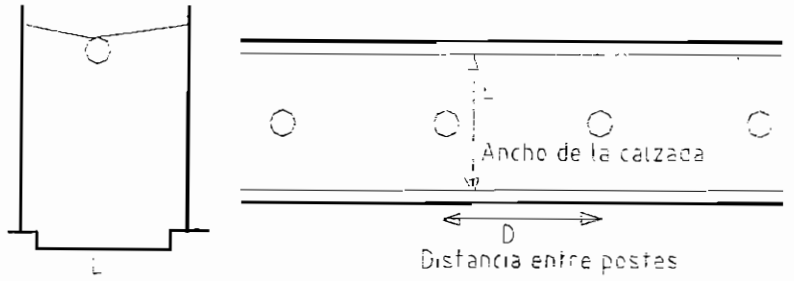


Fig. # 1.4.- Disposición Central

Se emplean también combinaciones de las cuatro disposiciones básicas. Existen también disposiciones especiales con luminarias montadas a baja altura con el fin de proveer orientación visual. En este caso la luminancia de la vía será muy baja debido a las sombras producidas por otros vehículos que pasan y a la degradación debida al polvo acumulado en las luminarias

1.3.5.-Disposición para Autopistas y vías de dos calzadas. {4}

a) Central con brazo doble.-

Los postes están colocados exclusivamente en la mediana central , esto puede considerarse como disposición unilateral para cada una de las dos calzadas, como se muestra en la fig. # 1.5

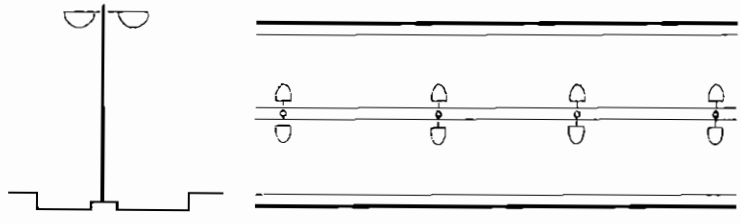


Fig. # 1.5.- Disposición Central con brazo doble

b) Combinación de Brazos Dobles y Disposición en Oposición

A los brazos dobles colocados en la mediana se agrega la disposición opuesta. Esto equivale a la disposición en tresbolillo para cada una de las calzadas.

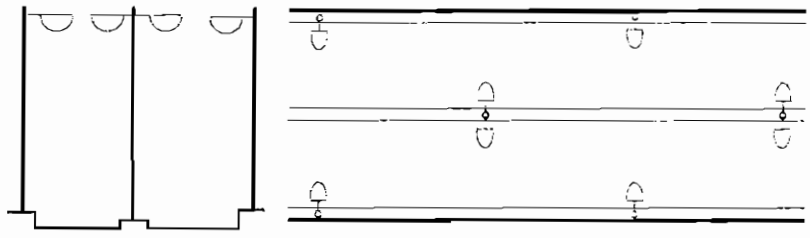


Fig. # 1.6.- Disposición Brazo doble y oposición.

c) Disposición en Catenaria.-

Las luminarias (con espacios de 10 a 20 metros entre sí) están suspendidas de un cable montado a lo largo de la vía, encima de la mediana. Los postes que soportan el cable quedan bastante distanciados (60 a 90 metros). La disposición en catenaria ofrece:

- Excelente orientación visual
- Excelente uniformidad
- Menor deslumbramiento que cualquier otro sistema (puesto que las luminarias se ven longitudinalmente)
- Mejor visibilidad, que se hace destacable especialmente si el tiempo es malo

La figura # 1.7 permite ver la disposición indicada.

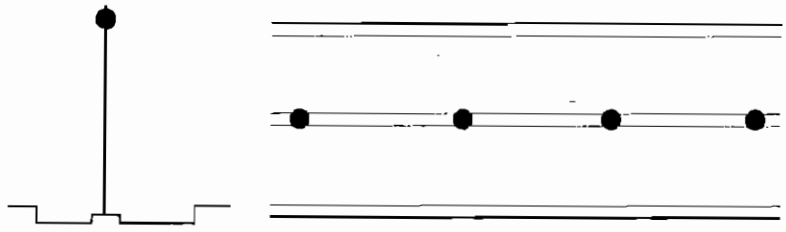


Fig. # 1.7.- Disposición en Catenaria

1.3.6.-Disposición en Bifurcaciones o Confluencias.- {4}

En las bifurcaciones o confluencias se utilizan diferentes tipos de lámparas y disposiciones diferentes para facilitar la orientación visual.

Se destacan los siguientes casos.

a) Con Luminarias clásicas de alumbrado público.-

En cruces, glorietas y vías de acceso la disposición de las luminarias debe ser tal que la bifurcación sea claramente visible a distancia. El alumbrado debería contribuir también a la prevención de congestiones de tráfico ayudando a los conductores en la selección de la salida conveniente. Esta ayuda, especialmente durante la noche, se hace efectiva:

- Dando a la vía una luminancia mayor en las zonas de bifurcación.
- Utilizando fuentes de luz con distinta apariencia de color
- Utilizando luminarias de tipo distinto y en disposiciones diferentes para vías principales y secundarias.

Se presentan los siguientes casos:

a1) Cruce de una vía principal con una secundaria

a2) Cruce de una vía de dos calzadas

a3) Confluencia de vías principales

a4) Glorieta

a5) Confluencia de vías de acceso con una autopista

b) Alumbrado con Postes Altos

Se prefiere la iluminación desde postes altos (de 20 metros o más) a la clásica, en bifurcaciones complejas de vías principales y en nudos de autopistas. Las hileras de luminarias del alumbrado clásico pueden producir un efecto de desorientación, especialmente en interconexiones de vías de diferentes niveles. Con un número reducido de luminarias de alta potencia en postes altos es posible imitar la uniformidad de la luz diurna. Al diseñar una instalación de esta índole se debe planificar cuidadosamente la posición de los postes y selección de las luminarias a emplear.

1.3.7.- Disposición en Curvas.- {3},{4}

Las curvas de radio grande (del orden de 300 metros) pueden tratarse como vías rectas y colocarse las luminarias según uno de los esquemas anteriormente descritos. En curvas de radio mas reducido las luminarias deben colocarse de forma que permitan obtener una adecuada luminancia de la vía y eficiente orientación visual. Si el ancho de la vía es menor de 1,5 veces la altura de montaje, las luminarias deben colocarse a lo largo del lado exterior de la curva, en disposición unilateral, como se indica en la fig. # 1.8

En vías más anchas se debe aplicar la disposición pareada. La disposición al tresbolillo no da ninguna orientación visual y debe, por consiguiente, evitarse. En todas las curvas, la separación de las luminarias depende del radio de la curva: cuanto menor sea éste, menor debe ser la separación. Como regla general, la distancia entre luminarias en las curvas debe reducirse entre 0,5 y 0,75 en relación con un tramo similar de una vía recta.

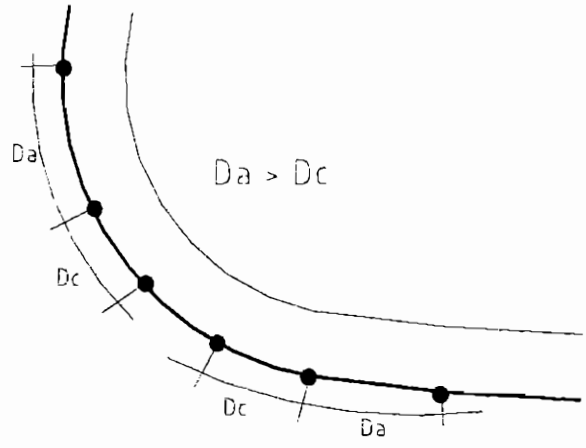


Fig. # 1.8.- Disposición en Curvas

1.3.8.- Disposición en Cruces "T".- {3}

En vías de igual importancia se debería en lo posible seguir el siguiente esquema, mostrado en la fig. # 1.9

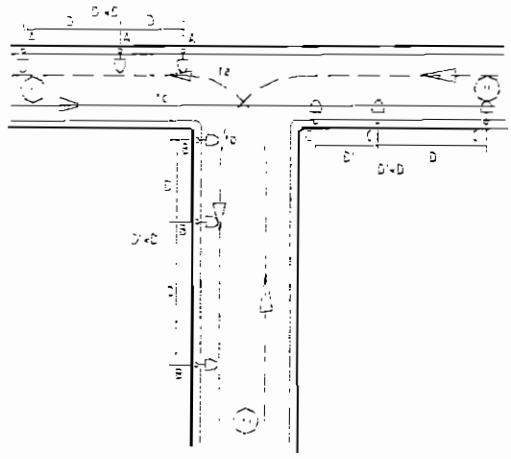


Fig. # 1.9 .- Disposición en cruces "T"

* Una luminaria A se coloca en el eje del lado derecho de la vía I circulando hacia el cruce por la vía III.
* Una luminaria A' se coloca del mismo lado de la luminaria A de manera que el automovilista que circula según la trayectoria tA encuentre delante de él, una luminaria a su entrada en la vía I. La localización de la luminaria A determina la disposición de las luminarias en la vía I.
* La luminaria B esta situada de manera que el automovilista que circula según la trayectoria tB encuentre delante de él una luminaria en el momento de cortar la trayectoria tC. Esta luminaria se sitúa a unos 10 metros de la esquina del cruce y su localización determina la disposición de las luminarias en la vía III.
* La luminaria C se debe situar de manera tal que el automovilista que circula en el sentido I – II según la trayectoria tC encuentre una luminaria delante de él en el momento de cruzar la vía III. Esta

luminaria se sitúa a unos 10 metros de la esquina del cruce (del lado opuesto a A) y su localización determina la disposición de las luminarias en la vía II.

* Con miras a reforzar la iluminación en las proximidades del cruce, se pueden reducir las interdistancias AA', BB', y CC', hasta ¾D. La discontinuidad así obtenida en la alineación de las luminarias a lo largo de las vías I y II, tiene la ventaja de advertir la existencia del cruce.

1.3.9.- Disposición en Cruces Y.- {3}

En vías de igual importancia siguiendo el mismo razonamiento dado en el numeral anterior, se puede justificar la presencia de las luminarias A, B, C.

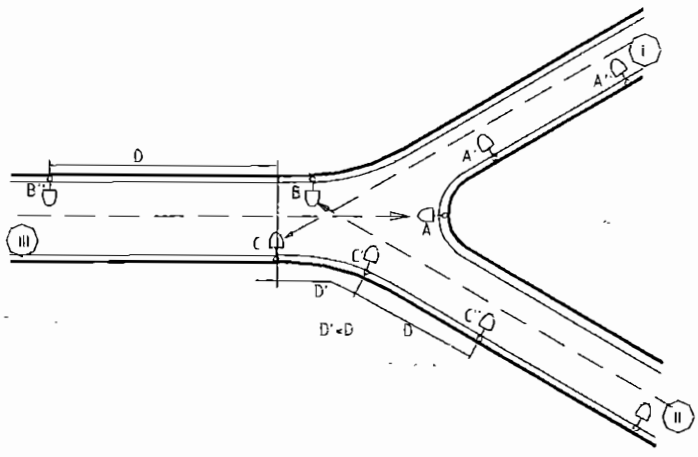


Fig. # 1.10.- Disposición en Cruces "Y"

1.3.10.- Disposición en Glorietas .- (Plazoletas)

La iluminación de glorietas se debe estudiar para cada caso en particular, analizando sobre el terreno y se pueden formular algunas recomendaciones generales que podrán adaptarse a las condiciones locales, basándose en el siguiente esquema.

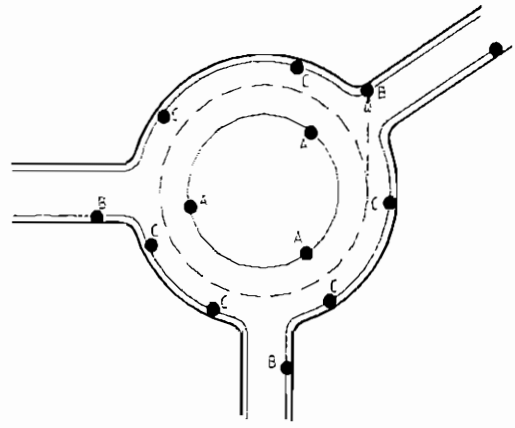


Fig. # 1.11.- Disposición en Glorietas o Plazoletas

- Si el diámetro de la zona verde central es pequeño, será suficiente colocar una sola luminaria con distribución simétrica del flujo, en el centro y a gran altura. Es conveniente sembrar arbustos en esta zona central, con el objeto de obtener un buen contraste.
- Si el diámetro de la zona verde central lo justifica, se colocaran luminarias detrás del borde de esta zona enfrente de cada una de las vías concurrentes (luminarias A).

* Se colocarán una o más luminarias C sobre el lado exterior de la glorieta con el fin de señalar la curva.
* Se deben colocar además las luminarias B, con el objeto de dar al automovilista una indicación de las diferentes vías de acceso que tiene la glorieta y hacer visibles los obstáculos que se encuentren cuando el automovilista abandona la glorieta y sigue por una de las vías concurrentes.

CAPITULO II

DISEÑOS DE ILUMINACION PARA AVENIDAS A NIVEL Y PASOS ELEVADOS

2.1. – CRITERIOS A CONSIDERARSE PARA EL DISEÑO DE ILUMINACION EN AVENIDAS Y EN PASOS ELEVADOS

2.1.1.-Objeto.-

El alumbrado público tiene por objeto permitir tanto a los peatones como a los automovilistas una visibilidad dotada de comodidad y con el máximo de seguridad para poder circular por una calzada durante la noche; en el caso de los automovilistas, se debe brindar condiciones adecuadas de seguridad, comodidad y velocidad similares a las que se puedan obtener durante el día.

Los conductores necesitan identificar claramente y con un determinado grado de velocidad los bordes y la superficie de las vías, además tener clara visión de la geometría de dicha vía y todo objeto fijo o móvil situado sobre esta.

Un buen alumbrado público en las calles y avenidas darán como resultado el mejoramiento de las condiciones de visibilidad constituyendo un medio eficaz para reducir la frecuencia de los accidentes, aumentar la capacidad de tránsito y disminuir la delincuencia.

Por otra parte, el alumbrado público debe permitir a otros usuarios de la vía (peatones, ciclistas etc.) ver sin riesgo de error o de deslumbramiento, todo vehículo que se acerque. Esto es aplicable tanto al peatón que atraviesa la vía, como al que se dispone a atravesarla.

El alumbrado público ayuda además a la estética de un determinado lugar, ya que la iluminación del mismo, aparte de servir para peatones y automovilistas, decora las calles, avenidas y plazoletas.

El aspecto económico es muy importante en la instalación de alumbrado público, pero se debe equilibrar el costo y la calidad que se obtiene, dando prioridad a la calidad en la iluminación, tomando en cuenta el tipo de avenida o el área a iluminarse.

En el alumbrado público se debe analizar algunos aspectos, dentro de los cuales se tiene:

a) Seguridad.-

La seguridad se logra si el alumbrado permite a los usuarios que circulan a paso normal, evitar un obstáculo cualquiera. La iluminación debe permitir, en particular, ver a tiempo los bordes, las aceras, separadores, encrucijadas, en pocas palabras toda la geometría de la vía.

* A este efecto se puede considerar que el criterio de seguridad consiste en la visibilidad de un obstáculo fijo o móvil constituido por una superficie referente de 15cm x 15cm con un factor de reflexión de 0.15. Se admite que: La seguridad de un peatón se logra si se puede distinguir este obstáculo a una distancia hasta de 10 metros.

* La seguridad de un automovilista depende esencialmente de su velocidad. A velocidad media (60 Km/h) él debe percibir este obstáculo a una distancia hasta de 100 metros. Para velocidades más altas esta distancia varia entre 100 y 200 metros.

* La noción de seguridad resultante del alumbrado público no es la misma en carreteras que en la ciudad. En el primer caso, el alumbrado interesa sobre todo al automovilista que circula a una velocidad relativamente alta sobre una carretera donde, prácticamente, los obstáculos fijos o móviles son raros. Por el contrario, en ciudades, la circulación es más densa, los obstáculos son generalmente más frecuentes pero la velocidad de circulación es ordinariamente menor. Se concibe pues que según el objeto que se persigue, la velocidad de circulación, su densidad y su naturaleza, van a influir en la elección del sistema de alumbrado.

b) Comodidad.-

La comodidad de una instalación de alumbrado depende del patrón de luminancia, de su uniformidad, del nivel de iluminación, de la ausencia de deslumbramiento, de la disposición y de la naturaleza de las fuentes luminosas. Estos criterios deben ser escogidos de tal manera que reduzcan al mínimo la fatiga del conductor y disminuyan su tensión nerviosa.

* La noción de comodidad resultante del alumbrado publico, no es la misma en las ciudades que en las carreteras. Por otra parte, el hecho de encontrarse en las aglomeraciones urbanas puede aumentar los imperativos de la comodidad.

* En efecto, es indispensable iluminar también las aceras y fachadas, tener en cuenta el color de la luz a fin de crear un ambiente luminoso agradable; todo esto evitando el

deslumbramiento directo debido a las fuentes, o el indirecto debido a los objetos brillantes que se encuentran sobre la calzada. A estos diferentes puntos se agregan las nociones de estética que complementan la noción de comodidad.

* En las carreteras y en las vías de penetración la iluminación debe además asegurar una continuidad óptica para permitir a los conductores circular a buena velocidad y observar fácilmente toda la geometría de la vía.

2.1.2.-Clasificación de los factores que influyen en la determinación del alumbrado público.

La solución de un problema de alumbrado exige el análisis previo de los siguientes aspectos:

a) Transito de vehículos

b) Velocidad de circulación

c) Tránsito de peatones

d) Necesidad de tener en cuenta los colores.

Se debe tener en cuenta, además, la característica de la vía (rectilínea, curva, numero de carriles de circulación, reglas de tránsito, superficie de la vía, ayudas ópticas que se usarán), así como, las particularidades que se pueden encontrar sobre ella (cruces, puentes, túneles, alrededores, etc.), y el gran total del que forma parte el sitio que se proyecta iluminar. En principio, todas las vías que responden de la misma manera a los cuatro primeros criterios definidos anteriormente pueden ser iluminadas de manera idéntica. Por consiguiente, se pueden agrupar las vías en varios conjuntos que respondan a un tipo de iluminación en función de los fines perseguidos, diferentes para

cada uno de ellos pero bien caracterizados para un mismo conjunto. Esta manera de pensar permite dar indicaciones sobre los problemas concretos y proveer al autor del proyecto, de guías suficientes para la adopción de una de las soluciones tipo o de una combinación de ellas. La experiencia, así como el número limitado de los criterios que se juzgan necesarios, incitan sin embargo, a no considerar demasiadas clases diferentes. La tabla # 2.1{3} permite seleccionar el tipo de vía considerando aspectos como: velocidad de circulación, tránsito de automóviles, tránsito peatonal y la necesidad de tener en cuenta los colores. La tabla indicada se muestra en la pagina 24.

La tabla # 2.2 {3} permite determinar el tipo de iluminación que se necesita en cada una de las vías a iluminar considerando la naturaleza de la misma.

El alcance de cada proyecto, según los objetivos que persiga, debe juzgar y escoger el tipo de iluminación más adecuado. En el presente código se hace referencia a estos tipos de iluminación para aclarar las recomendaciones del mismo. Se anota sin embargo que existen variantes que dependen más de condiciones económicas o estéticas y que por consiguiente no se pueden codificar.

Por esta razón se adoptan cinco tipos de iluminación caracterizados por los criterios enumerados en la Tabla # 2.1. En esta tabla los criterios admitidos son los siguientes.

a) Velocidad de circulación (V) en Km/h

b) Tránsito de vehículos (T) en # de vehículos /h.

CLASIFICACION DE LOS TIPOS DE ILUMINACION

TIPO	CRITERIOS	MUY IMPORTAN	IMPORTAN TE	MEDIA	REDUC IDO	MUY REDUCI DA
1	Velocidad de circulación	XXX	XXX			
	Transito de automóviles	XXX	XXX			
	Transito de peatones					XXX
	Tener en cuenta los colores			XXX		
2	Velocidad de circulación					
	Transito de automóviles	XXX	XXX			
	Transito de peatones	XXX	XXX	XXX		
	Tener en cuenta los colores		XXX			
3	Velocidad de circulación			XXX	XXX	
	Transito de automóviles			XXX	XXX	
	Transito de peatones			XXX	XXX	
	Tener en cuenta los colores		XXX	XXX		
4	Velocidad de circulación		XXX	XXX		
	Transito de automóviles				XXX	XXX
	Transito de peatones				XXX	
	Tener en cuenta los colores				XXX	XXX
5	Velocidad de circulación					XXX
	Transito de automóviles					XXX
	Transito de peatones		XXX	XXX		
	Tener en cuenta los colores		XXX			

Tabla # 2.1 .- Tipos de iluminación {3}

ILUMINACION TIPO RECOMENDADAS SEGUN LA NATURALEZA DE LA VIA

SITUACION	NATURALEZA DE LA VIA	TIPO DE ILUMINACION RECOMENDADA
Campo	Autopista y acceso Carretera interurbana Carretera secundaria	1 1 4
Penetración o Circunvalación	Carretera de penetración de una aglomeración importante Calle de penetración de una aglomeración importante Circunvalación o avenida circular	1 – 2 2 1 – 2
Aglomeraciones	Calle Importante Calle comercial Calle comercial Avenida arborizada, barrio residencia, parque publico, ciudadela ,etc	2 2 3 5
Casos Especiales	Cruce peligroso Glorieta curva Pendiente Puente Plaza publica	

TABLA # 2.2 .- Tipo de iluminación en función de la naturaleza de la vía

a) Velocidad de circulación (V) en Km/h

Muy importante	V > 90
Importante	60 < V < 90
Media	30 < V < 60
Reducida	V < 30
Muy reducida	Al paso

b) Tránsito de vehículos (T) en # de vehículos /h. La importancia de este tránsito se clasifica, teniendo en cuenta los dos sentidos de circulación así:

Muy importante	T > 1000
Importante	500 < T < 1000
Medio	250 < T < 500
Reducido	100 < T < 250
Muy reducido	T < 100

2.1.3.- Niveles de iluminación y de Luminancia

El nivel de iluminación, sólo da una indicación de la cantidad de luz incidente sobre la calzada de la vía. Esta iluminación puede ser un elemento numérico útil, pero en si no tiene importancia práctica para la apreciación de la calidad de una instalación de alumbrado publico. Es suficiente comparar la misma vía, seca o mojada; la iluminación y su repartición permanecen idénticas en los dos casos, pero el aspecto de la vía es completamente distinto. Lo que importa es lo que el usuario de la vía ve en realidad. El automovilista que circula sobre una vía iluminada está interesado, ante todo, en la parte de la vía situada entre 50 metros y 150 metros delante de su vehículo según su velocidad.

Resulta entonces que solo son importantes las direcciones de observación que forman un ángulo muy pequeño, de orden de 1.50°, o menos con la calzada.

El aspecto de la vía visto bajo este ángulo, esta caracterizado por la luminancia del pavimento que constituye por consiguiente el criterio principal de visibilidad.

* El nivel de luminancia debe ser suficiente para permitir al automovilista discernir fácilmente todo obstáculo situado sobre la vía propiamente dicha. La noción de luminancia interesa sobre todo a los automovilistas

que circulan a gran velocidad. Es también importante en las aglomeraciones sobre los grandes ejes de penetración. No se recomienda por consiguiente un nivel de luminancia específico, sino únicamente para los tipos de iluminación 1 y 2 (ver Tabla # 2.3).

* La noción de luminancia carece de interés, cuando se trata de vías secundarias, donde la iluminación reducida esta destinada más que todo a los peatones. Por otra parte, en los grandes centros urbanos de tránsito muy importante, la visión se reduce por efecto de silueta que por iluminación directa.

En este caso, la iluminación tanto de las calzadas como de sus alrededores, debe ser suficiente para crear un ambiente luminoso elevado.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, las luminancias y las iluminancias medias a realizar se han establecido en la Tabla # 2.3 {3}

LUMINANCIAS E ILUMINANCIAS

Tipo de Iluminación	Lumin. Media Pav.seco cd/m²	Iluminación media generalmente Necesaria en Luxes	
		Calzada clara	Calzada oscura
Tipo 1	1,5 – 2	15 - 20	30 - 40
Tipo 2	1 - 2	10 - 20	20 - 40
Tipo 3	(0,5 - 1)	5 - 10	10 - 20
Tipo 4		5	5 - 10

TABLA # 2.3 Luminancias e Iluminancias.- Valores iniciales, Factor Medio de Depreciación 0.7 {3}

2.1.4.-Uniformidad de Luminancia

Es necesario que la repartición de la luminancia sea lo suficientemente uniforme para que un obstáculo se destaque por silueta cualesquiera que sea su posición y la del observador. La uniformidad general de la luminancia esta dada por la relación entre la luminancia mínima y la luminancia máxima. Estos dos valores se refieren a la superficie de la vía situada entre 50 metros y 150 metros delante del observador. La experiencia ha demostrado que la uniformidad longitudinal es igualmente importante, pues su ausencia provoca fácilmente los efectos desagradables de "claro – oscuro" y de "serpenteo" bajando los niveles de comodidad y de seguridad. Por otra parte una buena uniformidad transversal permite distinguir claramente el ancho de la calzada y apreciar mejor el sentido de su continuidad. Como en el nivel de luminancias, estas nociones son únicamente validas para los tipos de iluminación 1 y 2 (ver Tabla # 2.4).

UNIFORMIDAD DE LUMINANCIAS

Iluminación	Uniformidad General De Luminancia L mín / L máx	Uniformidad longitudinal de Luminancia	Uniformidad Transversal de Luminancia	Uniformidad media de Luminancia L mín / L med
Tipo 1	>ó= 25 %	> ó= 70%	> ó= 40%	>ó= 60%
Tipo 2	> ó = 15%	>ó= 60%	> ó= 30%	>ó= 45%

TABLA # 2.4.- Uniformidad de Luminancias para vías tipo 1 Y 2 {3}

2.1.5.-Uniformidad de Iluminancia.

Para los tipos 3 y 4 la noción de uniformidad de lumiancia no tiene validez, debido a los niveles luminosos débiles. Se hace intervenir en estos casos la noción de uniformidad de iluminancia (ver Tabla # 2.5)

Nota: la noción de uniformidad de luminancias y las cifras con ella relacionadas se dan a titulo de indicación.

UNIFORMIDAD MEDIA

Iluminación	Uniformidad Media de Iluminación E mín /E medio
Tipo 3	15 - 35 %
Tipo 4	15 %

TABLA # 2.5.- Uniformidad media para vías tipo 3 Y 4

La tabla # 2.5 permite conocer los valores de uniformidad media aconsejados para el tipo de vías 3 y 4

2.1.6.-Deslumbramiento y comodidad visual.-

En el alumbrado público el deslumbramiento es generalmente producido por las luminarias. Conviene distinguir dos formas de deslumbramiento: el deslumbramiento fisiológico, que disminuye inmediatamente la capacidad visual del ojo y por consiguiente la visibilidad; y el deslumbramiento psicológico que disminuye la comodidad visual y puede provocar nerviosismo y fatiga. En el primer caso inmediatamente después que las luces brillantes desaparecen se tiene una disminución residual en la visión hasta nueva adaptación (deslumbramiento sucesivo). En el segundo caso inmediatamente después que el efecto desaparece recupera la visión normal.

* No debe olvidarse, sin embargo, que otros factores pueden también ocasionar deslumbramiento. Se pueden mencionar principalmente la presencia inoportuna de grandes superficies con elevado factor de reflexión, superficies especulares, vitrinas, y los avisos luminosos de tránsito de intensidades muy elevadas.

* El deslumbramiento depende principalmente de la iluminación producida por las luminarias en los ojos del observador. Por este motivo se fijan limites a las intensidades luminosas emitidas por las luminarias en las direcciones cercanas a la horizontal y esta limitación constituye la base de la clasificación de las luminarias.

* Se debe tener en cuenta en una luminaria de intensidad luminosa dada, lo siguiente:

a) El deslumbramiento disminuye cuando aumenta la superficie aparente de la luminaria (área proyectada en el plano perpendicular a la visual) y cuando su posición se aparte de la posición de la visión.

b) El deslumbramiento disminuye cuando el fondo contra el cual se mira la luminaria tiene una luminancia más elevada. Este fondo no esta constituido solamente por los alrededores inmediatos de la luminaria, sino por la totalidad del campo visual y en particular por la calzada, sus alrededores y las fachadas existentes. Los límites fijados para la intensidad luminosa de las luminarias pueden sobrepasarse, por consiguiente, cuando se aumenta el nivel de luminancia de la calzada o cuando existen fachadas iluminadas que sirven de fondo a las luminarias.

Teniendo en cuenta estas observaciones, es posible, para un efecto de deslumbramiento dado, relacionar la forma de repartición de la intensidad luminosa admisible de una luminaria a la clase de iluminación prevista.

La realización de todas las condiciones necesarias para obtener una buena visibilidad no es suficiente. Se debe también garantizar al conductor un cierto grado de comodidad visual que reduzca su tensión nerviosa y la fatiga que puede producir al cabo de cierto tiempo. Esta comodidad visual se logra mejor con un nivel luminoso elevado y un deslumbramiento reducido, pero se necesita además, continuidad de la impresión luminosa, tanto estética como dinámica.

La calzada es una superficie uniforme y debe verse uniforme. La uniformidad de luminancia de la calzada debe ser suficiente para que por una parte, el ojo del conductor, no sufra cambios de acomodación según la zona observada y por otra, que mientras conduce no este sometido a repetidas impresiones de luz y sombra que son tanto más rápidos e irritantes cuanto mayor es su velocidad. Además, un aspecto parcheado de la calzada puede camuflar obstáculos existentes.

Aunque a primera vista, la continuidad debe ser mayor en la dirección normal de la visión del conductor, es decir en la dirección de circulación, que en el sentido transversal, una buena uniformidad transversal es necesaria para facilitar la visibilidad de los obstáculos.

La comodidad visual del conductor puede también destruirse por el titilar de las luminarias o de su imagen sobre la carrocería de los vehículos delanteros o de su propio vehículo.

Limitación del deslumbramiento.-

El deslumbramiento ocasionado por las luminarias debe controlarse a un valor tal que evite suficientemente la incomodidad visual del conductor y toda tensión nerviosa o fatiga.

Se han propuesto algunas fórmulas para asignar un límite numérico al deslumbramiento, pero que actualmente, todavía se están discutiendo entre los expertos. Como solución práctica, se han clasificado a las luminarias según la forma de repartición de su intensidad luminosa, en tres categorías: luminarias A (cut-off), luminarias B (semi-cut-off) y luminarias C (non- cut-off), y se han fijado límites de utilización desde el punto de vista del deslumbramiento. Esta clasificación se estudia en el numeral 2.2.5 del capitulo II.

Las instalaciones de alumbrado público no deben provocar ningún deslumbramiento molesto, de aquí que se deben prescribir las luminarias tipo C en las vías con transito de automóviles denso y rápido. Por el contrario, en las vías secundarias donde los niveles de iluminación son débiles y donde las fuentes luminosas son menos potentes, se puede admitir luminarias tipo C. De todas formas, el apantallamiento de las luminarias debe ser tanto más grande cuanto más brillante sea la fuente. Por estas razones se prescribe mas severamente el no apantallamiento para las fuentes puntiformes que para las fuentes de forma alargada.

La tabla # 2.6 {3} indica el tipo de luminaria recomendada de acuerdo al tipo de iluminación que se obtenga de la tabla # 2.1

Nota 1.- Na AP Sodio de alta presión

Na BP Sodio de baja presión

FL Fluorescente

HgH Mercurio halógeno

Nota 2.- Las definiciones de luminarias clase A (cut-off), clase B (semi-cut-off) y clase C (non- cut-off) están dadas en la parte de fuentes luminosas. Para evitar el deslumbramiento, se debe tratar de apartar, en cuanto sea posible, del campo de visión, las fuentes que puedan producirlo. Para ello debe darse una atención particular a las instalaciones de alumbrado de los alrededores de las vías, como anuncios luminosos.

LUMINARIAS

Tipo de Iluminación	Luminaria A (cut – off)	Luminaria B (semi- cut-off)	Luminaria C (non- cut-off)
1	Recomendada	Admisible	Desaconsejada
2	Recomendada	Admisible	Desaconsejada (Hg, NaAP, HgH Admisible (FL)
3	Admisible	Admisible	Admisible (Hg, NaAP, HgH Recomendada(FL))
4	Admisible	Admisible	Recomendada(FL) Desaconsejada(NaAP, NaBP, HgH y Hg)
5	Desaconsejada	Admisible	Recomendada

TABLA # 2.6.- Tipos de Luminarias {3}

2.2.- LUMINARIAS.-

Es un dispositivo completo de iluminación que dirige, dispersa o modifica la luz dada por la fuente de iluminación.

2.2.1.-Objeto:

a) Dirigir sobre la calzada, con el mínimo de perdidas y en dirección deseada, el flujo luminoso emitido por las fuentes.

b) Proteger las fuentes luminosas contra la intemperie.

c) Reducir, en ciertos casos el deslumbramiento debido a las fuentes.

d) Aislar térmicamente la fuente del ambiente exterior, con el fin de alcanzar la temperatura de funcionamiento que corresponde al máximo de eficiencia luminosa.

2.2.2.-Sistemas Opticos.-

La repartición del flujo luminoso en la dirección deseada puede ser obtenida por medio de reflectores, refractores, difusores, o por una combinación de los diferentes sistemas.

Estos reflectores y refractores permiten dirigir el flujo luminoso siguiendo preferentemente el eje longitudinal de la vía a iluminar.

2.2.3.-Rendimiento de la Luminaria y rendimiento de utilización de una luminaria instalada.

El rendimiento de la luminaria depende esencialmente de sus características, y el factor de utilización depende de la luminaria y de la relación del ancho de la calzada a la altura de montaje. En la práctica el rendimiento de la luminaria es del orden del 60% al 75 %y el factor de utilización varia entre el 15% y el 50%.

2.2.4.-Luminarias cerradas o abiertas.-

Las luminarias pueden ser de tipo cerrada o abierta. Las de tipo cerrada presentan la ventaja de proteger mas eficazmente el sistema óptico contra el polvo y la acción de los agentes atmosféricos.

2.3.5.-Tipos de Luminarias.-

Existen tres tipos de luminarias que son:

a) Luminaria Tipo A (cutt-off).- En este tipo de luminaria la intensidad luminosa se limita estrictamente en los ángulos superiores a 80 grados con la vertical siendo prácticamente nula en el sentido horizontal.

Tiene como principal ventaja la ausencia de deslumbramiento pero exige una reducción de intervalo entre fuentes luminosas.

b) Luminaria Tipo B (semi-cutt-off).- Aquellas en la cual la intensidad luminosa se reduce en los ángulos superiores a 80 grados y es débil en el sentido horizontal.

Presenta las características intermedias de los tipos A y C.

c) Luminaria Tipo C (non-cutt-off).- En este tipo de luminaria, la intensidad luminosa en los ángulos superiores a 80 grados no se reduce sensiblemente y en el sentido horizontal puede sobrepasar los valores especificados para el tipo B.

Tiene como característica, que permite una distancia más grande entre las fuentes, pero provoca generalmente un deslumbramiento importante.

Las luminarias anteriores pueden ser de tipo horizontal o vertical.

Todas las piezas que componen la luminaria deben ser inalterables.

El sistema óptico debe ser removible para facilitar su remplazo eventual.

La luminaria cerrada debe ser lo más hermética posible.

Los portalámparas y soportes deben ser muy resistentes mecánicamente.

Las luminarias deben oponer poca resistencia a la presión del viento.

La inclinación de las luminarias modifica las características de distribución luminosa de las mismas y se debe tener en cuenta en los diseños de iluminación.

En la tabla # 2.7 se muestran las intensidades máximas admisibles para los diferentes tipos de luminarias.

INTENSIDADES LUMINOSAS

Tipo de Luminaria	Dirección de Máxima intensidad (grados)	Valor Máximo de la Intensidad Luminosa Admisible emitida A:	
		90 grados	80 grados
TIPO A (cutt-off)	0 - 65	10 cd / 1000 lm	30 cd / 1000 lm
TIPO B (semi-cutt-off)	0 - 75	50 cd / 1000 lm	100 cd / 1000 lm
TIPO C (non-cutt-off)		1000 cd	

TABLA # 2.7.- Intensidades Luminosas máximas admisibles para los diferentes tipos de luminarias.{3}

2.3.- SELECCIÓN DE LUMINARIAS.-

Para obtener un buen nivel de iluminación se hace necesario seleccionar adecuadamente las luminarias y la lámpara a utilizarse, tomando en cuenta los pro y los contra que cada una de ellas, a continuación se detalla las características.

2.3.1.-Lámparas de Incandescencia.-

En una lámpara de incandescencia, la corriente que atraviesa a través del filamento aumenta la temperatura de éste, en razón del efecto Joule; por ello, el filamento se hace incandescente y emite una radiación, de la que una pequeña parte (del 6 al 12 %) es visible.

Las bombillas incandescentes presentan la ventaja de ser de menor costo que las otras lámparas, gran simplicidad de empleo por la ausencia de accesorios eléctricos auxiliares, pequeño tamaño, luz de color agradable y un factor de potencia igual a la unidad.

Los inconvenientes de estas bombillas hacen que ellas sean cada vez menos utilizadas en las nuevas instalaciones. Estos inconvenientes son, en orden de importancia: poca vida útil (alrededor de 1000 horas), gran influencia de las variaciones de la tensión de la red en esta vida útil, eficiencia luminosa muy baja, luminancia fuerte. Su costo de instalación inicial, relativamente mínimo, es contrabalanceado por los gastos elevados de consumo y mantenimiento.

Los gases que más corrientemente se utilizan, son el nitrógeno y el argón y cuanto mayor sea la presión del gas, tanto menor será la evaporación del filamento y tanto mayores serán la eficacia luminosa y la vida útil de la lámpara.

2.3.2.-Lámparas halógenas.-

Las lámparas halógenas, provistas de un filamento de tungsteno, contienen también un halógeno además del gas inerte normal, lo que entraña un ciclo de regeneración en la lámpara, que permite al tungsteno volatilizado, volver a cebar el filamento.

Con las lámparas halógenas, se obtiene una duración de vida más larga y/o una mejor eficacia, en comparación con las lamparas de incandescencia tradicionales.

2.3.3.-Lámparas de descarga.-

La luz de las lámparas de descarga no está producida, como en el caso de las lámparas de incandescencia, por el calentamiento de un filamento, sino por una descarga eléctrica en arco mantenida en un gas o vapor ionizado; algunas veces en combinación con la luminiscencia de los compuestos de fósforo excitado por la radiación generada en la descarga.

Generalmente, las lámparas de descarga no pueden funcionar sin un dispositivo que limite la corriente que atraviesa, un balasto, debidamente conectado en el circuito.

Atraídos por uno de los electrodos, los electrones libres sufren una aceleración en razón del campo eléctrico, y adquieren así una mayor energía cinética, que les permite chocar contra los átomos de gas. Cuando hay un choque energético suficiente, puede producirse la ionización de un átomo inicialmente neutro. El átomo a su vez, se acelera en el campo y puede también provocar una ionización. Ello provoca un efecto" bola de nieve" o avalancha.

Como consecuencia de este efecto "bola de nieve" , la intensidad de la corriente tiene tendencia a aumentar, por lo que es necesario limitarla y estabilizarla, en función de un valor determinado.

a) Lámpara de vapor de mercurio de alta presión fluorescente.-

El tubo de descarga se hace de cuarzo y contiene argón y mercurio. El mercurio se evapora progresivamente cuando la lámpara se enciende.

La presión del vapor puede alcanzar de 1 a 2 atmósferas. Un bulbo ovoide, recubierto de un polvo fluorescente protege el tubo de descarga y produce una emisión de luz.

La corriente de encendido es el 50 % mayor que la corriente normal de funcionamiento, El retardo entre los dos valores es de aproximadamente, 4 a 10 minutos.

En caso de corte de corriente, la lámpara volverá a encenderse solamente después de haberse enfriado, lo que supone varios minutos.

Estas lámparas han sido utilizadas durante más de 40 años para el alumbrado público e industrial.

b) Lámpara de vapor de mercurio y halogenuros.-

Estas lámparas tubulares claras u ovoides, están constituidas por un vidrio resistente, que comprende un tubo de descarga, en el que se ha introducido ioduros metálicos; por ejemplo, ioduros de mercurio, de sodio, de talio. La emisión espectral de estos metales, completa la emisión de mercurio o la sustituye. Resulta de ello, una mayor eficacia luminosa, que alcanza de 79 a 90 lm/W y la luz es casi blanca.

Como no se puede utilizar un electrodo auxiliar interno, estas lámparas requieren un sistema de encendido exterior, generalmente de tipo electrónico.

Aunque su vida útil es inferior a las bombillas de vapor de mercurio, presentan como ventajas adicionales su mayor eficiencia luminosa y su mejor color de luz.

c) Lámparas de vapor de sodio baja presión.-

La presión del sodio activo es aproximadamente 0.4Pa (0.004 milibares) a 27 grados centígrados.

La lámpara comprende un tubo de descarga de vidrio, en forma de U. Cuando no funciona, el sodio se condensa formando gotitas; en el encendido la temperatura del quemador aumenta y las gotitas se evaporan. El encendido tiene lugar en el neón. El tubo de descarga está situado en un bulbo de vidrio bajo vacío. Este envolvente cilíndrico exterior está recubierto en el interior por una capa muy fina de óxido de indio, que refleja las radiaciones infrarrojas del tubo de descarga, limitando así las pérdidas.

La luz obtenida, es prácticamente monocromática a 589 nm con color naranja-amarillo. Gracias a la longitud de onda de esta luz, próxima a la sensibilidad máxima del ojo (75 % de visibilidad máxima), la eficacia luminosa de estas lámparas es acrecentada y alcanza 220 lm/W).

El encendido requiere de 4 a 12 minutos, según la potencia. Un balasto nuevo permite un reencendido instantáneo de estas lámparas.

Los balastos son, o bien auto-transformadores de dispersión magnética, que proporcionan una tensión suficientemente elevada para el encendido (600 V), o una reactancia con un arrancador electrónico suplementario.

La luz monocromática no permite distinguir los colores, además, la utilización de estas lámparas esta limitada al alumbrado público, dominio en el que una extremada eficacia representa una ventaja considerable.

Las ventajas de las fuentes de vapor de sodio son: eficiencia luminosa elevada, alta potencia unitaria y buena percepción visual, debido al carácter monocromático de la luz.

Su inconveniente es el color amarillo que cambia el de los objetos iluminados, pero se permite utilizar estas fuentes para el alumbrado en las aglomeraciones donde la necesidad de tener en cuenta los colores no tiene casi importancia y la seguridad del transito es primordial.

Su empleo en luminarías tipo A (cutt-off) o tipo B (semi-cutt-off) es conveniente en las instalaciones de las categorías 1 y 2 donde la necesidad de tener en cuenta los colores es secundaria

d) Lámparas de vapor de sodio de alta presión.-

La presión del sodio activo es de aproximadamente 33 Pa (0.3 bares o 246 mm de mercurio).

Como el cuarzo y el vidrio no pueden resistir a la potente corrosión del vapor de sodio de estas lámparas, por encima de 1000 grados centígrados, el tubo de descarga se hace de alúmina trasparente.

El envolvente exterior del tubo de descarga puede ser, o bien ovoide y dispersivo, o bien clara y cilíndrica.

La luz no es monocromática, puesto que se emite en otras longitudes de onda. La luz es mucho más cálida. La utilización es en el alumbrado público e industrial.

En razón de su pequeño tamaño, esta lámpara debe ser utilizada con ópticas de precisión.

La intensidad de la corriente de encendido es el 50 % más elevada que la de la corriente normal de funcionamiento. El tiempo necesario entre

el arranque y el rendimiento máximo es de, aproximadamente, 10 minutos.

En razón de la alta tensión de encendido, es necesario utilizar un arrancador exterior, además del balasto.

El aumento importante de la tensión de arco de la lámpara de sodio de alta presión durante su vida, constituye un proceso tan importante, que merece una atención particular. La lámpara se apagara si la tensión de arco es demasiado elevada durante el encendido, lo que puede suceder cuando la lámpara envejece. Después de un corto período de enfriamiento, la lámpara volverá a arrancar, pero volverá a apagarse aún después de un corto período. Este proceso continuará, habiendo alcanzado la lámpara por tanto su limite de vida. Esto es conocido con el término de "ciclo" Esta deficiencia se ha superado, con nueva tecnología implementada en la construcción de las lámparas de sodio de alta presión.

Las condiciones ambientales afectan a la tensión de arco de las lámparas de sodio de alta presión. Una temperatura ambiente elevada en una luminaria o un reflector de diseño inadecuado, pueden ocasionar tensiones demasiado elevadas. El aumento máximo de la tensión de arco en una luminaria, debe quedar en los valores recomendados por la publicación 662 de la IEC.

Aunque su eficiencia es algo menor que las de vapor de sodio de baja presión, presenta como ventajas adicionales, su tamaño y su color de luz que afecta menos la reproducción de los colores.

2.3.4.-Lámparas fluorescentes,-

Las lámparas fluorescentes son aquellas en las que la descarga eléctrica se produce en un vapor de mercurio a presión muy baja, aproximadamente 0,01 mm de mercurio (1,33 Pa).

La energía emitida durante la descarga eléctrica, conduce a la emisión de una radiación de 254 nm, lo que corresponde al 90 % de la energía radiante.

La radiación ultravioleta de 254 nm, no estimula las células del ojo, sin embargo es transformada en luz visible, gracias a la presencia de polvos fluorescentes en el interior del tubo.

La radiación ultravioleta es absorbida por los productos fluorescentes que transforman la energía en luz visible.

Gracias al empleo de polvos fluorescentes, se puede fabricar lámparas con un índice de rendimiento de color de 50% a 95% y una eficacia luminosa que llega hasta 90 lm/W. Como consecuencia de la evolución tecnológica permanente, estas lámparas existen ahora en versión tubular, redonda compacta o mini.

Para estabilizar la descarga se precisa un balasto de inducción, y a menudo un arrancador (interior o exterior). El arrancador C.A. de alta frecuencia, resulta cada vez más popular y de mayor aplicación.

a alta frecuencia presenta ventajas muy importantes como son:

* Aumento de la eficacia luminosa de la lámpara
* Ausencia de parpadeo
* Estabilización con reducción de perdidas, gracias al balasto electrónico.

Los tubos fluorescentes presentan la ventaja de un buen coeficiente de eficiencia luminosa, una luz que respeta el color de los objetos iluminados y una luminancia relativamente débil.

Sus inconvenientes son sus grandes dimensiones y su poca potencia unitaria que hace necesario la multiplicación del numero de tubos. Esto representa una ventaja en el caso de utilización de dos circuitos o de avería accidental de uno de los tubos.

Debido a su poca luminancia se puede utilizar en luminarias tipo C (non-cutt-off). Es sin embargo, recomendado colocar tales luminarias a alturas relativamente grandes con el fin de eliminar la incomodidad debida al deslumbramiento.

Los tubos fluorescentes convienen para las instalaciones de los tipos de iluminación 2, 3 y 4. (Tabla # 2.6)

CAPITULO III

DISEÑO DE ILUMINACION PARA PASOS DEPRIMIDOS O TUNELES

3.1. – CRITERIOS A CONSIDERARSE PARA EL DISEÑO DE INSTALACIONES ELECTRICAS EN PASOS DEPRIMIDOS O TUNELES.

3.1.1.-Objetivo.-

Para que se entienda de mejor manera lo descrito a continuación, hace falta definir algunos conceptos como son:

* Distancia de parada de seguridad.- es la distancia necesaria para que los objetos se hagan visibles a los ojos de los conductores, considerando la máxima velocidad a la que estos puedan circular. {6}
* **L20.**- Se denomina luminancia de la zona de acceso, y es el valor de luminancia necesaria al comienzo de la zona umbral, basada en el valor de la luminancia que se encuentra a una distancia igual a la distancia de parada de seguridad en la zona de acceso al túnel, contenida en un campo de visión cónico, que subtiende un ángulo de 20 grados a los ojos del conductor que se aproxima al portal del túnel y centrado sobre si mismo. {6}

El propósito del alumbrado de un túnel de carretera, es asegurar la continuidad de las prestaciones visuales de los conductores que penetran en este túnel, circulan por él y luego salen del mismo.

Cuando van a abordar un túnel, los conductores se enfrentan a un problema de adaptación visual. Deben pasar del alto nivel de luminancia, proporcionado por la luz del día, a un nivel de luminancia prácticamente nulo en el interior del

túnel, el fenómeno es conocido con la denominación de adaptación temporal de visión. Para adaptarse a este pequeño nivel de luz, los ojos necesitan un tiempo relativamente largo, durante el cual el vehículo del conductor recorre una distancia que es tanto mayor, cuanto más elevada es la velocidad del vehículo.

Un segundo fenómeno viene a añadirse al primero: el problema de la adaptación espacial. En conducción normal, el campo de visión del conductor es relativamente grande; corresponde al campo libre de visibilidad ofrecido por el parabrisas del vehículo, y cuya abertura angular es del orden de los 20 grados. Por el contrario, cuando un conductor se aproxima a un túnel, su campo de visión se estrecha y está limitado a un ángulo correspondiente, más o menos, a la apertura del portal de entrada del túnel, es decir, 2 grados aproximadamente.

El conductor que se acerca a la entrada de un túnel durante el día ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior, a la luminancia del interior. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él es mucho más bajo que el de afuera, se enfrenta al problema del "agujero negro" si un conductor se apresta a entrar a un túnel mal iluminado durante las horas diurnas. Durante un tiempo muy corto y a una distancia muy próxima al portal del túnel, el automovilista percibe de súbito que sus prestaciones visuales han disminuido.

Para neutralizar los efectos de estas dos situaciones que causan tensión, la zona de entrada en el túnel será iluminada muy fuertemente, en una longitud igual a la distancia de parada de seguridad, con lo que los obstáculos se harán visibles dentro del túnel. En cuanto a los requerimientos del alumbrado

durante las horas de la noche, la situación es inversa a la de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es menor que el del interior y el problema de adaptación al "agujero negro" puede aparecer en la salida.

Para cubrir la exigencia de la luz diurna se hace necesario un alumbrado adicional instalado en las distintas zonas, umbral, transición y salida del túnel, las cuales se describen más adelante. Este alumbrado adicional para las horas de la noche, deberá suspenderse mediante un control de iluminación y de esta manera reducir o atenuar la iluminación para lograr una luminancia media de 3 cd/m2 en toda la longitud del túnel.

Las vías de salida con poca iluminancia deben equiparse con una instalación de alumbrado aceptable en una longitud de unos 200 metros desde la salida del túnel para ayudar a la adaptación de la visión del conductor.

3.1.2.- Consideraciones generales para la iluminación de túneles

a) Reflectancia y color de calzada, paredes y techo.

Para obtener un nivel de iluminación alto dentro del túnel lo mas económicamente posible, la calzada y las paredes deben tener un alto grado de reflectancia (debería aumentarse artificialmente el brillo de la calzada.)

Para una buena orientación visual es deseable que haya una pequeña diferencia de iluminancia o de color entre la calzada y las paredes. Deben evitarse superficies con reflexión especular. Adicionalmente es aconsejable que el acabado de las paredes sea de material fácil de limpiar.

b) Polvo y gases de escape.

El tráfico que acarrea un túnel trae gran cantidad de polvo. Además, los gases de escape de los vehículos contienen cantidades grandes de partículas de carbón sin quemar. Estas nubes de partículas reducen la agudeza visual en el túnel. Este efecto puede compensarse, en parte, con un alto nivel de iluminancia. Pero hay que establecer una buena ventilación para eliminar tales concentraciones rápidamente.

Además de que éstas concentraciones de polvo y gases de escape reducen la visibilidad, producen un rápido ensuciamiento de la superficie dentro del túnel. Este ensuciamiento causa una pronta disminución de la luminancia, efecto que puede remediarse únicamente con frecuentes limpiezas de paredes y luminarias.

3.1.3.- Luminancias de las fuentes de luz.

La altura de montaje de las fuentes luminosas es inferior a la empleada en la iluminación de vías. Hay, por consiguiente, mayor posibilidad de que una luminaria no apantallada produzca deslumbramiento.

Un apantallamiento adecuado es lo más importante en la zona central, por ser relativamente obscura . En la zona de umbral, con su alto nivel de luminancia, el apantallamiento no es tan exigente y la luminancia de las fuentes puede ser más alta . Esto contribuirá también a que el conductor sé de cuenta de que esta entrando en un túnel. Una diferencia de colores entre la luz del día y la iluminación de la entrada del túnel sirve al mismo fin.

3.1.4.- Efecto de Parpadeo.-

Cuando las fuentes luminosas están montadas en hileras discontinuas, en el techo o lateralmente en las paredes, se produce un efecto de parpadeo que

puede ser perturbador para la visión de los automovilistas que circulan por el túnel. El parpadeo es el resultado de las propias lámparas que aparecen y desaparecen en la periferia del campo de visión del automovilista. Ciertas zonas de frecuencia de parpadeo, son más perturbadoras que otras y, particularmente, en el caso de que el automovilista esté sometido a las mismas durante un cierto tiempo. La separación de las luminarias a evitar depende, por tanto de la longitud del túnel o de la zona del túnel en cuestión y la velocidad del vehículo. Si el espacio vacío entre las luminarias (o su superficie iluminante) es inferior a la longitud de estas luminarias (o su superficie iluminante) el efecto de parpadeo es despreciable.

El efecto de parpadeo no es tenido generalmente en cuenta, más que para la zona interior del túnel, siendo las zonas de entrada y de transición, generalmente demasiado cortas para que el efecto de parpadeo pueda ser perjudicial.

El grado de molestia para un conductor depende del número de parpadeos por segundo (frecuencia de parpadeo).

En la práctica, el efecto de parpadeo es perturbador para frecuencias comprendidas entre 2.5 Hz y 15 Hz.

Ejemplo:

Velocidad: 60 Km/h = 16.6 m/seg

Separación de las luminarias: 4 m

Frecuencia de parpadeo: 16.6/4 = 4.2 Hz.

Se encuentra por tanto en la zona de las frecuencias perturbadoras.

3.1.5.-Visibilidad y detección de contrastes.

Se detecta la presencia de obstáculos por contraste, es decir, por el hecho de que estos obstáculos se destacan contra un fondo. Los obstáculos aparecerán más claros que su fondo, si el nivel de luminancia **Lo** del obstáculo es más elevado que el nivel de luminancia, **Lb**, del fondo, y el contraste C se dirá que es positivo. Generalmente, esto es lo que sucede cuando los obstáculos son muy claros. Por el contrario, si los obstáculos son obscuros y si el nivel de luminancia **Lo** es inferior a la luminancia **Lb,** se dirá que el contraste en negativo:

$$C = \frac{/ Lo - Lb /}{Lb} * 100\%$$

En la que: Lo = Luminancia del obstáculo

Lb = Luminancia del fondo (o de la calzada)

Para obtener una visibilidad suficiente, el contraste debe, en valor absoluto alcanzar un porcentaje suficiente.

A fin de evitar el efecto del "agujero negro", es necesario asegurar una relación suficientemente elevada, entre el nivel de luminancia media mantenida sobre la superficie de la calzada **(Lth)** de la zona de adaptación y el nivel de luminancia de la zona de acceso **(L20).**

Se ha admitido generalmente, según ciertos expertos (publicación CIE No 61), que si se toma como criterio para evitar el efecto del agujero negro, la exigencia de que un obstáculo de 20x20 cm, con un contraste del 20% con el fondo, sea visible en 1/10 de segundo, a una distancia de 100 metros entonces la relación susodicha debe ser del orden del 10 %. Desgraciadamente, estadísticas indican que, de hecho se encuentra con

cualquier clase de obstáculos, desde más claros a los más oscuros, sin embargo, con una predominancia de los objetos oscuros.

Por consiguiente, en condiciones particulares de alumbrado y para ciertos obstáculos, se obtendrá un contraste inferior al contraste del umbral Cth y, a partir de entonces, no existirá visibilidad.

Este problema se manifiesta, cualesquiera que sea el tipo de alumbrado y el tipo de obstáculo.

Como hay más objetos oscuros (es decir, con menor factor de reflexión, p= +/- 0.15) que objetos claros (es decir, con un factor de reflexión elevado, p= +/- 0.7 a 0.7), hay que imaginarse un sistema de alumbrado tal, que la iluminación vertical **Ev** de obstáculos vistos por automovilistas, sea pequeña y a partir de entonces que **Lo** sea prácticamente cero, de manera que en la práctica y en cualesquiera circunstancias, se obtendrá contrastes negativos superiores en términos absolutos a Cth = 20 %.

3.1.6.-Elección del sistema de alumbrado.

Los sistemas de alumbrado de túneles, se reparten en dos grupos: los sistemas de alumbrado simétricos y los sistemas de alumbrado asimétricos de contraflujo, basados en la relación **Lb/Ev.**

En un sistema simétrico, la luz es dirigida simétricamente en el plano vertical, paralelo al eje del túnel. El ejemplo mejor conocido de un alumbrado simétrico, es un sistema compuesto por hileras continuas de tubos fluorescentes: $Lb / Ev < 0.2$

En un sistema de iluminación asimétrico o a contraflujo, la luz es dirigida asimétricamente, paralelamente al eje del túnel y en el sentido opuesto al tráfico: $Lb / Ev > 0.6$

3.1.7.- Limitación del deslumbramiento.

Como el deslumbramiento disminuye la visibilidad, es importante restringirlo al mínimo. En el caso de la iluminación de los túneles, el deslumbramiento fisiológico incapacitivo hay que tomarlo en cuenta.

El aumento del umbral de contraste (T.I.) no debería sobrepasas el 14% para todos los niveles y zonas del túnel.

El valor de T.I. se calcula por la formula siguiente:

$$T.I. = 65 \times Lv/Lr^{0.8} \quad \text{para } Lr < 5\ cd/m^2$$

$$T.I. = 95 \times Lv/Lr^{1.05} \quad \text{para } Lr > 5\ cd/m^2$$

Con: Lr = luminancia media de la calzada y de las paredes del túnel que forman el fondo.

Lv = Luminancia de velo, producida por todas las luminarias en el campo de visión desde la horizontal hasta 20 grados por encima de ésta.

3.2.- ZONAS A CONSIDERARSE PARA LA ILUMINACION DE TUNELES.

Para obtener una mejor iluminación, a los túneles se los divide en varias zonas; el número de zonas que tenga un túnel determinado dependerá de la longitud total del mismo; a continuación se detallan las zonas posibles que puede tener un túnel.

3.2.1.- Zona umbral.

La longitud total de la zona de umbral, debe ser al menos igual a la distancia de parada. En la primera mitad de esta distancia, el nivel de luminancia deberá ser igual a Lth, mantenida en la superficie de la calzada, que es el

valor al comienzo de la zona de umbral. A partir y más allá de la mitad de la distancia, el nivel de luminancia podrá disminuir progresivamente y linealmente, hasta un valor al final de la zona umbral igual al 40 % del valor de Lth. La disminución progresiva sobre la ultima mitad de la zona umbral, puede tener lugar por escalones sucesivos. Si esta es la solución adoptada, la relación de luminancia entre un escalón y el siguiente, no será sin embargo superior a 3:1 y el nivel de luminancia no caerá nunca bajo él limite indicado por la curva de la figura No. 3.1

Representación esquemática de niveles de luminancia de las diferentes zonas

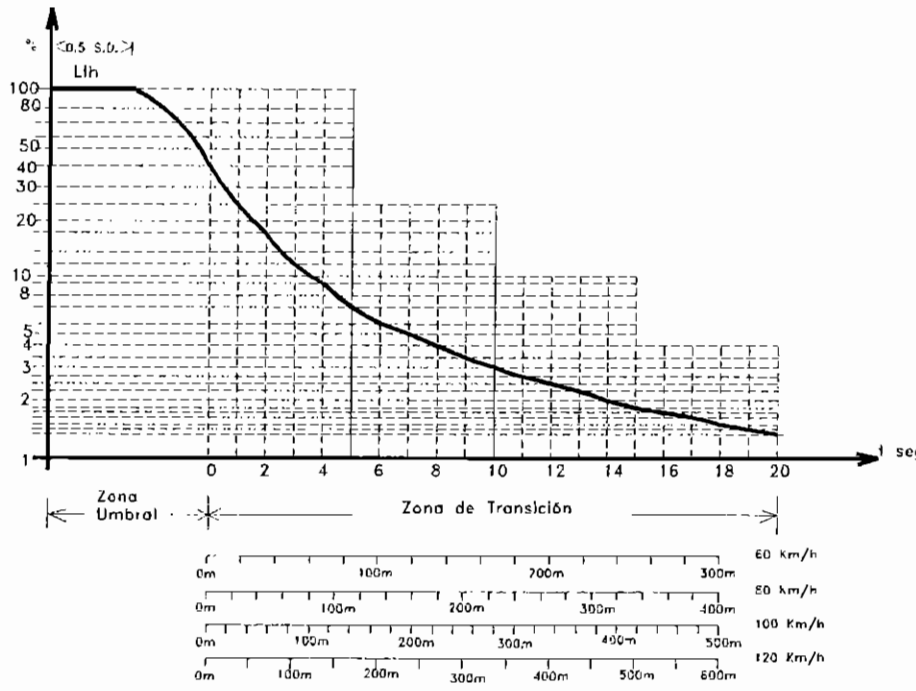


Fig. 3.1.- Representación esquemática de los niveles de luminancia de las diferentes zonas y para diferentes velocidades.

En la zona de transición, la luminancia disminuye progresivamente desde la zona de umbral hacia la zona interior. La disminución de luminancia a lo largo del eje del túnel, está dada en la parte de la curva que comienza en el punto 0, como se ha indicado en la figura No. 3.1. Para hacer visibles los objetos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona de umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada luminancia externa de adaptación, que es función a de la magnitud y distribución de las luminancias exteriores del túnel.

Las luminancias exteriores, que juntas determinan la luminanacia externa de adaptación, difieren grandemente según los diferentes tipos de túneles. En los túneles de montaña, por ejemplo, la luminancia externa de adaptación queda determinada principalmente por el brillo de los alrededores montañosos de la entrada del túnel. En los túneles submarinos, el cielo brillante por encima de la entrada del túnel puede influenciar fuertemente en la luminancia externa de adaptación. Para pasos inferiores o bajo pasos elevados, la luminancia externa de adaptación depende parcialmente de la estructura en cuestión y parcialmente de la luminancia del cielo {4}. Sin embargo, en zonas edificadas el cielo solo forma a menudo una pequeña parte del campo de visión, lo que implica que, desde el punto de vista de adaptación, la situación es más similar a la que se encuentra en túneles de montaña.

Para la mayoría de los tipos de túneles se puede tomar medidas especiales para bajar la luminancia externa de adaptación. Tales medidas incluyen el empleo de materiales oscuros no reflectivos para la superficie de la calzada en la zona cercana al túnel, para la fachada de la entrada del túnel y para túneles submarinos, las paredes en la cortadura de acceso además se puede

plantar arboles o arbustos al lado o encima de la entrada para protegerla del brillante cielo, y hacer la propia entrada del túnel tan alta y ancha como sea posible.

En la práctica, la máxima luminancia externa de adaptación que se observa (que corresponde a una iluminancia de alrededor de 100.000 lux) varia, de acuerdo con el tipo de túnel y las medidas tomadas, entre 3.000 cd/m² y más de 8.000 cd/m². La forma en que esta relacionada la lumiancia externa de adaptación con la lumiancia necesaria en la zona de umbral se muestra en la fig. # 3.2 . De esta figura se puede deducir que la luminancia de la zona umbral debe ser como mínimo el 10 % del valor externo para el grado de visibilidad de objetos que se considera en la figura.

Relación entre Luminancias

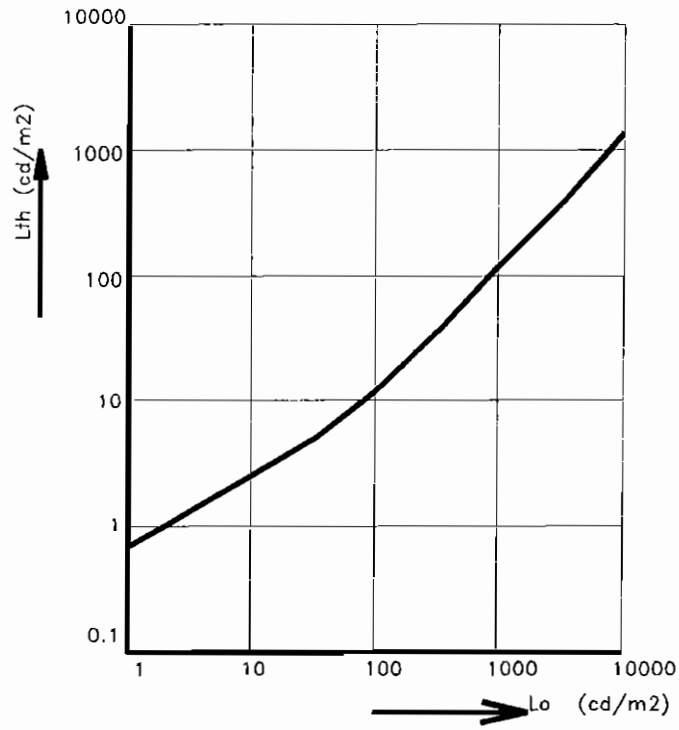


Fig. 3.2.- Relación entre la luminancia externa Lo y la luminancia de la zona umbral Lth.

La relación entre la lumiancia externa Lo y la de la zona umbral Lth, debe cumplir lo estipulado en el parrafo anterior, para hacer visible un objeto critico en el 75 % de los casos a una distancia de 100 metros si este se expone durante 0.1 segundos (un objeto critico de 20 x20 cm con un contraste del 20 %).

La longitud de la zona umbral depende principalmente de la distancia a la cual deba ser visible un objeto critico (definido en la figura # 1) lo que depende de la velocidad permitida dentro del túnel. En la practica, la longitud de la zona de umbral es de 40 a 80 metros para velocidades entre 50 y 100 Km/ h.

Nivel de iluminación en la zona umbral.

A la entrada de un túnel, la iluminación debe ser suficientemente intensa y concebida de manera que permita al conductor detectar cualquier obstáculo en una distancia que comienza en el portal del túnel y correspondiente a la distancia de frenado de urgencia. Igualmente esta iluminación será tal que, durante el tiempo correspondiente a la distancia de frenado, el conductor sea capaz de efectuar su adaptación visual temporal y su adaptación espacial.

En las mismas condiciones de luz del día, túneles con aproximaciones y entornos diferentes, tendrán valores de **L20** considerablemente diferentes.

Para el estudio y la realización de una instalación de alumbrado de un túnel, es preciso conocer el valor máximo de **L20** que se produce con una frecuencia suficiente en el curso del año.

La luminancia promedio, mantenida en la superficie de la calzada, luminancia necesaria al comienzo de la zona umbral **Lth,** puede ser determinada partiendo de las relaciones **Lth / L20** dadas en la siguiente tabla (Tabla #1) para diferentes distancias de parada y diferentes relaciones Lb / Ev

Luminancia de la zona de adaptación y la luminancia de la zona de acceso

	Sistema de alumbrado simétrico (Lb / Ev < 0.2)	Sistema de alumb. Por contraflujo (Lb / Ev > 0.6)
Distancia de parada	K = Lth / L20	K = Lth / L20
60 m	0.05	0.04
100 m	0.06	0.05
160 m	0.10	0.07

TABLA # 3.1.- Relaciones recomendadas entre la luminancia de la zona de adaptación y la luminancia de la zona de acceso: K = Lth/L20

Hay que hacer uso de la prudencia, si se utilizan las bajas relaciones del sistema de alumbrado a contraflujo. Aceptando valores más bajos de **Lth**, puede existir un cierto aumento en el efecto del agujero negro, con relación al que se puede obtener con los valores de **Lth** para el sistema de alumbrado simétrico.

El sentimiento de comodidad de los conductores de vehículos, puede resultar disminuido. Sin embargo, el sistema de contraflujo puede crear un mayor contraste entre objetos pequeños y el fondo, por tanto, la superficie de la calzada. Se obtiene un valor mas alto de visibilidad con menores valores de luminanacia, y los objetos se revelan a la mirada antes de que las adaptaciones visuales hayan terminado. En contrapartida, el sistema de contraflujo es más deslumbrante y contrarresta la adaptación visual.

3.2.2.- Zona de transición.

El conductor que entra en un túnel necesita cierto tiempo para que sus ojos se adapten a un nivel inferior de luminancia. Por consiguiente, es preciso que la transición del nivel más alto al más bajo reinante en el túnel se haga gradualmente. Los ensayos realizados han demostrado que un 75 % de los conductores consideran aceptable un periodo de aproximadamente 15 segundos para una transición de 8.000 cd/m² (luminancia de la luz diurna a 15 cd/m² (luminancia en la zona central del túnel)

Relación entre adaptación y Luminancia

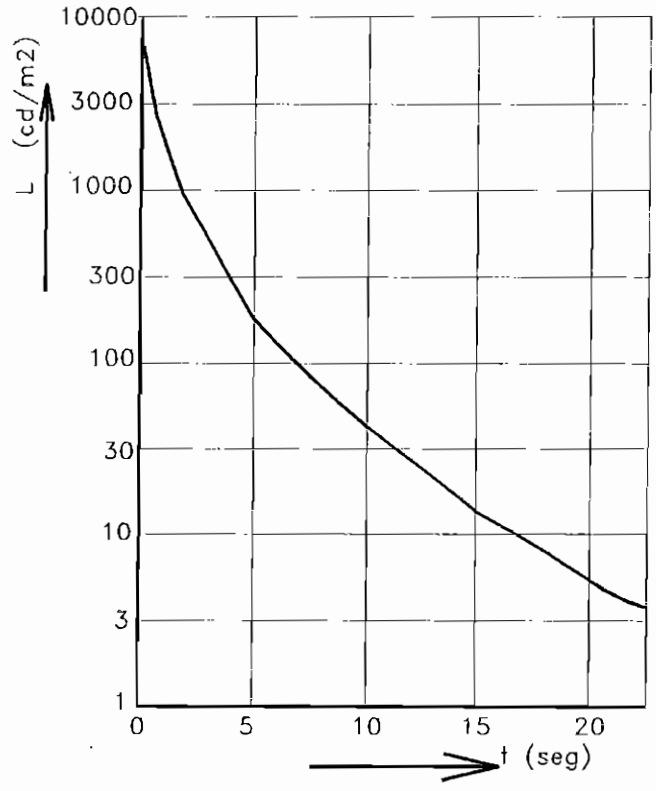


Fig. # 3.3 .- Relación entre el tiempo de adaptación t y luminancia

Utilizando la curva de la figura # 3.3 y sabiendo la velocidad del tráfico se puede calcular el gradiente ideal de luminancia para cualquier túnel.

La manera en que se aplica la curva de reducción de luminancia en la figura # 3.4 esta de acuerdo con la recomendación de la CIE-1973.

En la zona de transición, la luminancia disminuye progresivamente desde la zona de adaptación hacia la zona interior. La disminución de luminancia a lo largo del eje del túnel, esta dada en la parte de la curva que comienza en el punto cero, como se ha indicado en la figura # 3.1

En la práctica, sin embargo, se pueden tolerar ciertas separaciones o derivaciones con relación a esta curva: La curva corresponde a una situación con poca comodidad visual. Se acepta a veces una curva algo más recta, lo que entraña, evidentemente un poco más de molestia;

Se puede aproximar a la curva, creando un cierto numero de escalones sucesivos, siendo la relación máxima entre un escalón y el siguiente de 3:1. El final de la zona de transición se alcanza, cuando la luminancia es igual a tres veces la del nivel de la zona interior del túnel.

3.2.3.- Zona Central.

En túneles largos, a la zona de transición o de adaptación sigue otra en la que el nivel de luminancia se mantiene constante, En esta zona, denominada central, la adaptación no esta forzosamente terminada y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia lo suficientemente elevado. La experiencia lograda en túneles existentes y en maquetas revela que un mínimo de 15 cd/m2 es recomendable para la luminancia media de las calzadas en esta zona. Para túneles muy largos o con un limite de velocidad muy bajo es aceptable una luminancia de 5 a 10 cd/m^2.

Iluminación en la zona central.

La luminancia media (en servicio) de la calzada en la parte interior de un túnel, esta indicada por las tres distancias de parada (160, 100, 60 m), en función de la densidad del trafico (Tabla # 3.2).

Lumiancias Medias

Luminancia media (en cd/m2) de la calzada en la zona interior			
Distancia de parada S.D.	Trafico débil < 100 veh./hl	Trafico medio > 100 veh./h	Trafico denso > 1000 veh/h
160 M	5	10	15
100 m	2	4	6
60 m	1	2	3

TABLA # 3.2 .- Luminancia media en la calzada en la zona interior

3.2.4.- Zona de salida.

Durante el día la salida de un túnel se presenta al conductor que se encuentra dentro de un agujero brillante contra el cual los obstáculos son claramente visible en silueta. Este efecto de silueta puede acentuarse dando a las paredes una alta reflectacia.

Puesto que la adaptación de un nivel bajo de luminancia a otro mayor se efectúa rápidamente, las exigencias de la iluminación de la zona de salida son mucho menos severas que las de la zona de entrada. Hay, sin embargo una ventaja, al hacer la iluminación de la salida simétrica con la de la entrada, que es él poder usar un solo túnel para el tráfico en ambos sentidos, si el otro esta bloqueado por tráfico o mantenimiento.

Alumbrado en la zona de salida.

En esta zona la vista ya se adaptó al nivel luminoso ambiente, a partir de entonces la adaptación visual no es el criterio que puede distar la necesidad de prever un alumbrado reforzado en la salida de túneles. Sin embargo, puede ser útil en este lugar más luz para los siguientes casos:

Revelar directamente a los conductores que le siguen más vehículos de pequeño gálibo.

Para permitir a los conductores que dejan el túnel, tener suficiente visión hacia atrás, por sus retrovisores, particularmente durante las maniobras de adelantamiento.

Por ejemplo: en un túnel de vía única, cuando el tráfico es muy denso y no se ve la salida, pues ésta está oculta a los conductores por la presencia de grandes vehículos (tales como camiones). Si las paredes y el techo no son suficientemente brillantes para reflejar la luz del día hacia la ultima sección del túnel, podrá ser deseable instalar un alumbrado artificial en los últimos 60 metros del túnel, con un nivel de luminancia igual a 5 veces el que reina en la zona interior del mismo.

3.3.- ALUMBRADO DURANTE EL DIA PARA TUNELES DE DIFERENTES LONGITUDES.

La longitud de los túneles es uno de los puntos a considerar para el alumbrado de los mismos, además se deben contestar preguntas como las que a continuación se detallan, para realizar la iluminación con una mejor y mayor eficacia, para cada una de las longitudes de los túneles en mención.

a) ¿ La salida es totalmente visible cuando se mira desde la distancia de parada delante de la entrada del túnel?

b) ¿ La penetración de la luz del día es buena o mala?

c) ¿ El factor de reflexión de las paredes es elevado (> 0.4) o pequeño (>0.2)?

d) ¿ El tráfico es denso o ligero? (Hay peatones y/o ciclistas que pasan por el túnel)

Contestando adecuadamente las preguntas anteriores y siguiendo la Tabla # 3.3 que se indica en la pagina 63, se puede determinar que cantidad de iluminación debería tener cada uno de los túneles tomando en cuenta su longitud.

La tabla # 3.3.- determina el tipo de iluminación necesaria en un túnel, basándose en la longitud del mismo.

Para túneles de longitudes menor a 25 metros en los cuales debido a su longitud, no necesita iluminación diurna.

Para túneles de longitud entre 25 y 75 metros:

Se tiene dos opciones, la primera que el túnel no será iluminado durante el día, y la segunda que la luminancia del túnel será el 50 % de la luminancia de la zona de adaptación.

La primera opción será para los siguientes casos:

a) Si la salida del túnel es totalmente visible y el tráfico es ligero, por consiguiente la luz de penetración es buena y no importa si la reflexión de las paredes es alta o baja.

ALUMBRADO NECESARIO DURANTE EL DIA PARA TUNELES DE DIFERENTES LONGITUDES

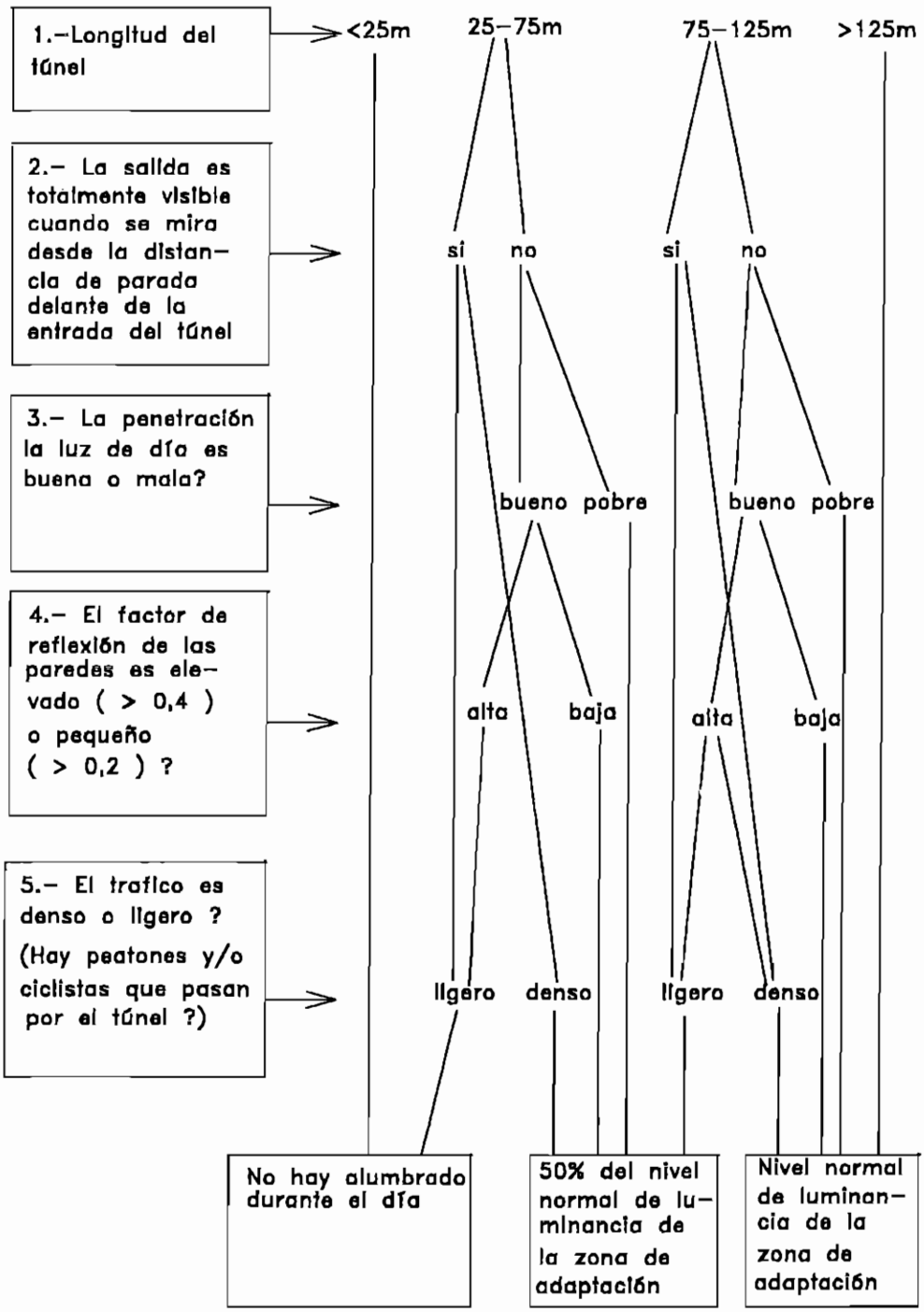


TABLA # 3.3.- Tipo de Iluminación necesaria en el túnel, basándose el la longitud del mismo.

b) Si la salida no es visible, la penetración de luz es buena, la reflexión de las paredes es alta y él tránsito es ligero.

La segunda opción será en los siguientes casos:

a) Si la salida del túnel es totalmente visible y el tráfico es denso, no importa si la luz de penetración es buena o pobre y si el factor de reflexión de las paredes es alta o baja.

b) Si la salida no es visible desde la entrada del túnel la penetración de luz del día es buena, el factor de reflexión es bajo no importa si él tránsito es ligero o denso.

c) Si la salida no es visible mirando desde la entrada de dicho túnel, la penetración de la luz del día es pobre, no importa si el factor de reflexión de paredes es alta o baja, y si el tráfico es ligero o denso.

Para túneles de longitud entre 75 y 125 metros,

Se tiene dos opciones, la primera, que la luminancia del túnel será el 50 % de la luminancia de la zona de adaptación, y la segunda, que el túnel tendrá el nivel de luminancia igual a la de la zona de adaptación.

La primera opción será para los siguientes casos:

a) Si la salida del túnel es totalmente visible y el tráfico es ligero, por consiguiente la luz de penetración es buena y no importa si la reflexión de las paredes es alta o baja.

b) Si la salida del túnel no es visible, la penetración de luz del día es buena, el factor de reflexión es alto y el tráfico es ligero.

La segunda opción será en los siguientes casos:

a) Si la salida del túnel es totalmente visible y el tráfico es denso, no importa si la luz de penetración es buena o pobre y si el factor de reflexión de las paredes es alta o baja.

b) Si la salida no es visible desde la entrada del túnel la penetración de luz del día es buena, el factor de reflexión es bajo no importa si él tránsito es ligero o denso.

c) Si la salida no es visible mirando desde la entrada de dicho túnel, la penetración de la luz del día es pobre, no importa si el factor de reflexión de paredes es alta o baja, y si el tráfico es ligero o denso.

Para túneles de longitudes mayores a 125 metros:

Se tiene una sola opción sin considerar las condiciones de dichos túneles, la opción mencionada es que el túnel tendrá el nivel de luminancia igual a la de la zona de adaptación.

3.4.- VARIACION DE LA LUZ DE DIA, CONTROL Y MANDO DEL ALUMBRADO.

La luminancia en la zona de acceso varia en función de los cambios de las condiciones de la luz del día, razón por la cual será necesario implementar una regulación correcta del alumbrado del túnel en la zona umbral y en la zona de transición, mediante la medición del nivel de lumianancia **L20** en la zona de acceso al túnel.

Para dicha medición se coloca un luminancímetro entre 2 y 5 metros de altura, por encima del lado de la calzada a la distancia del vehículo, delante del portal del túnel.

El luxómetro digital esta unido a un microprocesador central que recoge todos los datos; a fin de determinar el nivel de luminancia que se debe tener en la zona umbral, la relación de luminanacia previamente programada, será K = Lth/ L20. El encendido y apagado son realizados por escalones sucesivos. Por razones de confort, se limita a 3 el factor de reducción mínima. El sistema de mando de los alumbrados, debe poseer la flexibilidad funcional deseada para reaccionar a las modificaciones más súbitas en la luminosidad del ambiente.

Para obtener mejor control de la luminancia en la zona umbral, y con vistas a tener en cuenta variaciones debidas al estado de bueno o malo del sistema de mantenimiento del túnel, se instala un segundo luminancímetro, que mide el nivel de luminancia en la zona umbral y transmite estos valores al sistema de gestión de las luminarias, a fin de adaptar el régimen (soleado, nuboso, oscuro) a la relación Lth/L20 elegido.

Para la zona interior, en el caso de alumbrado por tubos fluorescentes, alimentados por balastos electrónicos de alta frecuencia, que permiten la variación continuada del flujo luminoso, la lumiancia inferior es medida por medio de un tercer luminancímetro, con el objeto de tener en cuenta variaciones de luminancia resultante del estado de mantenimiento (bueno o malo). Este luminancímetro mide el nivel de luminancia en la zona interior del túnel, y el microprocesador da la orden al variador de adaptar el nivel de luminancia al nivel previamente programado, cualquiera que sea el estado de mantenimiento de la instalación de alumbrado (ensuciamiento de las luminarias y paredes del túnel, envejecimiento de las fuentes luminosas).

3.5.- CONCEPCION Y MANTENIMIENTO DE LAS LUMINARIAS.

Las luminarias utilizadas en los túneles son sometidas a condiciones exigentes; deben responder a especificaciones mecánicas y fotométricas muy precisas.

La concepción y el mantenimiento de las luminarias, son dos nociones estrechamente unidas, por que:

a) En los túneles de carretera, el tráfico es muy polucionante

b) La atmósfera que reina en los túneles de carretera genera fuertes ataques de corrosión, debidos a la humedad y a los gases de los escapes de los vehículos.

3.5.1.-Mantenimiento.

Para conservar las prestaciones óptimas del sistema en el tiempo, se aconseja limpiar frecuentemente, tanto las luminarias como las paredes del túnel.

De hecho, no es rentable crear e instalar un sistema de alumbrado demasiado potente (desde el punto de vista de la intensidad de alumbrado que proporciona), y luego mantener mal este sistema y dejarle degradarse en detrimento de la seguridad.

Para condiciones de tránsito normales, se considera que la instalación de alumbrado debe estar prevista para un coeficiente de mantenimiento igual a 0.7, por tanto: luminancia en servicio = luminancia inicial x 0.7.

3.5.2.-Reemplazamiento de las luminarias.

El flujo luminoso, emitido por las lámparas, disminuye con el tiempo. El umbral sobrepasado de la pérdida de flujo admisible, será vigilado a fin de determinar el ciclo óptimo de reemplazamiento de las lámparas.

Vale más reemplazar sistemáticamente, grupos completos de lámparas.

Estos reemplazamientos de grupos, tendrán lugar según una periodicidad dependiente de la perdida de lúmenes y del índice de fallos completos de las lámparas.

3.5.3.- limpieza de las luminarias.

El flujo luminoso que sale de las luminarias es reducido por el polvo depositado sobre las superficies fotométricas, como reflectores, protectores de las luminarias, etc.

Si la luminaria es suficientemente estanca al polvo, se podrá limitar a limpiar, nada más el exterior de los protectores.

Si no se efectúa ningún mantenimiento, se desprenderá de ello una pérdida de flujo que puede ser casi total.

La luminaria debe estar construida y concebida, para que la limpieza necesaria pueda efectuarse fácilmente. Los intervalos entre limpiezas pueden variar entre 3 y 6 meses, aunque intervenciones más frecuentes sean indispensables en ciertos casos difíciles.

La clase de protección ofrecida por el cuerpo de la luminaria será, al menos IP65, a fin de asegurar la estanqueidad al polvo y al agua, y a fin de evitar los efectos de la contaminación del aire y de las proyecciones de agua de limpieza de alta presión.

3.6.- CONCEPCION Y CONSTRUCCION DE LAS LUMINARIAS.

Las luminarias para túneles se compondrán de un cuerpo estanco, de un sistema óptico, de un modulo de alimentación eléctrica y de un sistema de montaje y de regulación.

3.6.1.-Cuerpo de la luminaria y protector de vidrio.

Construido de materiales muy robustos, muy resistentes a la corrosión, el cuerpo debe ser sólido y rígido con vistas a su estanqueidad; debe facilitar la instalación y el mantenimiento.

Habitualmente, este cuerpo está fabricado de aleación de aluminio extruido, revestido con una capa protectora, obtenida por anodización.

El cuerpo comprenderá un protector de vidrio templado, de alta temperatura y de gran resistencia mecánica.

La accesibilidad al interior de la luminaria podrá ser lateral, por las extremidades de la luminaria, o bien frontal por la parte anterior.

La apertura lateral, presenta la ventaja de reducir la sección de la apertura, y por consiguiente, la longitud de las juntas estanqueidad. Contribuye a realizar una estanqueidad máxima. Sin embargo, requiere un sistema de fijación basculante de la luminaria, a fin de poder intervenir cuando la distancia entre los ejes de dos luminarias próximas es demasiado pequeña, para permitir retirar y reemplazar las lámparas.

La apertura por la parte anterior, facilita el mantenimiento. Su concepción debe ser particularmente cuidadosa, a fin de garantizar un alto grado de estanqueidad.

Cualquiera que sea el tipo de apertura elegido, debe estar concebido y realizado de manera que no permita el ensuciamiento y la corrosión en el interior de la luminaria, e igualmente de manera que no sea un obstáculo para el mantenimiento de las luminarias al paso de los vehículos especialmente equipados con cepillos o lanzas de chorro de agua a presión.

En lo que se refiere a su estanqueidad al polvo y al agua, el equipo debe responder al grado de protección asociado a la clase IP 65 y de preferencia IP 66.

La estanqueidad se asegurara por las juntas, cuya calidad debe estar garantizada durante un tiempo determinado, mediante operaciones de mantenimiento, tanto para el montaje entre la parte vítrea y el cuerpo, como para las piezas que pueden ser retiradas de la luminaria.

Las juntas de estanqueidad serán de neopreno o de silicona, debiendo elegirse la silicona si las temperaturas de las juntas deben afrontar, son elevadas. Tal será el caso, si se utilizan lámparas de vapor de sodio a alta presión.

El cuerpo debe permitir fijar los elementos de suspensión, sin tener que perforar mediante agujeros la luminaria. Se evitaran los acoplamientos galvánicos elevados entre metales diferentes.

3.6.2.-Unidad Optica.

Se compone de un reflector y de un sistema que garantiza la localización precisa de la lámpara.

El reflector es de aluminio abrillantado, anodizado, satinado o pulido. Su forma y sus dimensiones dependen del tipo de lampara utilizado y de la distribución luminosa óptima a realizar.

El cuerpo de la luminaria puede contener una o varias unidades ópticas.

Habitualmente, el reflector puede ser deslizado fuera de la luminaria, para dar acceso al interior de esta. Los paralúmenes, si los hay, son a menudo solidarios del reflector y están compuestos en general por laminas verticales.

3.6.3.-Bloque de alimentación eléctrica.

Este bloque se encuentra sobre una placa, que comprende el balasto, los condensadores para mejorar el factor de potencia, el arrancador eventual, los bornes de conexión, los fusibles y la borna de puesta a tierra. En lo que se refiere a la seguridad, el equipo eléctrico será conforme a la protección clase I, según C.E.I. 598, " Luminarias".

3.7.- PUNTOS A CONSIDERARSE PARA ECONOMIZAR ENERGIA EN UN PROYECTO.

Si se toma en cuenta los puntos siguientes durante las diferentes fases del proyecto y su realización, se puede obtener ahorro de energía y un buen funcionamiento.

a) Reducir L20 a fin de reducir Lth.

Esto se puede conseguir:

Eligiendo un revestimiento de asfalto oscuro, para la zona de la carretera de acceso.

En zonas rurales, elegir plantar arboles con hojas frondosas, cerca del acceso al túnel.

Elegir un color obscuro para la entrada elevada de un túnel, a fin de reducir la luminancia del cielo.

Estas precauciones, tomadas durante el proyecto, pueden reducir en mas del 25 % la luminancia en la zona de acceso. Además, la adaptación visual será mas fácil y la luminancia en la zona umbral del túnel, puede ser reducida en la mismas proporciones.

b) Elegir un revestimiento de calzada claro para el túnel, en particular en la zona umbral, y para las paredes.

Ejemplo: Para un sistema de alumbrado simétrico.

Un nivel de iluminación de 200 luxes, genera una lumianancia de 80 cd/m2, utilizando asfalto oscuro. Por el contrario, el mismo nivel de iluminancia de 200 luxes, producirá 120 cd/m² para un revestimiento de calzada claro. Una buena elección de revestimiento para la calzada y para las paredes del túnel, puede conducir a una economía de energía de +20 %.

c) Elección del sistema de alumbrado.

Los sistemas de alumbrado simétricos, con luminarias montadas en línea continua, aseguran un excelente guiado visual. Estos sistemas serán preferidos en los túneles urbanos con tráfico mixto.

El sistema de alumbrado de contraflujo, asegura una buena percepción de los contrastes. Sin embargo, es menos confortable por echo del deslumbramiento y no favorece la adaptación visual. Al ser menor el número de luminarias, los costes de instalaciones pueden reducirse. Este sistema a condición de que este instalado en un túnel, cuya carretera presente una superficie especular, dará un mayor rendimiento de luminancia, permitiendo así un 15 % de economía de energía.

d) Prestaciones fotométricas de las luminarias

Una excelente distribución fotométrica de las luminarias, en correspondencia óptima con la geometría del túnel, conducirá igualmente a importantes economías de energía.

a) Concepción y construcción mecánica de las luminarias.

Las luminarias de gran estanqueidad, permitirán preservar mejor sus altas prestaciones y a partir de entonces, adoptar un mejor factor de mantenimiento.

Gracias a la fuerte estanqueidad al polvo y al agua (clase IP65 o IP66), no será necesario limpiar el interior de las luminarias y las prestaciones fotométricas iniciales, permanecerán sin cambios. Además, los costos de mantenimiento pueden ser reducidos.

La tabla # 3.4, tomada de la norma Belga NBN L18-002, indica los factores de mantenimiento a prever, para dos situaciones de contaminación y tres clases IP.

FACTORES DE MANTENIMIENTO (F.M.)

Categoría de Polución	IP 23	IP54	IP65
I	0.75	0.85	0.95
II	0.5	0.7	0.85

TABLA # 3.4.- Factores de mantenimiento de acuerdo a las categorías de polución

Para una de ellas, la categoría de polución II (en caso de túneles), el F.M. para la luminancia IP 65 es de 0.85, mientras que es de 0.7 para la versión en IP 54.

La cantidad de energía ahorrada, gracias a la utilización de las luminarias muy estancadas el polvo y al agua es de: (0.85-0.7) / 0.7 = 21.%.

CAPITULO IV

DESCRIPCION DEL PROGRAMA PARA EL CALCULO DE ILUMINACION Y EJEMPLO DE APLICACION

4.1. - DESCRIPCION DEL PROGRAMA.-

El programa utilizado en el proyecto para obtener los valores del cálculo de la Iluminancia y Luminancia de las diferentes avenidas y pasos deprimidos o túneles, lleva el nombre de SLITE y pertenece a la empresa SHEREDER C.A.

El menú principal de este programa presenta cinco submenús que son los siguientes:

1.- Manejo del proyecto

2.- Base de datos de luminarias

3.- Configuración del programa

4.- Utilidades

5.- Salida del programa

Los numerales 2,3,y 4 se refieren a los datos internos que necesita el programa para poder realizar los diferentes cálculos.

El numeral cinco permite salir del programa.

El numeral uno permite ingresar valores de variables que requiere el programa para realizar los cálculos de un proyecto especifico.

Este numeral esta compuesto de un submenú que contiene lo siguiente:

a) Cargar proyecto

b) Crear proyecto

c) Editar

d) Computar

e) Ver los resultados.

A continuación se detalla la función de cada uno de los submenús:

a) Cargar proyecto.

Despliega en pantalla el nombre de los archivos de un proyecto existente, además permite que el programa cargue un archivo determinado para por medio del item c) mostrarlo en pantalla.

b) Crear un proyecto.-

Permite crear nuevos archivos referentes a un proyecto sea este nuevo o existente.

c) Editar.-

Permite ingresar datos o dar los valores de las variables de un proyecto, se puede asignar nuevos valores a dichas variables o corregir el valor de estas en caso necesario.

d) Computar.-

Mediante este submenú el usuario ordena la realización de los cálculos respectivos.

e) Ver los resultados.-

Permite observar los resultados de los cálculos en pantalla, además tiene la opción de ordenar que se impriman dichos cálculos.

4.2. - VARIABLES DE ENTRADA.-

Las variables de entrada son los valores que el programa necesita para realizar los cálculos y saber si se tiene o no una buena iluminación.

Estas valores dependen en su totalidad del proyecto que sé este realizando.

Como ya se menciono anteriormente los valores de las variables se deben colocar en el item c) (Editar) del submenú.

El item c) (Editar) del menú principal muestra en pantalla un primer grupo de variables, las mismas que están divididas en tres partes que son:

a) Identificación.

b) Cálculo de la grilla

c) Opciones.

a) Identificación.-

En este submenú se ingresan los datos de identificación del proyecto los mismos que constan de:

Nombre del proyecto:	nombre mediante el cual se identifica el archivo de un proyecto determinado.
Usuario:	Identificación de la persona responsable del proyecto.
Titulo:	Título mediante el cual se identifica al proyecto.

b) Cálculo de la Grilla.-

Para colocar los valores de las variables en esta segunda parte, se hace necesario determinar una matriz de puntos, sobre ésta se realizan los cálculos.

Para determinar dicha matriz es necesario situarse en el proyecto en sí.

Se debe considerar, tramos rectos de las avenidas, dichos tramos deben ser lo más homogéneos posible.

Los valores de las variables que se obtengan de estos tramos corresponderán a un archivo independiente para cada tramo.

El tratamiento que se da a cada tramo de las avenidas es el siguiente:

Se determina el tramo que se va a analizar y se coloca un eje de coordenadas, de preferencia en el centro del tramo, este eje permitirá tener una referencia tanto en el eje X, como en el eje Y, una vez determinado esto, se traza una matriz de puntos (grilla) la misma que estará limitada, en el eje X con los puntos donde se colocaran las luminarias y en el eje Y con el ancho de la avenida que se esta analizando.

La matriz de puntos o grilla podrá tener el número de puntos que se desee tanto en el eje X como en el eje Y.

Tomando en cuenta estas consideraciones se procede a llenar los valores de las variables que son las siguientes:

Número X: Número de puntos de la grilla en el eje X

Número Y: Número de puntos de la grilla en el eje Y

Espacio X: distancia entre dos puntos de la grilla sobre el eje X, esto se obtiene de dividir la distancia en X de las luminarias, para el número de puntos en X.

Espacio Y: distancia entre dos puntos de la grilla sobre el eje Y, esto se obtiene de dividir el ancho de la calzada, para el número de puntos en Y.

c) Opciones.-

La tercera parte de este primer grupo de variables, permite seleccionar el cálculo que se requiere según sea el caso, así las alternativas a elegir son:

1.- Iluminancia

2.- Iluminancia y Luminancia

3.- Iluminancia radial

Con el número de la opción se escoge el cálculo deseado.

Luego de llenar este primer grupo de variables, se cambia de pantalla con F10 y se tiene otro segundo grupo de variables las mismas que consisten en una matriz de cálculo, a la que se tiene acceso mediante F2, los valores correspondientes a estas variables se obtienen del diseño que se realiza en el proyecto. Estas variables son las siguientes:

No.- Número de luminarias colocadas en el tramo analizado

Dist.- Distancia entre luminarias (en metros)

X.- Coordenada en el eje de las X de la primera luminaria del tramo analizado

Y.- Coordenada en el eje de las Y de la primera luminaria del tramo analizado

H.- Altura de montaje de la luminaria (en metros)

Matriz.- Matriz de la luminaria seleccionada, en esta constan las características de la misma.

Flujo.- Flujo luminoso de la luminaria seleccionada en (Klum)

M.F.- Factor de mantenimiento de las luminarias.

Asimuth.- Angulo de la luminaria respecto al eje de coordenadas.

Inclin.- Angulo de inclinación de la luminaria respecto a la horizontal.

Rotación.- Angulo de rotación de la luminaria respecto a la vertical.

Los tres últimos valores se refieren a la posición de la luminaria respecto al eje de coordenadas considerado.

Las filas de la matriz de cálculo dependen del diseño de iluminación que se haya realizado, así por ejemplo:

Cuando se ha realizado el diseño con luminarias en oposición o en tres bolillo se debe introducir en la matriz de cálculo datos de dos filas, la primera correspondiente a las luminarias del un lado de la acera y la segunda de las luminarias que se encuentran al frente de las primeras.

Los datos introducidos en las filas de la matriz, deben tener un solo punto de referencia.

En el caso de rampas, donde existen diferentes coordenadas a las cuales están colocadas las luminarias, se debe introducir en la matriz, una fila de datos para cada una de estas coordenadas.

Una vez que se ha completado los datos anteriormente descritos con F10 el programa acepta y grava dichos datos; seguidamente, pide la posición de un observador, el mismo que de acuerdo a la norma 30.2 de la IEEE , tiene como coordenadas 60 y 2/3 partes del ancho de la calzada. Luego de esto con F2 se ordena realice los cálculos correspondientes.

4.3. - RESULTADOS OBTENIDOS.-

Una vez que se ha corrido el programa, los resultados obtenidos deberán ser comparados con normas y de no estar dentro de los valores que estas indiquen, se debe cambiar valores de las variables especificadas en el segundo grupo, esto puede ser: altura de montaje de la luminaria, ángulo de inclinación, tipo de luminaria utilizada, flujo luminoso de la luminaria

(dependiendo de la lámpara que se utilice), distancia entre las luminarias, etc. Esto se debe hacer hasta obtener los valores deseados y que se encuentren dentro de las normas.

Los valores que se obtienen del programa son los siguientes:

E min.- Iluminancia mínima (en lux)

Emax.- Iluminancia máxima (en lux)

Eav.- Iluminancia media, media aritmética de las iluminancias (en lux)

UG.- Factor de uniformidad general de iluminancias

UO.- Factor de uniformidad media de iluminancias

Lmin.- Luminancia mínima en (cd/m²)

Lmax.- Luminancia máxima en (cd/m²)

Lav,- Luminancia media en (cd/m²)

Lmin/Lmax.- Factor de uniformidad general de luminancias

Lmin/Lav,- Uo Factor de uniformidad media de luminancias

Uniformidad longitudinal en (%)

Uniformidad Transversal en (%)

Ti (%) Deslumbramiento.

Para determinar si la iluminación es satisfactoria basta con comparar los valores de los siguientes puntos.

Eva Iluminancia media (lux)

Luminancia media en (cd/m²)

Uo factor de uniformidad (%)

Ti (%) deslumbramiento

Uniformidad Longitudinal (%)

Uniformidad Transversal (%)

Si estos valores están dentro de las normas indica que no existen problemas con el resto de variables.

4.4. - EJEMPLO.-

En el presente trabajo se ha tomado como ejemplo el intercambiador a construirse en la plaza Indoamérica.

El intercambiador Indoamérica esta ubicado en el sector de Santa Prisca en la cuidad de Quito, y se ha diseñado para solucionar los problemas de tránsito que se suscitan en el lugar.

El intercambiador en mención esta formado por vías a nivel, un paso elevado y pasos deprimidos o túneles, así se tiene:

Las vías a nivel se conectan entre: Av. América Sur y Av. Pérez Guerrero, Av. Pérez Guerrero y Calle San Gregorio, Av. Pérez Guerrero y Av. América Norte y entre Av. América Norte y Av. Universitaria.

Los pasos deprimidos se conectan entre: la Av. América Sur –Norte, Av. América Sur y Calle San Gregorio, y entre la Av. Universitaria y la Av. América Norte.

El diseño eléctrico se ha realizado con la finalidad de que la iluminación en el área correspondiente al proyecto del intercambiador de tránsito Indoamérica sea de alto nivel, y para que no existan problemas visuales para los conductores,

Para el diseño de iluminación del Intercambiador se han considerado la norma CIE 115-1995, para alumbrado público y la CIE-800-1990 para túneles, mediante las cuales se puede identificar el tipo de vía, y los niveles de iluminación de las mismas.

En el caso del paso deprimido se considera algunos puntos como son:

* En el día el conductor que se acerca a la entrada de un túnel, ha de adaptar sus ojos del alto nivel de luminancia que prevalece en el exterior, a la luminancia del interior. Por consiguiente, si el túnel es largo y el nivel de luminancia dentro de él, es mucho más bajo que el de fuera, el túnel se presenta como un hueco negro, con lo que no será visible ningún detalle de su interior.
* Para hacer visible los objetos dentro del túnel hay que aumentar el nivel de luminancia de su entrada, esto es, en la zona umbral. El nivel de luminancia requerido en esta zona depende de la denominada luminancia externa de adaptación, que a su vez es función de la magnitud y distribución de las luminarias exteriores del túnel durante la noche y de la iluminación exterior durante el día.
* La luminancia de la zona umbral debe como mínimo ser el 10 por ciento del valor de la luminancia exterior para que el grado de visibilidad de objetos sea bueno.
* El conductor que entra en un túnel necesita cierto tiempo para que sus ojos se adapten a un nivel inferior de luminancia como ya se había mencionado. Por consiguiente, es preciso que la transición del nivel más alto al más bajo reinante en el túnel se haga gradualmente.
* En al zona central la adaptación no esta forzosamente terminada y es necesario disponer en ella de un nivel de luminancia lo suficientemente elevado.

* Durante el día la salida de un túnel se presenta para el conductor que se encuentra dentro como un agujero brillante contra el cual los obstáculos son claramente visibles en silueta.
* Puesto que la adaptación de un nivel bajo de luminancia a otro mayor se efectúa rápidamente, las exigencias de la iluminación de la zona de salida son mucho menos severas que las de la zona de entrada. Hay sin embargo una ventaja al hacer la iluminación de la salida simétrica con la de la entrada: se puede usar un solo túnel para el tránsito en ambos sentidos si el otro esta bloqueado por tránsito o mantenimiento.
* Los requerimientos de alumbrado durante las horas de la noche, son inversos a las de las horas del día. El nivel de luminancia fuera del túnel es entonces menor que el de dentro y el problema de adaptación al agujero negro puede aparecer en la salida. El alumbrado adicional instalado en las distintas zonas para cubrir las exigencias de la luz diurna debe apagarse y la iluminación reducirse en número o atenuarse para lograr una luminancia media en toda la longitud del túnel.
* En este proyecto en los pasos deprimidos, debido a la longitud que se tiene en cada uno de ellos, se ha considerado una iluminación constante en todo el túnel de manera que esta sea lo más uniforme posible, ya que esto recomienda las normas para esta longitud de túneles. Con estas consideraciones se procede a introducir los datos necesarios para correr el programa SLITE, y de esta manera obtener los niveles de iluminación y de uniformidad recomendados en las normas.

  Para la corrida del programa se dividió al proyecto en zonas que se consideraron homogéneas.

En los planos de diseño se indican coordenadas cartesianas las cuales deben ser tomadas como referencia para la colocación de las luminarias y para obtener los valores de las variables introducidas en el programa.

A continuación se detalla cada una de los tramos de las avenidas que se han considerado para el programa, además se tiene la descripción del tipo de luminarias y lámparas utilizadas en las diferentes avenidas y pasos deprimidos.

Cabe mencionar que la lámpara o foco en la luminaria puede colocarse en tres posiciones diferentes dentro de esta, dichas posiciones son: adelante, en el centro y atrás, la posición de la lámpara influye también en los resultados de los cálculos de iluminación.

4.4.1 Acceso por la Av. Pérez Guerrero.-

En esta avenida se debe considerar dos partes: la avenida a nivel y la rampa.

* Para la avenida a nivel se ha considerado, colocar luminarias del tipo Z2 NB de 250 W para alumbrado público, con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, la posición del foco dentro de la lámpara es adelante .Se han dispuesto seis en la acera norte y seis en la acera sur una frente a la otra, la distancia entre lámparas es de 40 metros y una altura de montaje de 10 metros, el ancho de la avenida es de 24 metros además las luminarias tienen un ángulo de inclinación de 15 grados respecto a la horizontal.

* Para el cálculo de la iluminación en la rampa influyen directamente las dos ultimas luminarias proyectadas a cada lado de la avenida, siendo estas del tipo y características ya mencionadas. En este caso varían las alturas de las luminarias debido a la rampa existente, también varía el

ancho de la calzada ya que se debe calcular únicamente para la rampa cuyo ancho es de 8 metros, por esa razón, dos de estas luminarias están a una altura de montaje de 10 metros de la calzada, y las otras dos están a 8 metros de altura respecto a la calzada. Se consideran dos en la acera norte y dos en la acera sur una frente a la otra, la distancia entre luminarias como ya se menciono es de 40 metros y un ángulo de inclinación de 15 grados respecto a la horizontal.

4.4.2 Acceso por la Av. Universitaria.-

En esta avenida se tiene tres niveles los cuales se debe iluminar así: carriles que se encuentran a nivel, otro que es parte de una rampa elevada y otro que es parte de una rampa deprimida; la iluminación que se coloque en cada carril influirá en los otros carriles, y por lo tanto se hacen las siguientes consideraciones:

* Para la iluminación del carril que se encuentra a nivel se ha previsto luminarias tipo Z2 NB de 250 W para alumbrado público, con lámparas de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes, la posición del foco dentro de la luminaria es en el centro de la misma, estas luminarias están distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 12 metros, las luminarias estarán instaladas con un ángulo de inclinación de 15 grados respecto a la horizontal.
* Utilizando las luminarias antes mencionadas se calcula la iluminación en la rampa elevada y en la deprimida, sí éstas luminarias ofrecen los valores recomendados en normas podrán ser utilizadas, de otra manera, deben ser reemplazadas por las que permitan tener los valores recomendados; tanto en la rampa elevada como en la deprimida

cambian las alturas de las luminarias respecto al eje horizontal, lo cual debe considerarse al ingresar los datos respectivos.

4.4.3 Acceso por la Av. América Lado Norte.-

En este caso se hace necesario dividir en zonas a la avenida, y tratarlas a cada una de ellas en forma independiente, así;

* Para la iluminación de los carriles que están a nivel se ha considerado luminarias de 250 W, con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, con foco en posición adelante, para alumbrado público, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ancho de esta avenida es de 30 metros aproximadamente y las luminarias tendrán un ángulo de inclinación de 15 grados respecto a la horizontal.
* El carril derecho (norte-sur) se proyecta con luminarias de 150W con lámpara de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes, con foco en posición adelante, para alumbrado público distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ancho de la calzada de este carril es de 10 metros aproximadamente y las luminarias tienen un ángulo de inclinación de 5 grados respecto de la horizontal.
* Para el carril izquierdo (sur-norte) se ha previsto luminarias de 150W con lámpara de flujo luminoso igual a 14.500, con foco en posición central, para alumbrado público distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ancho de la calzada de este carril es de 8 metros aproximadamente y las luminarias tienen un ángulo de inclinación de 15 grados respecto de la horizontal

* Para la iluminación del carril que se destina para el paso deprimido, además de influir las lámparas anteriormente especificadas se hace necesario proyectar luminarias de 150 W, con lámpara de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes, con foco en posición central, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, y un ángulo de inclinación de 15 grados respecto de la horizontal, el ancho de la calzada de este carril es de 12 metros aproximadamente.

4.4.4 Acceso por la Av. América Lado Sur.-

Como en las avenidas anteriores, también se hace necesario dividir en zonas a la avenida, y tratarlas a cada una de ellas en forma independiente, de la siguiente manera:

* La iluminación del carril que estará a nivel, se ha realizado con luminarias de 250 W, con lámparas de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes con posición de foco adelante, para alumbrado público, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, y un ángulo de inclinación de 5 grados respecto de la horizontal, el ancho de la calzada de este carril es de 8 metros aproximadamente.
* Para el carril que se destina al paso deprimido, iluminan las luminarias del carril que esta a nivel tanto para el tramo de la rampa1 como de la rampa2, además se ha previsto luminarias de 250W con foco en posición central, para alumbrado público distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ancho de la calzada de este carril es de 8 metros

aproximadamente y un ángulo de inclinación de 5 grados respecto de la horizontal

* La iluminación del carril que se destina para peatones, se ha proyectado luminarias de150 W, con lámparas de flujo luminoso igual 14.500 lúmenes con foco en posición adelante, para alumbrado público, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ángulo de inclinación será de 15 grados respecto de la horizontal.

4.4.5 Acceso por la Calle San Gregorio.-

En la calle San Gregorio se tiene tres carriles, que llegan a la plaza Indoamerica, dos a nivel y una rampa perteneciente al paso deprimido, a cada uno de estos casos se lo tratara en forma independiente.

* Para la iluminación del carril que estará a nivel se ha considerado luminarias de 250 W, con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, con foco en posición central, para alumbrado público, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros.
* La iluminación del carril derecho (oeste-este) se ha diseñado con luminarias de 150W con lámparas de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes, con foco en posición central, y luminarias de 250W con lámparas de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes, con foco en posición central, distanciadas 38 metros una de la otra y a una altura de montaje de 10 metros.
* La iluminación del carril izquierdo (este-oeste) se proyecta con luminarias de 250W con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000

lúmenes, con foco en posición adelante distanciadas 40 metros una de la otra y a una altura de montaje de 10 metros.

* En el carril que se destina para el paso deprimido, iluminan las luminarias que se tiene en el carril derecho antes mencionado.

4.4.6 Iluminación del Paso Elevado.-

Para la iluminación del paso elevado se proyecta luminarias de 250 W, con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, con foco en posición adelante, para alumbrado público, distanciadas 40 metros una de la otra, con una altura de montaje de 10 metros, el ángulo de inclinación que tienen las luminarias es de 15 grados respecto a la horizontal.

4.4.7 Iluminación General de la Plaza Indoamérica.-

Para la iluminación general de la plaza se puede colocar muchos tipos de luminarias decorativas, pero debido a que este es un lugar donde las protestas estudiantiles son constantes, no permiten este tipo decoraciones, por esta razón se ha diseñado para la plaza Indoamérica con luminarias de 250 W, para alumbrado publico, con lámparas de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, con foco en posición adelante dentro de la luminaria, colocadas una frente a la otra en las cuatro lados de la plaza, con una altura de montaje de 12 metros.

4.4.8 Iluminación en los Pasos Deprimidos.-

Se considera la iluminación para el día y para la noche.

* Para la iluminación en el día, se ha previsto reflectores del tipo RT3-NB de 250 W, con lámparas de un flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes, la disposición de las mismas se tiene en los planos

correspondientes, la altura de montaje de dichos reflectores es de 4.5 metros

* La iluminación en la noche se ha proyectado con reflectores tipo RT3-NB de 70 W, con lámparas de flujo luminoso igual a 5.800 lúmenes, la disposición de las mismas se tiene en los planos correspondientes, la altura de montaje de estos es de 4.8 metros.

La distancia entre reflectores tanto para el día como para la noche está de acuerdo a los cálculos que se han obtenido en cada uno de los túneles, así se tiene:

Túnel Central.- Avenida América Sur-norte.

El largo del túnel no amerita tener zonas de umbral de transición y salida; sin embargo por motivos de cálculo, se lo ha dividido en tres partes: entrada, centro y salida. ya que debido a la longitud este debe tener un nivel de iluminación constante

* La entrada esta compuesta por dos carriles, sur- norte y otro que entra en dirección sur-oriente, el ancho de la calzada en la entrada al túnel es de 12 metros aproximadamente, el ángulo de inclinación de los reflectores es de 45 grados respecto a la horizontal y la iluminación para el día estará conformada por reflectores a 2 metros de distancia entre ellos, colocados en posición frente a frente en las paredes del túnel y para la noche a una distancia de 10 metros uno de otro en posición frente a frente

* La parte central, compuesta de un carril de ancho de calzada de aproximadamente 7 metros. Para el día se han proyectado reflectores a 2,5 metros de distancia entre ellos, colocados en posición frente a frente

en las paredes del túnel, y para la noche se diseña con reflectores a una distancia de 11 metros uno de otro en posición tresbolillo. El ángulo de inclinación respecto a la horizontal, de los reflectores sería 45 grados.

* La salida tiene dos carriles, sur-norte, y otro que llega desde el occidente y desemboca en el carril anterior, el ancho de la calzada de este carril es de 12 metros aproximadamente, el ángulo de inclinación de los reflectores es de 45 grados respecto a la horizontal, para el día se ha previsto reflectores a 2 metros de distancia entre ellos, colocados en posición frente a frente en las paredes del túnel y para la noche a 10 metros uno del otro y en posición tresbolillo.

Túnel Oriental.- Avenida América hacia la calle San Gregorio.

A este túnel por motivos de cálculo se lo ha dividido en dos partes: entrada, centro-salida.

La iluminación de la entrada de este túnel es la misma iluminación de la entrada del túnel del item 4.2.8.1. por este motivo se describe únicamente la iluminación de la parte restante del túnel que seria el centro y salida del mismo, realizado como un solo tramo debido a lo corto de este túnel, el ancho de la calzada es de 7 metros aproximadamente, el ángulo de inclinación de los reflectores es de 45 grados respecto a la horizontal, para el día se colocan reflectores a 3 metros de distancia entre ellos, colocados en posición frente a frente en las paredes del túnel y para la noche a 9 metros uno del otro y en posición tresbolillo.

Túnel Occidental.- Desde la Av. Universitaria hacia la Av. América.

Debido a la longitud de este túnel, se lo ha dividido en dos partes, entrada y salida, de debe tomar en cuenta que la salida de este túnel es la misma salida del túnel del item 4.2.8.1.

La entrada de este túnel tiene un ancho de calzada de 7 metros aproximadamente, el ángulo de inclinación de los reflectores es de 45 grados respecto a la horizontal, para el día se colocan reflectores a 3 metros de distancia entre ellos, colocados en posición frente a frente sobre las paredes del túnel y para la noche a 11 metros uno del otro y en posición tresbolillo.

Con lo anteriormente descrito se presentan, tablas de datos que ingresan al programa, tabla # 4.1 y Tablas de resultados que se obtienen del programa, tabla # 4.2

DATOS INTRODUCIDOS EN EL
PROGRAMA PARA LA ILUMINACION
EN AVENIDAS DEL INTERCAMBIADOR INDOAMERICA

AVENIDA O SECTOR	GRILLA				LUMINARIA TIPO	FLUJO LUMIN. (Klm)	ALT. DE MONTAJE (m)	DIST. ENTRE LUMINARIAS (m)	FACTOR DE MANTENIM.	ANG. DE INCLINAC. (GRADOS)	OBSERVACIONES
	PTOS. EN X	PTOS. EN Y	DIST. X (m)	DIST. Y (m)							
AV. PEREZ GUERRERO											
GENERAL	10	5	4	4.8	E61289	33	10	40	0.9	15	
RAMPA ELEVADA	10	5	4	1.6	E61289	33	10		0.9	15	1.-
					E61289	33	8		0.9	15	
AV. UNIVERSITARIA											
GENERAL	10	5	4	4.5	E61290	27	10	40	0.9	15	
RAMPA ELEVADA	10	5	4	1.6	E61290	27	10		0.9	15	1.-
RAMPA DEPRIMIDA	10	5	4	1.4	E61290	27	12	40	0.9	15	
AMERICA NORTE											
GENERAL	10	5	4	6	E61289	33	10	40	0.9	15	
GENERAL 1	10	5	4	2	E61293	17	10	40	0.9	5	
GENERAL 2	10	5	4	1.6	E61274	14.5	10	40	0.9	15	
RAMPA 1	10	5	4	2.2	E61274	17			0.9	15	1.-
RAMPA 2	10	5	4	2.2	E61274	17			0.9	15	1.-
					E90135	17			0.9	5	
AV. AMERICA SUR											
GENERAL	10	5	4	1.4	E61289	27	10	40	0.9	5	
RAMPA 1	10	5	4	2	E61289	27			0.9	5	1.-
					E61290	27			0.9	5	
RAMPA 2	10	5	4	2	E61289	27			0.9	5	1.-
					E61290	27			0.9	5	
PEATONAL	10	5	4	2	E61289	27	10	40	0.9	15	
CALLE SAN GREGORIO											
GENERAL 1	10	5	4	2.4	E61290	33	10	40	0.9	15	
GENERAL 2 150 W	10	5	4	3	E61274	17	10	38	0.9	5	
GENERAL 2 250 W	10	5	4	3	E61290	27	10	38	0.9	5	
GENERAL 3	10	5	4	1.5	E61289	33	10	38	0.9	15	
RAMPA 150 W	10	5	4	1.6	E61274	17			0.9	5	1.-
RAMPA 250 W	10	5	4	1.6	E61290	27			0.9	5	
PASO ELEVADO	10	5	4	1.6	E61289	33	10	40	0.9	15	

TABLA # 4.1

DATOS INTRODUCIDOS EN EL
PROGRAMA PARA LA ILUMINACION
EN AVENIDAS DEL INTERCAMBIADOR INDOAMERICA

AVENIDA O SECTOR		GRILLA				LUMINARIA TIPO	FLUJO LUMIN. (Klm)	ALT. DE MONTAJE (m)	DIST. ENTRE LUMINARIAS (m)	FACTOR DE MANTENIM.	ANG. DE INCLINAC. (GRADOS)	OBSERVACIONES
		PTOS. EN X	PTOS. EN Y	DIST. X (m)	DIST. Y (m)							
PASO DEPRIMIDO AV. AMERICA (SUR-NORTE)	ENTRADA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	2	0.9	45	2.-
	CENTRO	10	5	0.25	2	881261	33	4.5	2.5	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	2	0.9	45	3.-
	NUBLADO											
	ENTRADA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	4	0.9	45	
	CENTRO	10	5	0.25	2	881261	33	4.5	5	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	4	0.9	45	
	NOCHE											
	ENTRADA	10	5	1	2.6	881261	33	4.5	10	0.9	45	
	CENTRO	10	5	1.1	2	881261	33	4.5	11	0.9	45	
	SALIDA	10	5	1	2.6	881261	33	4.5	10	0.9	45	
PASO DEPRIMIDO OREJA ORIENTAL AV. AMERICA SUR HACIA CALLE SAN GREGORIO	DIA											
	ENTRADA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	2	0.9	45	2.-
	CENTRO	10	5	0.3	1.7	881261	33	4.5	3	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.3	1.7	881261	33	4.5	3	0.9	45	
	NUBLADO											
	ENTRADA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	4	0.9	45	
	CENTRO	10	5	0.3	1.7	881261	33	4.5	6	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.3	1.7	881261	33	4.5	6	0.9	45	
	NOCHE											
	ENTRADA	10	5	0.9	1.7	881261	33	4.5	9	0.9	45	
	CENTRO	10	5	0.9	1.7	881261	33	4.5	9	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.9	1.7	881261	33	4.5	9	0.9	45	
PASO DEPRIMIDO OREJA OCCIDENTAL AV. UNIVERSITARIA HACIA AV. AMERICA NORTE	DIA											
	ENTRADA	10	5	0.3	1.4	881261	33	4.5	3	0.9	45	
	CENTRO	10	5	0.3	1.4	881261	33	4.5	3	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.2	2.6	881261	33	4.5	2	0.9	45	3.-
	NUBLADO											
	ENTRADA	10	5	0.6	1.4	881261	33	4.5	6	0.9	45	
	CENTRO	10	5	0.6	1.4	881261	33	4.5	6	0.9	45	
	SALIDA	10	5	0.3	1.7	881261	33	4.5	4	0.9	45	
	NOCHE											
	ENTRADA	10	5	1.1	1.4	881261	33	4.5	11	0.9	45	
	CENTRO	10	5	1.1	1.4	881261	33	4.5	11	0.9	45	
	SALIDA	10	5	1.1	1.4	881261	33	4.5	11	0.9	45	

Continuación TABLA # 4.1

VALORES RECOMENDADOS EN NORMAS Y RESULTADOS OBTENIDOS
EN AVENIDAS DEL INTERCAMBIADOR INDOAMERICA
SEGUN LA NATURALEZA DE LA VIA

AVENIDA O SECTOR	CLASE DE ILUMINACION	L MEDIA Cd/m2 RECOM.	**L MEDIA Cd/m2 OBTENIDA**	Uo (%) MINIMO RECOM.	**Uo (%) MINIMO OBTENIDA**	TI (%) MAXIMO RECOM.	**TI (%) MAXIMO OBTENIDA**	UNIFOR. LONG.(%) RECOM.	**UNIFOR. LONG.(%) OBTENIDO**
AV. PEREZ GUERRERO									
GENERAL	M2	1.5	**2.04**	40	**67.5**	10	**9.8**	70	**80.5**
RAMPA ELEVADA	M2	1.5	**1.52**	40	**77.3**	10	**0.6**	70	**80**
AV. UNIVERSITARIA									
GENERAL	M2	1.5	**1.77**	40	**57.5**	10	**0.8**	70	**71.5**
RAMPA ELEVADA	M2	1.5	**1.58**	40	**75**	10	**0.4**	70	**69.9**
RAMPA DEPRIMIDA	M2	1.5	**1.21**	40	**72.4**	10	**0.6**	70	**72**
AMERICA NORTE									
GENERAL	M2	1.5	**1.73**	40	**61.6**	10	**3.8**	70	**73.1**
GENERAL 1	M2	1.5	**1.97**	40	**72**	10	**3.9**	70	**70.1**
GENERAL 2	M2	1.5	**2**	40	**75**	10	**3.2**	70	**76.7**
RAMPA 1	M2	1.5	**1.67**	40	**64.7**	10	**0.2**	70	**70.2**
RAMPA 2	M2	1.5	**1.73**	40	**61.7**	10	**0.2**	70	**74**
AV. AMERICA SUR									
GENERAL	M2	1.5	**1.89**	40	**73.2**	10	**1.5**	70	**74.1**
RAMPA 1	M2	1.5	**1.85**	40	**76**	10	**0.4**	70	**76.5**
RAMPA 2	M2	1.5	**2.02**	40	**74.9**	10	**0.3**	70	**72.5**
PEATONAL	M2	0,5-1	**1.19**	40	**62.6**	10	**1.8**	70	**70.1**
CALLE SAN GREGORIO									
GENERAL 1	M2	1.5	**1.65**	40	**40.3**	10	**0.6**	70	**71.4**
GENERAL 2 150 W	M2	1.5	**2.03**	40	**70.7**	10	**0.6**	70	**68.8**
GENERAL 2 250 W	M2	1.5	**2.03**	40	**70.7**	10	**0.6**	70	**68.8**
GENERAL 3	M2	1.5	**1.62**	40	**77.1**	10	**0.6**	70	**85.9**
RAMPA 150 W	M2	1.5	**1.7**	40	**58.1**	10	**0.6**	70	**71.7**
RAMPA 250 W	M2	1.5	**1.7**	40	**58.1**	10	**0.6**	70	**71.7**
PASO ELEVADO	M2	1.5	**1.53**	40	**74.2**	10	**6.8**	70	**80.2**

TABLA # 4.2

VALORES RECOMENDADOS EN NORMAS Y RESULTADOS OBTENIDOS
EN TUNELES DEL INTERCAMBIADOR INDOAMERICA
SEGUN LA NATURALEZA DE LA VIA

AVENIDA O SECTOR	CLASE DE ILUMINACION	L MEDIA Cd/m2 RECOM.	**L MEDIA Cd/m2 OBTENIDA**	Uo (%) MINIMO RECOM.	**Uo (%) MINIMO OBTENIDA**	TI (%) MAXIMO RECOM.	**TI (%) MAXIMO OBTENIDA**	UNIFOR. LONG.(%) RECOM.	**UNIFOR. LONG.(%) OBTENIDO**
	DIA								
PASO DEPRIMIDO AV. AMERICA (SUR-NORTE)	ENTRADA	1000	**1083.4**	40	**90.1**	10	**0.3**	70	**98.4**
	CENTRO	1000	**1073.3**	40	**88.4**	10	**0.4**	70	**98.6**
	SALIDA	1000	**1079.4**	40	**89.7**	10	**0.3**	70	**98.3**
	NUBLADO								
	ENTRADA	500	**553.2**	40	**86.4**	10	**0.3**	70	**95.7**
	CENTRO	500	**536.2**	40	**87.3**	10	**0.4**	70	**95.8**
	SALIDA	500	**536.4**	40	**87.6**	10	**0.2**	70	**94.1**
	NOCHE								
	ENTRADA	20-40	**38.5**	40	**78.8**	10	**0.3**	70	**78**
	CENTRO	20-40	**42.9**	40	**67.3**	10	**0.3**	70	**69.8**
	SALIDA	20-40	**38.4**	40	**79.5**	10	**0.2**	70	**78.9**
PASO DEPRIMIDO OREJA ORIENTAL AV. AMERICA SUR HACIA CALLE SAN GREGORIO	DIA								
	ENTRADA	1000	**1083.4**	40	**90.1**	10	**0.3**	70	**98.4**
	CENTRO	1000	**994.5**	40	**85.2**	10	**0.3**	70	**98.7**
	SALIDA	1000	**994.5**	40	**85.2**	10	**0.3**	70	**98.7**
	NUBLADO								
	ENTRADA	500	**553.2**	40	**86.4**	10	**0.3**	70	**95.7**
	CENTRO	500	**523.5**	40	**82.5**	10	**0.3**	70	**95.8**
	SALIDA	500	**523.5**	40	**82.5**	10	**0.3**	70	**95.8**
	NOCHE								
	ENTRADA	20-40	**38.5**	40	**78.8**	10	**0.3**	70	**78**
	CENTRO	20-40	**35.4**	40	**54.4**	10	**0.3**	70	**80.3**
	SALIDA	20-40	**35.4**	40	**54.4**	10	**0.3**	70	**80.3**
PASO DEPRIMIDO OREJA OCCIDENTAL AV. UNIVERSITARIA HACIA AV. AMERICA NORTE	DIA								
	ENTRADA	1000	**1117**	40	**84.8**	10	**0.6**	70	**99.4**
	CENTRO	1000	**1117**	40	**84.8**	10	**0.6**	70	**99.4**
	SALIDA	1000	**1079.4**	40	**89.7**	10	**0.3**	70	**98.3**
	NUBLADO								
	ENTRADA	500	**558.8**	40	**83.8**	10	**0.6**	70	**98.5**
	CENTRO	500	**558.8**	40	**83.8**	10	**0.6**	70	**98.5**
	SALIDA	500	**536.4**	40	**87.6**	10	**0.2**	70	**94.1**
	NOCHE								
	ENTRADA	20-40	**50.3**	40	**55.1**	10	**0.4**	70	**69.5**
	CENTRO	20-40	**50.5**	40	**55.1**	10	**0.4**	70	**69.5**
	SALIDA	20-40	**38.4**	40	**97.5**	10	**0.2**	70	**78.9**

Continuación TABLA # 4.2

Análisis de cuadro de datos.

Para comprender de mejor manera las tablas de datos es necesario aclarar lo siguiente:

1.- En el caso de las rampas, los datos de Luminarias se ingresan en el programa en forma independiente, ya que la altura de estas luminarias varia de acuerdo a la posición que estas tengan con respecto a la coordenada (0,0) del eje de referencia.

2.- La entrada a los túneles: Sur-Norte y la Av. América calle San Gregorio es común, por tanto los datos son iguales para los dos casos.

3.- La salida de los túneles: Sur-Norte y la Av. Universitaria, Av. América Norte es común, por tanto los datos son iguales para los dos casos.

En la casilla donde se indica el tipo de luminaria se encuentran colocado un código de luminaria el mismo que significa lo siguiente:

E61289 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 250W con flujo luminoso de 33.000 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte de adelante de la misma.

E61290 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 250W con flujo luminoso de 27.000 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte central de la misma.

E61293 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 150W con flujo luminoso de 17.000 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte de adelante de la misma.

E90135 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 150W con flujo luminoso de 17.000 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte de central de la misma.

E61274 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 150W con flujo luminoso de 14.500 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte central de la misma.

881261 Luminaria con lámpara de vapor de sodio de 250W con flujo luminoso de 33.000 lúmenes, y la posición de la lámpara dentro de la luminaria es en la parte de adelante de la misma.

Para la iluminación en la noche, la luminaria es similar a la 881261, varia en que esta tiene una lámpara de sodio de 70W cuyo flujo luminoso es de 5.800 lúmenes.

4.5.- RESULTADOS DEL PROGRAMA.-

Los resultados que arroja el programa se encuentran en el anexo # 1.

De las tablas anteriores y por la característica del programa que se lo corre las veces que sea necesario hasta obtener resultados ajustados a las recomendaciones de las normas que constan en las tablas # 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7, del capítulo II, se desprenden que los valores obtenidos del programa y los de las normas son similares.

Los planos del proyecto tanto de baja tensión (iluminación), como de alta tensión (cámara de transformación), se encuentran en el anexo # 3

4.6.- SUMINISTRO DE ENERGIA ELECTRICA

La alimentación eléctrica se la ha previsto totalmente independiente de la red real existente, tanto para alta tensión como para baja tensión. En alta tensión esta constituida por un transformador de 75 KVA colocado en la cámara de transformación existente en la Facultad de Administración de la Universidad

Central. El espacio físico de esta cámara permite la colocación del transformador en mención, para este fin se contará con la respectiva autorización, por parte de la Facultad de Administración de la Universidad Central, los planos referentes a la cámara de transformación se encuentran en el anexo # 3.

La alimentación en baja tensión se realizara desde el transformador a colocarse en la cámara del edificio de la Facultad de Administración hasta el tablero principal TP a instalarse junto al transformador, desde donde se llevara el alimentador a TP1 (Tablero correspondiente a los pasos deprimidos) y la alimentación a Tap (subtablero de alumbrado público)

TP controla a TP1 y a Tap

TP1 controla a T1, T2, T3 y a los circuitos correspondientes a alumbrado ornamental y además el circuito correspondiente a la bomba.

Los sistemas de tierras de los tableros serán colocados al pie de cada uno de ellos.

La alimentación a TP1 será en forma subterránea atravesando la calzada correspondiente, para este fin hay que regirse a las normas que la EEQSA tiene al respecto.

La instalación será por completo subterránea, en el caso del alumbrado público y de la iluminación ornamental llegando a pozos de revisión para las diferentes derivaciones hacia los circuitos correspondientes, en el caso de los pasos deprimidos la instalación será sobrepuesta en pared, se llevaran los circuitos en una sola tubería EMT en la cual se tendrá alimentadores independientes para cada uno de los circuitos los mismos que están especificados en los planos # 1 y # 2.

4.7.- ESTUDIO DE LA DEMANDA.-

4.7.1 Determinación de la demanda.-

Para determinar los valores correspondientes a la carga instalada y demanda máxima, se ha tomado en cuenta la potencia de cada una de las lámparas a utilizarse.

VALORES DE POTENCIAS REALES DE LAS LUMINARIAS

LAMPARA	LUMINARIA
250 W	275 W
70 W	82 W
150 W	168 W

En la determinación de la demanda máxima se debe considerar que se tendrán cargas que funcionaran exclusivamente en la noche y otras exclusivamente en el día, lo cual incide en él calculo del valor del transformador necesario.

La carga que funcionara exclusivamente durante el día será la correspondiente a los subtableros T1 y T2: T1 cargas correspondientes a las luminarias del paso deprimido que se encenderán durante el día y T2 correspondientes a las cargas que se encenderán cuando se tenga un día nublado.

T1 = 25.18 KVA

T2 = 24.06 KVA

SUBTOTAL = 49.24 KVA

La carga que funcionara exclusivamente durante la noche, será Tap subtablero que controla el alumbrado público de avenidas, T3 subtablero que

controla el alumbrado de los pasos deprimidos durante la noche, y IO1, IO2, IO3 circuitos correspondientes a áreas verdes.

Tap	=	17.4 KVA
T3	=	4.16 KVA
IO1	=	0.54 KVA
IO2	=	1.35 KVA
IO3	=	1.15 KVA

SUBTOTAL 2	=	24.6 KVA
Bomba	=	11.76 KVA

Por tanto el transformador deberá abastecer a la mayor de las cargas, en este caso será la carga correspondiente al día, más la carga correspondiente a la bomba ya que esta podrá funcionar tanto en el día como en la noche.

SUBTOTAL 1	=	49.24 KVA
Bomba	=	11.76 KVA

TOTAL	=	61.0 KVA

De acuerdo con lo anterior el transformador deberá ser de 75 KVA para que abastezca la carga requerida y sea de un valor estandarizado.

4.7.2.-Red secundaria

La red de distribución secundaria es trifasica a 210/121 V., está constituida por la conexión desde las bases portafusibles del transformador, hasta la protección de 3P-200 A a colocarse dentro del tablero principal TP, de aquí mediante la protección adecuada se llega al tablero TP1 donde se encuentran las protecciones de T1, T2, T3, IO1, IO2, IO3 y el de la bomba, además aquí

deberá colocarse el tablero de control para encendido-apagado de las luminarias de los túneles, TP1 esta ubicado en un cuarto construido para este fin, ubicado bajo la plazoleta de la plaza Indoamerica, desde donde se llegará a los diferentes puntos de consumo.

La caída de tensión de cada uno de los circuitos se encuentra en las respectivas hojas de calculo adjuntas, con estos valores se verifica que están dentro del rango admitido por la EEQSA para redes secundarias, de esta manera se pude concluir que los alimentadores para cada uno de los subtableros son los siguientes.

TP	=	(3x3/0+1x2/0)TTU ϕ 2 ½"
TP1	=	(3x2/0+1x1/0)TTU en ducto de una vía
Bomba	=	(3x4+1x6)TTU en ducto de una vía
Tap	=	(3x6+1x8) ϕ 1"
T1	=	(3x6+1x8) ϕ 1"
T2	=	(3x6+1x8) ϕ 1"
T3	=	(3x6+1x8) ϕ 1"

En la pagina 104 se muestra el diagrama unifilar de la alimentación tanto en alta tensión como en baja tensión.

En las paginas de la 105, a la 110, se detalla la carga por tablero y por alimentador.

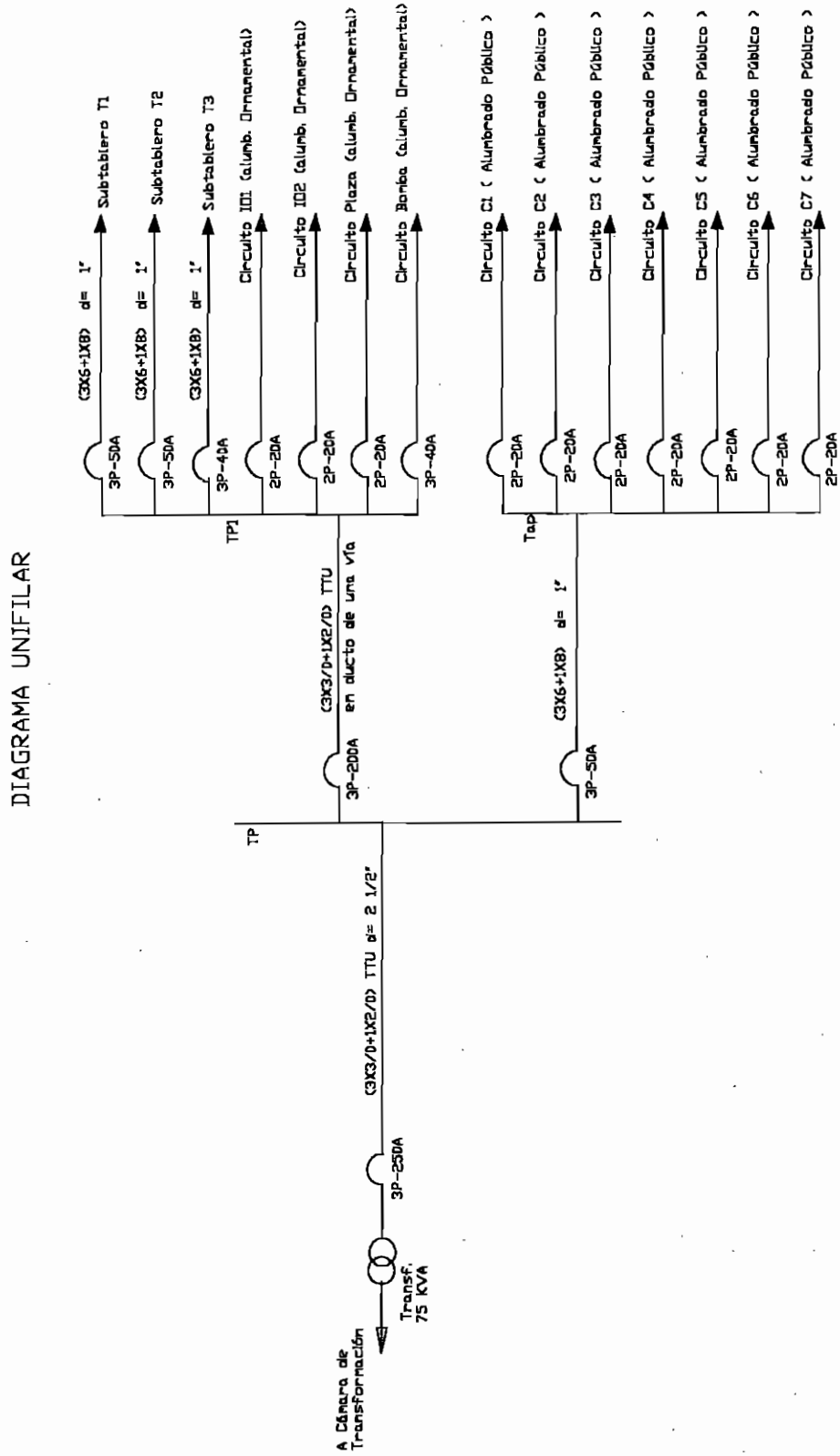


DIAGRAMA UNIFILAR
A Cámara de Transformación
Transf. 75 KVA
3P-250A
(3X3/0+1X2/0) TTU d= 2 1/2"
TP
3P-200A
(3X3/0+1X2/0) TTU en ducto de una vía
3P-50A
(3X6+1X8) d= 1"
TP1
Tap
3P-50A
(3X6+1X8) d= 1"
Subtablero T1
3P-50A
(3X6+1X8) d= 1"
Subtablero T2
3P-40A
(3X6+1X8) d= 1"
Subtablero T3
2P-20A
Circuito ID1 (Alumb. Ornamental)
2P-20A
Circuito ID2 (Alumb. Ornamental)
2P-20A
Circuito Plaza (Alumb. Ornamental)
2P-20A
Circuito Banda (Alumb. Ornamental)
3P-40A
2P-20A
Circuito C1 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C2 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C3 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C4 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C5 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C6 (Alumbrado Público)
2P-20A
Circuito C7 (Alumbrado Público)

PROYECTO: **INTERCAMBIADOR INDOAMERICA**
SUBTABLERO: **TP**
TAMAÑO DEL SUBTABLERO:
PROTECCION PARA EL SUBTABLERO: **3P-250A**

CIRC.	DESIGNACION DEL CIRCUITO	# PUNTOS	Vn (V)	fp	P int. (KW)	S inst. (KVA)	I (A)	PROTECCION DEL CIRCUITO	CAIDA DE TENSION
TP1	PASOS DEPRIM.	1	210	0.95	64.79	68.20	187.71	3P-200A	3.83
Tap	ALUMB. PUBLIC.	1	210	0.95	16.50	17.37	47.81	3P-50A	0.75
	TOTALES				81.29	85.57			

PROYECTO: **INTERCAMBIADOR INDOAMERICA**
SUBTABLERO: **TP1**
TAMAÑO DEL SUBTABLERO:
PROTECCION PARA EL SUBTABLERO: **3P-200A**

CIRC.	DESIGNACION DEL CIRCUITO	# PUNTOS	Vn (V)	fp	P int. (KW)	S inst. (KVA)	I (A)	PROTECCION DEL CIRCUITO	CAIDA DE TENSION
T1	NUBLADO	1	210	0.95	23.93	25.19	69.34	3P-70A	4.21
T2	DIA	1	210	0.95	22.83	24.03	66.15	3P-70A	4.19
T3	NOCHE	1	210	0.95	3.96	4.17	11.47	3P-20A	3.89
IO1	BUSTOS	6	210	0.95	0.50	0.53	1.45	3P-20A	3.88
IO2	BUSTOS	15	210	0.95	1.30	1.37	3.77	3P-20A	4.04
IO3	PLAZA	4	210	0.95	1.10	1.16	3.19	3P-20A	4.00
B1	BOMBA	1	210	0.95	11.20	11.79	32.45	3P-40A	3.94
	TOTALES				64.82	68.23			

PROYECTO: **INTERCAMBIADOR INDOAMERICA**
SUBTABLERO: **Tap**
TAMAÑO DEL SUBTABLERO: **3P - 20 ESPACIOS**
PROTECCION PARA EL SUBTABLERO: **3P-50A**

CIRC.	DESIGNACION DEL CIRCUITO	# PUNTOS	Vn (V)	fp	P int. (KW)	S inst. (KVA)	I (A)	PROTECCION DEL CIRCUITO	CAIDA DE TENSION
C1	ALUMB. PUBLIC.	9	210	0.95	2.48	2.61	12.41	2P-20A	1.26
C2	ALUMB. PUBLIC.	9	210	0.95	2.48	2.61	12.41	2P-20A	2.95
C3	ALUMB. PUBLIC.	10	210	0.95	2.75	2.89	13.78	2P-20A	1.55
C4	ALUMB. PUBLIC.	7	210	0.95	1.93	2.03	9.65	2P-20A	1.53
C5	ALUMB. PUBLIC.	6	210	0.95	1.65	1.74	8.27	2P-20A	2.49
C6	ALUMB. PUBLIC.	9	210	0.95	2.48	2.61	12.41	2P-20A	2.18
C7	ALUMB. PUBLIC.	10	210	0.95	2.75	2.89	13.78	2P-20A	2.54
	TOTALES				16.50	17.37			

PROYECTO: **INTERCAMBIADOR INDOAMERICA**
SUBTABLERO: **T1 (NUBLADO)**
TAMAÑO DEL SUBTABLERO: **3P - 20 ESPACIOS**
PROTECCION PARA EL SUBTABLERO: **3P-50A**

CIRC.	DESIGNACION DEL CIRCUITO	# PUNTOS	Vn (V)	fp	P int. (KW)	S inst. (KVA)	I (A)	PROTECCION DEL CIRCUITO	CAIDA DE TENSION
N1	PASO DEPRIM.	7	210	0.95	1.93	2.03	9.65	2P-20A	4.22
N2	PASO DEPRIM.	6	210	0.95	1.65	1.74	8.27	2P-20A	4.14
N3	PASO DEPRIM.	11	210	0.95	3.03	3.18	15.16	2P-20A	4.18
N4	PASO DEPRIM.	12	210	0.95	3.30	3.47	16.54	2P-20A	4.25
N5	PASO DEPRIM.	16	210	0.95	4.40	4.63	22.06	2P-30A	5.02
N6	PASO DEPRIM.	16	210	0.95	4.40	4.63	22.06	2P-30A	5.06
N7	PASO DEPRIM.	10	210	0.95	2.75	2.89	13.78	2P-20A	5.08
N8	PASO DEPRIM.	9	210	0.95	2.48	2.61	12.41	2P-20A	5.00
	TOTALES				23.93	25.18			

PROYECTO: **INTERCAMBIADOR INDOAMERICA**
SUBTABLERO: **T2 (DIA)**
TAMAÑO DEL SUBTABLERO: **3P - 20 ESPACIOS**
PROTECCION PARA EL SUBTABLERO: **3P-50A**

CIRC.	DESIGNACION DEL CIRCUITO	# PUNTOS	Vn (V)	fp	P int. (KW)	S inst. (KVA)	I (A)	PROTECCION DEL CIRCUITO	CAIDA DE TENSION
D1	PASO DEPRIM.	6	210	0.95	1.65	1.74	8.27	2P-20A	4.15
D2	PASO DEPRIM.	6	210	0.95	1.65	1.74	8.27	2P-20A	4.88
D3	PASO DEPRIM.	11	210	0.95	3.03	3.18	15.16	2P-20A	4.22
D4	PASO DEPRIM.	11	210	0.95	3.03	3.18	15.16	2P-20A	4.19
D5	PASO DEPRIM.	16	210	0.95	4.40	4.63	22.06	2P-30A	5.04
D6	PASO DEPRIM.	16	210	0.95	4.40	4.63	22.06	2P-30A	5.11
D7	PASO DEPRIM.	9	210	0.95	2.48	2.61	12.41	2P-20A	5.07
D8	PASO DEPRIM.	8	210	0.95	2.20	2.32	11.03	2P-20A	5.03
	TOTALES				22.83	24.03			

4.7.3.-Circuitos de control para la iluminación

El control para las luminarias de alumbrado publico y ornamental se lo realiza mediante equipos de control los cuales incluyen: el interruptor fotoeléctrico, el contactor electromagnético de capacidad adecuada en categoría AC3 y los disyuntores para protección por cada circuito, el equipo en mención se ubica junto a una de las luminarias pertenecientes a cada uno de los circuitos.

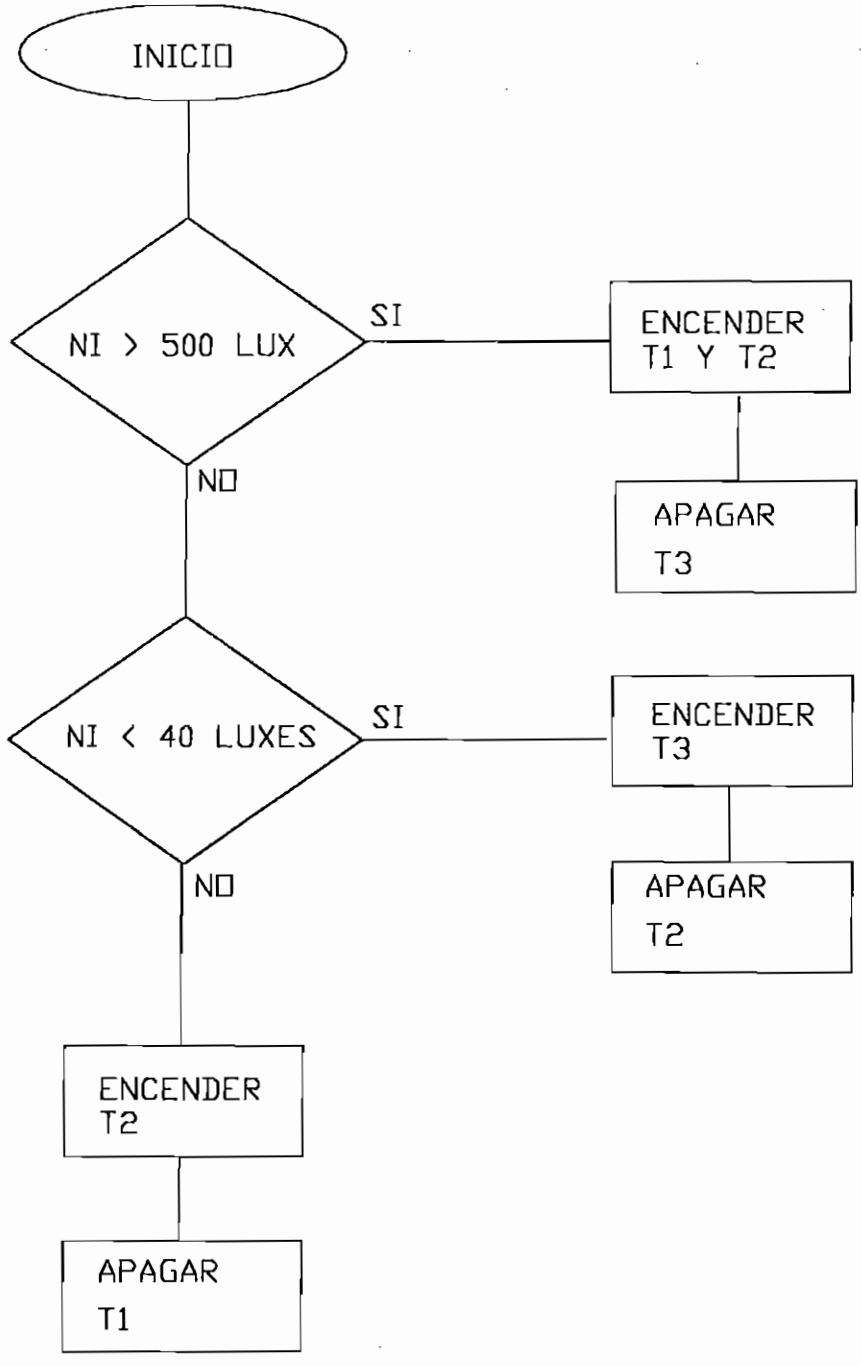
Para el control de iluminación en los pasos deprimidos se necesita un circuito electrónico el mismo que permita tener tres niveles de iluminación:

En el primero nivel de iluminación se trata de obtener una iluminación equivalente a la de un día normal, por tanto debe encender todos los reflectores de 250 W pertenecientes a los subtableros T1 y T2, y mantener apagado los reflectores del subtablero T3.

En el segundo nivel de iluminación se trata de obtener una iluminación equivalente a la luz que se tendría en un día nublado, por tanto debe encender todos los reflectores pertenecientes al subtablero T1, y mantener apagados los reflectores del subtablero T2 y T3

En el tercer nivel de iluminación de trata de obtener una iluminación equivalente a la luz que se tendría en la noche, por tanto debe encender todos los reflectores de 70W pertenecientes al subtablero T3, y mantener apagados los reflectores de los subtableros T1 y T2.

DIAGRAMA DE FLUJO



NI= Nivel de Iluminación sensada en el exterior del túnel

4.8.- LISTADO DE MATERIALES Y ESPECIFICACIONES DE EQUIPOS DE ILUMINACION Y DE LA CAMARA DE TRANSFORMACION

A continuación se detallan los equipos eléctricos y los materiales necesarios para realizar la iluminación y la cámara de transformación de este proyecto, para las especificaciones se ha seguido normas de la EEQSA.

4.8.1.-Equipos y materiales para la iluminación

ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION
01	28	U	Luminarias L1, para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (adelante) Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
02	03	U	Luminaria L2 para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (adelante). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.

03	03	U	Luminaria L3 para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (adelante) Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
04	02	U	Luminaria L4 para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 33.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (central). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
05	07	U	Luminaria L45 para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (central).

			Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
06	03	U	Luminaria L5 para alumbrado público de vías, de 250W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 27.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (central). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
07	04	U	Luminaria L6 para alumbrado público de vías, de 150W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 150W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (adelante). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
08	07	U	Luminaria L7 para alumbrado público de vías, de 150W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 150W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los

			valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (central). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
09	05	U	Luminaria L8 para alumbrado público de vías, de 150W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 150W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 17.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (adelante). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a Z2.
10	05	U	Luminaria L8 para alumbrado público de vías, de 150W cerrada, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 150W/210-240V/60Hz, con lampara super tubular clara, de flujo luminoso igual a 14.500 lúmenes vapor de sodio alta presión, con distribución luminosa que permita obtener los valores recomendados por la CIE (publicación 115) para vías tipo M2. Posición del foco (central). Hermeticidad IP65. Con brazo tubular de hierro galvanizado en caliente, diámetro 38 mm, espesor 2mm. Similar a ONIX1.
11	170	U	Proyector de 250W, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 250W/210-240V/60Hz, de flujo

			luminoso igual a 33.000 lúmenes vapor de sodio alta presión, con soportes para sujeción a pared. Similar a RT3-NB.
12	50	U	Proyector de 70W, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 70W/210-240V/60Hz, de flujo luminoso igual a 5.800 lúmenes vapor de sodio alta presión, con soportes para sujeción a pared. Similar a RT3 NB/70/83.
13	21	U	Proyector, para ser empotrado en suelo de 70W, de alta resistencia mecánica, con accesorios eléctricos incorporados totalmente compatibles entre sí, 70W/210-240V/60Hz, con lampara de 70W halogenuros metálicos, con reflector semicilindrico asimétrico para efectos especiales de iluminación de estatuas y fachadas. Vidrio de seguridad de 19 mm con resistencia de carga de 3 toneladas. Grado de protección IP66. Similar a TERRA IB/70/83.
14	07	U	Equipo para control automático del alumbrado publico compuesto por: Interruptores fotoeléctricos, contactores electromagnéticos de categoría AC3, y disyuntores de protección. Deberá cumplir con la norma IEC-947-4.
15	01	U	Equipo para control automático de iluminación de túneles; el mismo debe cumplir con los siguientes requerimientos: Permita tener tres niveles de iluminación. Primero.- encender todos los reflectores de 250W correspondientes a los subtableros T1 y T2, permaneciendo desconectado el subtablero T3, dando un nivel de iluminación equivalente a un día normal.

Segundo.- encender únicamente los reflectores de 250W controlados por el subtablero T1, permaneciendo desconectados los subtableros T2 y T3, dando un nivel de iluminación equivalente a un día nublado.

Tercero.- encender únicamente los reflectores de 70W controlados por el subtablero T3, permaneciendo desconectados los subtableros T1 y T2, dando un nivel de iluminación equivalente a la noche.

16 01 U TABLERO PRINCIPAL TP

El tablero principal TP será un gabinete metálico tipo Panel Board, construido con lamina de acero de 1/016" de espesor, con rejillas de ventilación laterales superiores completamente pintado con pintura anticorrosiva y terminado en esmalte, con cerraduras de seguridad, adecuado para contener los siguientes elementos:

1 Breaker tipo caja moldeada de 3P-200 A

1 Breaker tipo caja moldeada de 3P-150 A

1 Breaker tipo caja moldeada de 3P-50 A

17 01 U TABLERO PRINCIPAL TP1

El tablero principal TP1 será un gabinete metálico tipo Panel Board, construido con lamina de acero de 1/016" de espesor, con rejillas de ventilación laterales superiores completamente pintado con pintura anticorrosiva y terminado en esmalte, con cerraduras de seguridad, adecuado para contener los siguientes elementos:

			2 Breaker tipo caja moldeada de 3P-50 A
			2 Breaker tipo caja moldeada de 3P-40 A
			3 Breaker tipo caja moldeada de 2P-15 A
18	04	U	SUBTABLEROS DE DISTRIBUCION TRIFASICO 20 ESPACIOS Tablero de distribución tipo Load Center de chapa metálica completamente pintado, con puerta frontal y barras de cobre de 200 A de capacidad, trifásico con neutro, con espacio suficiente para abarcar 20 interruptores termomagnéticos monofasicos.
19	01	U	Interruptor termomagnetico tripolar de 20 KA de capacidad de interrupción y 200 A de capacidad nominal, trifasico a 220V. Tipo caja moldeada.
20	01	U	Interruptor termomagnetico tripolar de 20 KA de capacidad de interrupción y 150 A de capacidad nominal, trifasico a 220V. Tipo caja moldeada.
21	03	U	Interruptor termomagnetico tripolar de 20 KA de capacidad de interrupción y 50 A de capacidad nominal, trifasico a 220V. Tipo caja moldeada.
22	03	U	Interruptor termomagnetico tripolar de 20 KA de capacidad de interrupción y 40 A de capacidad nominal, trifasico a 220V. Tipo caja moldeada.
23	01	U	Interruptor termomagnetico bipolar de 20 KA de capacidad de interrupción y 15 A de capacidad nominal, bifasico a 220V. Tipo caja moldeada

24	29	U	Interruptor termomagnetico enchufable de 20 KA de capacidad de interrupción y 20 A de capacidad nominal.
25	30	M	Conductor aislado con polietileno natural para 2000 V, tipo TTU, chaqueta de PVC, calibre # 3/0 AWG. Designación ASTM B3, B8, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones subterránea.
26	250	M	Conductor aislado con polietileno natural para 2000 V, tipo TTU, chaqueta de PVC, calibre # 2/0 AWG. Designación ASTM B3, B8, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones subterránea.
27	100	M	Conductor aislado con polietileno natural para 2000 V, tipo TTU, chaqueta de PVC, calibre # 1/0 AWG. Designación ASTM B3, B8, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones subterránea.
28	80	M	Conductor aislado con polietileno natural para 2000 V, tipo TTU , chaqueta de PVC, calibre # 2 AWG. Designación ASTM B3, B8, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones subterránea.
29	4100	M	Conductor aislado con PVC, termoplástico para 600V, tipo TW, cobre suave, calibre # 6 AWG. Designación ASTM B3, UL83, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones a la intemperie.
30	80	M	Conductor aislado con PVC, termoplástico para 600V, tipo TW, cobre suave, calibre # 8 AWG.

			Designación ASTM B3, UL83, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones a la intemperie.
31	1000	M	Conductor aislado con PVC, termoplástico para 600V, tipo TW, cobre suave, calibre # 12 AWG. Designación ASTM B3, UL83, IPCEA S-61-402, adecuado para instalaciones a la intemperie.
32	80	U	Tubo conduit EMT de 3 m de longitud y diámetro 2".
33	100	U	Tubo conduit EMT de 3 m de longitud y diámetro 1 1/2".
34	300	U	Tubo conduit EMT de 3 m de longitud y diámetro 1".
35	01	Gbl	Accesorios para tubería EMT.
36	30	U	Cajas de revisión de 60x60x60cn, serán de paredes de mampostería de ladrillo enlucido y piso permeable con tapa de hormigón con marco y contramarco de hierro.
37	200	M	Tubería de H.S. de 1 vía, se entiende por un tubo de hormigón sin refuerzo de acero, aquellos conductores construidos de hormigón simple y previstos de un sistema de empate adecuado para formar en condiciones satisfactorias una tubería continua. El tipo a utilizarse será el " macho-hembra".
38	06	U	Sistemas de tierra; se realizará mediante la colocación de una varilla copperweld de 6"x3/8", la misma que se unirá al cable desnudo mediante un conector copperweld correspondiente.

4.8.2.-Equipos y materiales necesarios para la cámara de trasformación

ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION
01	01	U	Trasnformador trifasico, clase distribución sumergido en aceite , autorefrigerado, tipo convencional apropiado para instalación en

cámara a 3.000 msnm. Potencia nominal a regimen continuo: 75 KVA con una temperatura ambiente de 30 grados centigrados y un sobrecalentamiento de 65 grados centigrados medido por resistencia.

Voltaje nominal primario: 6.300 V

Voltaje nominal secundario 220/127 V.

Numero de bushings: 3 en A.T.

Derivaciones en el lado primario; +/- 2x2.5% de la relación de transformación, para conmutación sin carga, con el conmutador localizado esteriormente.

Impedancia máxima a régimen continuo: 4% sobre la base de sus KVA nominales. Frecuencia 60 Hz.

Clase de aislamiento lado primario 25 KV, BIL 95 KV

Clase de aislamiento lado secundario: 1.2 KV, BIL 30 KV

Se suministrará con los siguientes accesorios, como mínimo: válvula de drenaje, conector de derivación a tierra del tanque, placa de caracteristica y dispositivos de elevación (ganchos).

Deberá satisfacer las disposiciones que en cuanto a diseño. Fabricación y pruebas se establezcan en las normas ANSI C-57-12-20.

02	03	U	Seccionador portafusible unipolar tipo cerrado 7.8 KV, 100 A, Is = 5.600 A, Ias = 8.000 A, de acuerdo a las normas ANSI C-37.41 y C-37.42.
03	03	U	Tirafusible para alta tensión, cabeza removible, tipo K según designación EEI NEMA, de 15 amperios nominales.

04	06	U	Cartucho fusible para baja tensión, tipo NH, alta capacidad de ruptura, con un mínimo de 100 KA, 500 V, 160 amp. De corriente nominal, tamaño 1.
05	06	U	Base portafusible para baja tensión, unipolar, clase 500 V, 160 A corriente nominal, tamaño 1, adecuada para utilizarse con cartucho fusible tipo NH, terminales de ajuste tipo agujero pasante, completa, con pernos de contacto, arandelas planas y de presión.
06	50	M	Conductor desnudo cableado, cobre recocido suave, 7 hilos, calibre # 2 AWG. Designación ASTM B3, B8 adecuado para puesta a tierra.
07	50	M	Conductor aislado con polietileno natural para 2.000 V, tipo TTU, chaqueta de PVC, cableado, cobre suave, unipolar 7 hilos, calibre # 4/0 AWG. Desiganción ASTM B3,B8, IPCEA S-61-402, adecuado para instalación subterránea.
08	50	M	Conductor de cobre desnudo cableado calibre #2/0 AWG.
09	60	M	Cable de cobre unipolar # 4 aislado para 8 KV. Con apantallamiento.
10	05	U	Rack para sujeción de cables a la pared.
11	01	U	Pletina de hierro angulo "L" 60x60x6mm y 1.2 m de longitud, según normas de la EEQSA.
12	01	U	Pletina de hierro ángulo "L" 50x50x6mm
13	04	U	Pletina de hierro ángulo "L" 40x6mm
14	15	U	Pieza completa de pletina para fijación de conductores a pared.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- Cuando las vías están iluminadas adecuadamente, la vialidad es utilizada con propiedad, incrementándose la capacidad y seguridad para peatones y conductores que hacen uso de estas vías.
- Tomando en cuenta los valores que recomiendan las normas para cada uno de los casos, y siguiendo los criterios adecuados para iluminación de vías, se puede obtener un valor de iluminación aceptable.
- Existen situaciones que requieren consideración especial, ya que no todos los problemas de iluminación en las vías, pueden ser resueltos con un criterio general, puesto que existen determinados lugares en las calzadas de las vías públicas que justifican una mejor iluminación que el resto de las mismas; entre las cuales pueden mencionarse las intersecciones, cruces, callejones, puentes, plazas y rotondas, vías elevadas y subterráneas, pasos deprimidos o túneles, curvas, crestas, zonas de estacionamiento, calles con gran forestación, etc.
- En el caso de las intersecciones se requiere una mayor iluminación debido al incremento del tránsito de vehículos o de peatones. En la generalidad de las intersecciones urbanas, en diagonal, en" T" o en" Y", la iluminación deberá ser por lo menos igual a la suma de los valores de las iluminaciones recomendados para las calles que forman la intersección, y las luminarias

deberán estar localizadas de modo que las obstrucciones y los pasos de peatones estén iluminados efectivamente.

- Para túneles el nivel de iluminación debe ser el recomendado en normas y sus entradas y salidas deben tener un sistema de alumbrado suplementario a efectos de reducir el cambio brusco, que se tiene entre el exterior y el interior del túnel.
- Una buena iluminación de las calzadas y túneles no solo favorece al tránsito vehicular, disminuyendo los accidentes, sino también, contribuye a la disminución de actos delictivos y crímenes, haciendo más eficaz la labor de las autoridades pertinentes, lo cual beneficia directamente a la ciudadanía.

  Los motivos para iluminar calles, avenidas y túneles podrán ser muy variados, pero sobre todo deberá enfocarse a la seguridad que merece el conductor y el peatón; con dicha iluminación, se da la visibilidad y comodidad necesarias para que estos puedan transitar con mejor y mayor facilidad; además, cabe anotar que a su vez la iluminación pública deberá satisfacer necesidades tales como: bajar el índice de delincuencia para que el transitar en las horas de la noche, sea bajo las normas de seguridad y protección adecuadas.
- Otra de las necesidades es la decoración que se da a las calles, pasando esto a ser una atracción turística de las mismas, además dando realce a monumentos y plazas.
- Un aspecto que tiene mucha importancia es la parte económica, que influye directamente en la calidad de las luminarias y por tanto de la iluminación, esto obliga a realizar un estudio técnico económico el mismo que debe tratar de mantener la mejor calidad al menor costo, haciendo que el proyecto no resulte excesivamente caro.

- Toda la instalación en los túneles es sobrepuesta, y los alimentadores a los diferentes circuitos van en tubería hasta el sitio de los subtableros de distribución, esta instalación sobrepuesta en los túneles facilita en la totalidad las instalaciones de las luminarias y el mantenimiento de todos los circuitos referentes a pasos deprimidos.
- Para realizar las instalaciones eléctricas se debe coordinar con los otros campos en la construcción así se tiene, la parte hidráulica, telefónica, civil, etc. La parte eléctrica deberá construirse paulatinamente siguiendo un cronograma de actividades, el mismo que deberá encajar dentro del cronograma general de la construcción del proyecto.

RECOMENDACIONES

- Depende de muchos factores la iluminación adecuada de una avenida o de un paso deprimido, por tanto, se recomienda correr un programa en el cual intervengan todos los factores necesarios para obtener una buena iluminación.
- En la mayoría de los casos no se podrá colocar un solo tipo de luminarias y de lámparas, y no será igual la potencia de estas, ya que lo que prima es el nivel de iluminación que se quiera tener en una calle, avenida o paso deprimido y no la igualdad que se desearía en cuanto a equipo se refiere.
- Al escoger las luminarias y lámparas para la iluminación de túneles se debe tener en cuenta algunas consideraciones, tales como, que tengan un factor de mantenimiento alto y sean completamente herméticas, ya que el gran nivel de contaminación existente dentro de los túneles, debido al smock producido por los vehículos, afectan de una u otra manera a dicho equipo.

- Debe considerarse que las luminarias tengan alta resistencia mecánica para que cuando las paredes de los túneles sean limpiadas con carros cisternas, dichas luminarias no se vean afectadas con el golpe de agua, facilitando de esta manera la limpieza y permitiendo que el tiempo en que se encuentren fuera de funcionamiento por causas de mantenimiento, sea menor.
- Las instalaciones tienen un tiempo aproximado de duración de unos 20 años, luego de los cuales se deberá cambiar la instalación tanto de tubería como de cable, debido a que la instalación es sobrepuesta en túneles este cambio resultará completamente fácil.
- El control de la iluminación en pasos deprimidos, no es parte de este trabajo de tesis, pero cabe mencionar que este control de iluminación, debe diseñarse de tal manera que pueda ser renovado y actualizado con facilidad, según los avances de la ciencia.
- Debido a que las normas de la EEQSA no están actualizadas y no abarcan todos los campos en iluminación exterior y alumbrado público, se recomienda la revisión, para que en lo posterior se cuente con normas que estén de acuerdo a nuestro medio y sean una base en el diseño de nuevos proyectos.
- El diseño eléctrico debe siempre estar de acuerdo y en concordancia con el diseño arquitectónico para que de esta manera sea un complemento y realce en todos los aspectos a este.
- Debido a que la bibliografía para el tema es escasa, se recomienda la adquisición de normas actualizadas de iluminación y alumbrado público, por parte de las Escuelas Politécnicas del Ecuador.
- Debido a que las normas existentes de alumbrado público están caducas y son incompletas, se ha utilizado normas internacionales, por lo que se

recomienda que se realice una tesis que recopile las diferentes normas y se las adecue para el Ecuador.

BIBLIOGRAFIA.-

1.- NOTAS DE ALUMBRADO (Parte 1)

Construcciones Eléctricas Schereder

Mayo 1991

2.- MODERNIZACION DEL ALUMBRADO PUBLICO

Pavón P. Jorge E.

3.- CODIGO COLOMBIANO DE ALUMBRADO PUBLICO

NORMA ICONTEC-900

Instituto Colombiano de Normas y Técnicas

Julio-1975

4.- MANUAL DE ALUMBRADO

N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, 1975

Tercera Edición

5.- MANUAL DE PROYECTO GEOMETRICO DE CARRETERAS

Secretaria de Asentamientos Humanos y Obras Públicas

México. 1977

Primera edición

6.- SEMINARIO DE ALUMBRADO

Construcciones Eléctricas Schereder

Abril 1996

7.- FISONOMIA DE LA INGENIERIA DE TRANSITO

Lazo Margáin – Sánchez Ängeles

8.- ALUMBRADO PUBLICO DE CALLES Y AVENIDAS

Empresa Eléctrica Quito S.A.

1992-1993

9.- OPTIMIZACION DEL ALUMBRADO PUBLICO

Villavicencio Otañez, Antonio José

Quito, - 1978

10.- ILUMINACION DE CIUDADES

Luis Manzano Pesantes

11.- ILUMINACION EXTERNA

Re, Vittorio

12.- FUNDAMENTOS DE INSTALACIONES ELECTRICAS DE MEDIANA Y ALTA TENSION

Enríquez Harper Gilberto

13.- ALUMBRADO

J.W. Favié, O.P. Damen y otros

Madrid, 1963

14.- MANUAL OSRAM

A. Fernández

OSRAM S.A. Fray Luis de León (España)

Noviembre , 1975

15.- LUMINOTECNIA, Enciclopedia de Electricidad.

José Ramírez Vásquez

CEAC- S.A. Barcelona España

Junio, - 1974

16.- LUMINOTECNIA: Principios y aplicaciones

R.G. Weigel

Barcelona, 1957

17.- TECNICA DEL ALUMBRADO. Principios Fundamentales

M. Deribere Madrid España

1967

18.- COMO PUEDE USTED ILUMINAR SU CIUDAD

Procedimientos Westinghouse

Electrónica Ibérica S.A.

Madrid

19.- MANUAL STANDARD DEL INGENIERO ELECTRICISTA (TOMO II)

Archer E. Knowlton

Barcelona, 1962

20.- MANUAL DE ALUMBRADO WESTINGHOUSE

Editado por Electrónica Ibérica S.A.

Madrid , 1962

ANEXO 1

RESULTADOS DEL PROGRAMA

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: PEREZ/SP : IA - Av. Pérez Guerrero - General

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 4.80 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 4.80 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-60.00	0.25	10.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00
6	40.00	-60.00	23.75	10.00	E61289	33.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	21.8	23.4	25.1	33.1	50.4	56.8	50.4	33.1	25.2	23.4
2-	27.1	23.2	24.7	34.9	47.1	46.5	47.1	34.9	24.7	23.2
3-	27.1	23.2	24.7	34.9	47.1	46.5	47.1	34.9	24.7	23.2
4-	21.8	23.4	25.1	33.1	50.4	56.8	50.4	33.1	25.2	23.4
5-	9.8	10.6	14.9	21.4	32.9	40.6	33.1	21.9	15.7	11.8

Emin = 9.8 lux
Emax = 56.8 lux
==> Eav = 31.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 17.2 %
UO(Emin/Eav) = 31.3 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	3.76	3.58	2.63	2.26	2.44	2.38	2.56	2.67	3.16	3.55
2-	2.36	1.95	1.79	2.01	2.14	2.06	2.22	2.02	1.84	1.69
3-	1.83	1.50	1.38	1.65	1.84	1.76	1.87	1.68	1.48	1.46
4-	2.21	2.28	1.98	2.02	2.24	2.17	2.14	1.84	1.88	2.08
5-	1.52	1.57	1.71	1.63	1.66	1.66	1.52	1.39	1.46	1.58

Lmin = 1.38 cd/m2
Lmax = 3.76 cd/m2
==> Lav = 2.04 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 36.7 %
==> Lmin/Lav = 67.5 % <== Uo

Eav/Lav = 15.3

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 60.1
2- 71.7
3- 73.6
4- 80.5 <== Observer line
5- 81.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	40.3	41.8	52.4	72.1	68.3	69.6	59.3	52.1	46.1	41.2

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 6.00 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.29 Cd/m2
Threshold Increment : 9.8 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: PEREZ-R/ SP : Av. Pérez Guerrero - rampa

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	-7.75	10.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	0.00	15.75	10.00	E61289	33.00	0.90	180.00	15.00	0.00
1	0.00	40.00	-7.75	8.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	40.00	15.75	8.00	E61289	33.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	43.6	44.6	32.6	22.7	23.7	24.7	23.3	23.2	28.9	42.8
2-	40.3	41.5	32.2	22.3	23.8	24.9	25.4	21.6	27.5	36.1
3-	40.3	41.5	32.2	22.3	23.8	24.9	25.4	21.6	27.5	36.1
4-	43.6	44.6	32.6	22.7	23.7	24.7	23.3	23.2	28.9	42.8
5-	49.5	50.0	32.9	23.5	23.6	22.7	23.9	25.3	31.3	53.2

Emin = 21.6 lux
Emax = 53.2 lux
==> Eav = 30.9 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 40.5 %
UO(Emin/Eav) = 69.7 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.56	1.65	1.54	1.44	1.64	1.75	1.65	1.39	1.37	1.56
2-	1.37	1.53	1.50	1.37	1.55	1.61	1.64	1.20	1.30	1.42
3-	1.36	1.51	1.48	1.35	1.54	1.55	1.61	1.17	1.30	1.41
4-	1.48	1.61	1.47	1.35	1.54	1.67	1.59	1.33	1.36	1.54
5-	1.72	1.80	1.48	1.41	1.63	1.66	1.82	1.39	1.50	1.90

Lmin = 1.17 cd/m2
Lmax = 1.90 cd/m2
==> Lav = 1.52 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 61.7 %
==> Lmin/Lav = 77.3 % <== Uo

Eav/Lav = 20.4

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 77.9
2- 73.0
3- 72.6
4- 80.0 <== Observer line
5- 74.2

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	78.7	84.0	95.3	94.1	93.8	88.3	87.2	73.6	86.5	74.2

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.75 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.6 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:UNIVER-6/ SP : Av. Universitaria General

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 4.50 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 4.50 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-20.00	0.25	10.00	E61290	27.00	0.90	0.00	15.00	0.00
6	40.00	-20.00	21.75	12.00	E61290	27.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	19.4	21.2	23.9	29.1	39.2	39.0	39.2	29.1	24.0	21.2
2-	27.2	28.0	27.0	32.1	40.1	39.6	40.2	32.1	27.0	28.0
3-	28.3	29.3	29.1	34.6	45.0	42.5	45.1	34.6	29.1	29.3
4-	22.3	22.7	28.6	37.5	57.1	57.3	57.1	37.5	28.7	22.7
5-	11.3	11.7	15.1	20.0	29.4	36.3	29.4	20.0	15.1	11.7

Emin = 11.3 lux
Emax = 57.3 lux
==> Eav = 30.5 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 19.8 %
UO(Emin/Eav) = 37.1 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.28	2.37	2.08	1.77	1.72	1.52	1.74	1.87	2.21	2.42
2-	2.19	2.11	1.72	1.68	1.75	1.64	1.84	1.82	1.87	2.05
3-	1.87	1.82	1.50	1.48	1.62	1.47	1.63	1.53	1.62	1.85
4-	2.16	2.16	2.23	2.14	2.26	1.89	1.99	1.62	1.71	1.90
5-	1.58	1.54	1.61	1.40	1.33	1.27	1.07	1.02	1.20	1.47

Lmin = 1.02 cd/m2
Lmax = 2.42 cd/m2
==> Lav = 1.77 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 42.0 %
==> Lmin/Lav = 57.5 % <== Uo

Eav/Lav = 17.2

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 62.9
2- 74.8
3- 78.8
4- 71.5 <== Observer line
5- 63.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	69.2	64.8	67.4	65.6	58.9	67.1	53.7	54.6	54.5	60.5

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 5.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.02 Cd/m2
Threshold Increment : 0.8 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: UNIV-RE/ SP : Av. Universitaria RAMPA ELEVADA

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	-6.25	10.00	E61290	27.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	0.00	15.25	12.00	E61290	27.00	0.90	180.00	15.00	0.00
1	0.00	40.00	-6.25	8.50	E61290	27.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	40.00	15.25	10.50	E61290	27.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	36.9	38.1	30.4	25.4	28.0	27.0	28.5	26.7	30.3	39.6
2-	36.0	38.7	31.2	26.3	28.4	28.3	28.9	27.3	29.6	37.1
3-	39.1	41.4	32.5	27.3	28.1	28.2	29.1	28.4	30.7	39.6
4-	44.2	47.0	34.0	27.9	26.8	27.1	27.9	29.3	33.4	46.8
5-	51.1	51.1	35.6	28.2	24.5	25.5	25.8	30.4	37.1	58.1

Emin = 24.5 lux
Emax = 58.1 lux
==> Eav = 33.2 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 42.2 %
UO(Emin/Eav) = 73.8 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.29	1.42	1.39	1.55	1.87	1.86	1.85	1.49	1.31	1.39
2-	1.19	1.36	1.34	1.47	1.77	1.85	1.81	1.42	1.28	1.27
3-	1.24	1.38	1.32	1.42	1.70	1.89	1.86	1.54	1.34	1.31
4-	1.40	1.55	1.35	1.40	1.63	1.93	1.92	1.74	1.50	1.59
5-	1.60	1.71	1.39	1.43	1.65	2.08	2.04	2.15	1.87	2.10

Lmin = 1.19 cd/m2
Lmax = 2.15 cd/m2
==> Lav = 1.58 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 55.3 %
==> Lmin/Lav = 75.0 % <== Uo

Eav/Lav = 20.9

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 68.8
2- 64.1
3- 65.5
4- 69.9 <== Observer line
5- 64.9

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	74.1	79.5	95.0	90.4	86.9	88.9	88.9	66.2	68.4	60.2

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.00 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.4 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: UNIV-RT/ SP : Av. Universitaria RAMPA EN TUNEL

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-20.00	0.25	12.00	E61290	27.00	0.90	0.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	14.9	17.0	19.6	24.8	37.4	35.5	37.4	25.0	19.6	17.1
2-	13.7	15.9	18.9	24.0	34.9	34.3	34.9	24.0	18.9	15.9
3-	12.0	13.8	17.0	21.3	29.4	31.5	29.4	21.4	17.0	13.8
4-	9.9	10.9	13.5	17.3	23.9	27.3	24.0	17.3	13.5	10.9
5-	7.6	8.3	10.6	13.6	19.1	22.5	19.1	13.6	10.6	8.3

Emin = 7.6 lux
Emax = 37.4 lux
==> Eav = 19.8 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 20.2 %
UO(Emin/Eav) = 38.1 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.12	1.29	1.21	1.20	1.36	1.14	1.26	1.04	1.13	1.22
2-	1.29	1.42	1.33	1.32	1.35	1.15	1.26	1.10	1.22	1.36
3-	1.42	1.49	1.40	1.27	1.23	1.14	1.17	1.17	1.36	1.51
4-	1.42	1.37	1.30	1.12	1.09	1.08	1.10	1.18	1.35	1.50
5-	1.11	1.06	1.04	0.89	0.88	0.89	0.90	0.98	1.12	1.20

```
    Lmin =   0.88 cd/m2
    Lmax =   1.51 cd/m2
 ==> Lav  =   1.21 cd/m2 <==  Arithmetic Mean

    Lmin/Lmax = 57.8 %
 ==> Lmin/Lav  = 72.4 %  <==  Uo

    Eav/Lav   = 16.4
```

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

```
   1-     76.6
   2-     77.7
   3-     75.4
   4-     72.0  <== Observer line
   5-     72.8
```

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	78.4	71.1	74.3	67.5	64.4	77.6	71.1	83.2	81.8	79.5

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

```
Observer position :  X =  -90.00   Y =    1.75   H =    1.50
Sight direction    :   90.00 Degrees
Veiling luminance  :    0.01 Cd/m2
Threshold Increment :   0.6 %
```

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMERICA/SP : Av. América Norte General

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 6.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -90.00 m Y = 7.50 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-40.00	0.25	10.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00
6	40.00	-40.00	29.75	10.00	E61289	33.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	53.4	50.2	31.0	22.8	20.7	19.0	20.7	22.8	31.0	50.2
2-	29.8	29.6	25.4	18.9	18.4	19.8	18.4	18.9	25.4	29.6
3-	29.8	29.6	25.4	18.9	18.4	19.8	18.4	18.9	25.4	29.6
4-	53.4	50.2	31.0	22.8	20.7	19.0	20.7	22.8	31.0	50.2
5-	38.7	31.3	20.1	14.2	10.6	8.6	9.4	13.4	19.6	31.1

Emin = 8.6 lux
Emax = 53.4 lux
==> Eav = 26.2 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 16.1 %
UO(Emin/Eav) = 32.9 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.55	2.90	2.88	3.11	3.06	2.77	2.62	2.18	2.27	2.72
2-	1.44	1.53	1.53	1.33	1.35	1.41	1.24	1.17	1.36	1.34
3-	1.28	1.34	1.32	1.11	1.15	1.25	1.09	1.06	1.26	1.25
4-	2.08	2.13	1.68	1.67	1.79	1.80	1.88	1.73	1.82	2.20
5-	1.46	1.26	1.14	1.24	1.41	1.50	1.52	1.65	1.55	1.56

Lmin = 1.06 cd/m2
Lmax = 3.11 cd/m2
==> Lav = 1.72 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 34.2 %
==> Lmin/Lav = 61.7 % <== Uo

Eav/Lav = 15.2

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 70.2
2- 76.5
3- 79.3
4- 75.7 <== Observer line
5- 69.5

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	50.1	43.3	39.7	35.8	37.5	45.2	41.5	48.6	55.8	45.9

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 7.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.10 Cd/m2
Threshold Increment : 3.8 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMERI-61/SP : Av. América Norte General 1

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R1010
[Standard Class : R1 , Qo = 0.10]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-20.00	0.25	10.00	E61293	17.00	0.90	0.00	5.00	0.00
6	40.00	-40.00	9.75	10.00	E61293	17.00	0.90	180.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	28.1	23.0	17.3	16.1	22.2	23.1	22.3	16.2	17.4	23.0
2-	30.4	24.6	17.7	17.5	25.5	28.8	25.5	17.5	17.7	24.7
3-	28.8	25.5	17.5	17.7	24.6	30.5	24.7	17.7	17.5	25.5
4-	23.1	22.2	16.1	17.3	23.0	28.1	23.0	17.4	16.2	22.3
5-	16.3	16.0	13.6	15.2	20.1	23.9	20.1	15.2	13.7	16.0

Emin = 13.6 lux
Emax = 30.5 lux
==> Eav = 21.0 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 44.7 %
UO(Emin/Eav) = 65.0 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.29	2.00	1.69	1.61	2.08	2.13	2.10	1.67	1.74	2.05
2-	2.53	2.23	1.78	1.78	2.35	2.53	2.33	1.81	1.81	2.26
3-	2.51	2.32	1.80	1.81	2.26	2.54	2.23	1.79	1.76	2.34
4-	2.17	2.14	1.70	1.78	2.07	2.36	2.06	1.75	1.66	2.13
5-	1.65	1.64	1.44	1.55	1.81	2.02	1.80	1.53	1.42	1.63

Lmin = 1.42 cd/m2
Lmax = 2.54 cd/m2
==> Lav = 1.97 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 55.9 %
==> Lmin/Lav = 72.0 % <== Uo

Eav/Lav = 10.6

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 70.1
2- 70.3
3- 69.4
4- 70.1 <== Observer line
5- 70.3

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	65.3	70.6	80.0	85.3	76.8	79.5	77.0	84.8	78.2	69.8

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.11 Cd/m2
Threshold Increment : 3.9 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMERI-G2/SP : Av. América Norte General 2

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R1010
(Standard Class : R1 , Qo = 0.10)

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-60.00	0.25	10.00	E61274	14.50	0.90	0.00	15.00	0.00
6	40.00	-40.00	7.75	10.00	E61274	14.50	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	23.5	21.3	18.1	18.6	25.0	26.9	25.0	18.6	18.1	21.3
2-	27.0	23.7	19.6	19.8	25.9	28.9	25.9	19.8	19.6	23.7
3-	28.9	25.9	19.7	19.6	23.7	27.0	23.7	19.6	19.8	25.9
4-	26.9	25.0	18.6	18.1	21.3	23.5	21.3	18.1	18.6	25.0
5-	22.0	21.6	16.3	15.3	18.7	20.3	18.7	15.3	16.3	21.6

Emin = 15.3 lux
Emax = 28.9 lux
==> Eav = 21.7 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 52.9 %
UO(Emin/Eav) = 70.4 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.97	1.92	1.75	1.82	2.27	2.32	2.22	1.82	1.76	1.93
2-	2.24	2.17	1.95	1.97	2.35	2.45	2.31	1.95	1.94	2.17
3-	2.44	2.32	1.96	1.96	2.18	2.26	2.18	1.96	1.96	2.34
4-	2.34	2.25	1.84	1.80	1.96	2.01	1.95	1.79	1.84	2.30
5-	1.96	1.96	1.59	1.50	1.70	1.77	1.70	1.51	1.59	1.99

Lmin = 1.50 cd/m2
Lmax = 2.45 cd/m2
==> Lav = 2.00 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 61.5 %
==> Lmin/Lav = 75.0 % <== Uo

Eav/Lav = 10.8

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 75.6
2- 79.3
3- 80.6
4- 76.7 <== Observer line
5- 75.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	80.6	82.6	80.8	76.5	72.3	72.5	73.7	77.0	81.1	82.4

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = 90.00 Y = 1.75 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.09 Cd/m2
Threshold Increment : 3.2 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMERI-R1/SP : Av. América Norte rampal
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.20 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.20 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R1010
[Standard Class : R1 , Qo = 0.10]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	40.00	0.25	10.30	E61274	17.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	20.00	10.75	11.47	E61274	17.00	0.90	180.00	15.00	0.00
1	0.00	0.00	0.25	12.60	E61274	17.00	0.90	0.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	18.5	19.4	16.9	17.6	20.7	23.5	21.5	17.7	17.8	22.2
2-	20.7	22.4	18.5	19.8	24.9	27.3	25.3	20.8	21.0	27.6
3-	20.1	20.2	17.6	19.6	26.0	26.4	26.4	21.4	21.4	27.6
4-	17.0	16.8	15.3	17.0	21.6	21.8	21.6	18.1	18.0	22.1
5-	14.0	13.3	12.2	13.4	16.0	15.4	16.1	14.3	13.9	17.0

Emin = 12.2 lux
Emax = 27.6 lux
==> Eav = 19.7 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 44.3 %
UO(Emin/Eav) = 62.1 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.55	1.65	1.49	1.52	1.66	1.84	1.73	1.50	1.49	1.82
2-	1.73	1.88	1.63	1.76	2.06	2.13	2.10	1.77	1.78	2.22
3-	1.61	1.70	1.57	1.77	2.18	2.16	2.20	1.88	1.86	2.19
4-	1.38	1.41	1.35	1.55	1.93	1.90	1.90	1.63	1.57	1.73
5-	1.13	1.10	1.08	1.20	1.47	1.42	1.47	1.30	1.23	1.34

Lmin = 1.08 cd/m2
Lmax = 2.22 cd/m2
==> Lav = 1.67 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 48.8 %
==> Lmin/Lav = 64.7 % <== Uo

Eav/Lav = 11.8

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 81.0
2- 73.4
3- 71.1
4- 70.2 <== Observer line
5- 73.5

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	65.4	58.2	66.5	67.8	67.5	65.9	66.8	69.3	66.1	60.6

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.75 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.2 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMERI-R2/SP : Av. América Norte rampa2
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.20 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.20 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R1010
[Standard Class : R1 , Qo = 0.10]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	40.00	0.25	12.60	E61274	17.00	0.90	0.00	15.00	0.00
1	0.00	20.00	10.75	13.85	E90135	17.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	0.00	0.25	15.00	E90135	17.00	0.90	0.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	18.9	21.5	19.5	19.2	25.2	27.9	26.4	20.0	18.6	21.7
2-	23.2	24.6	21.5	21.9	28.8	30.3	30.2	23.0	20.1	24.6
3-	24.5	24.9	21.2	21.8	27.1	27.0	28.0	22.5	19.2	22.0
4-	22.3	21.1	17.8	19.1	22.5	21.2	23.1	19.6	17.0	18.4
5-	17.5	15.6	12.6	15.1	16.3	15.1	16.6	15.5	13.6	14.5

Emin = 12.6 lux
Emax = 30.3 lux
==> Eav = 21.2 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 41.5 %
UO(Emin/Eav) = 59.3 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.65	1.78	1.62	1.59	1.90	2.10	2.02	1.62	1.55	1.74
2-	1.96	2.03	1.79	1.83	2.19	2.29	2.35	1.88	1.72	1.92
3-	2.01	2.00	1.77	1.91	2.13	2.14	2.26	1.88	1.64	1.72
4-	1.80	1.67	1.50	1.64	1.84	1.76	1.91	1.67	1.43	1.42
5-	1.40	1.24	1.07	1.30	1.37	1.31	1.43	1.34	1.15	1.14

Lmin = 1.07 cd/m2
Lmax = 2.35 cd/m2
==> Lav = 1.73 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 45.4 %
==> Lmin/Lav = 61.7 % <== Uo

Eav/Lav = 12.3

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 74.0
2- 73.1
3- 72.6
4- 74.0 <== Observer line
5- 74.6

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	69.8	60.9	59.5	68.1	62.5	57.2	60.8	71.1	66.9	59.3

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMESUR-G/SP : AV. América Sur general

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-40.00	0.25	10.00	E61289	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
6	40.00	-40.00	17.75	10.00	E61290	27.00	0.90	180.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	54.7	54.5	30.9	25.4	26.8	25.4	26.8	25.4	30.9	54.5
2-	57.1	52.6	30.5	24.6	24.1	23.4	24.1	24.6	30.5	52.6
3-	53.0	45.8	28.1	22.5	22.3	21.1	22.3	22.5	28.1	45.8
4-	47.1	40.9	25.6	19.0	16.6	15.2	16.6	19.0	25.6	40.9
5-	39.3	32.0	17.7	10.3	8.5	8.2	10.8	14.5	20.9	31.7

Emin = 8.2 lux
Emax = 57.1 lux
==> Eav = 29.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 14.4 %
UO(Emin/Eav) = 27.9 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.78	1.85	1.38	1.54	1.95	2.02	2.06	1.67	1.58	2.05
2-	1.88	1.88	1.48	1.67	2.04	2.17	2.20	1.87	1.80	2.14
3-	1.88	1.81	1.59	1.91	2.38	2.53	2.57	2.08	1.87	2.08
4-	1.89	1.83	1.72	1.93	2.23	2.32	2.31	2.14	1.95	2.02
5-	1.62	1.52	1.40	1.48	1.68	1.77	1.80	1.76	1.66	1.64

Lmin = 1.38 cd/m2
Lmax = 2.57 cd/m2
==> Lav = 1.89 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 53.9 %
==> Lmin/Lav = 73.2 % <== Uo

Eav/Lav = 15.6

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 67.1
2- 67.2
3- 62.0
4- 74.1 <== Observer line
5- 77.7

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	85.9	80.6	80.5	76.9	70.7	69.9	70.1	77.9	81.2	76.5

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.04 Cd/m2
Threshold Increment : 1.5 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMESU-R1/SP : Av. América Sur rampa 1
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	-6.75	12.00	E61289	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	40.00	-6.75	14.35	E61289	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	5.00	10.75	12.30	E61290	27.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	45.00	10.75	14.65	E61290	27.00	0.90	180.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	45.6	48.1	50.6	36.7	29.8	25.9	22.0	24.5	27.0	29.3
2-	48.0	50.0	50.5	39.4	31.4	29.2	25.4	27.5	30.4	33.6
3-	49.0	48.1	46.7	37.1	31.3	30.6	27.6	29.1	32.8	36.8
4-	46.7	47.2	41.5	33.5	29.7	30.1	28.2	28.9	33.7	39.1
5-	46.1	46.7	36.4	29.6	27.3	28.2	26.8	27.6	33.0	38.8

Emin = 22.0 lux
Emax = 50.6 lux
==> Eav = 35.5 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 43.4 %
UO(Emin/Eav) = 61.9 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.22	2.10	2.29	2.17	2.16	2.05	1.86	1.91	1.65	1.41
2-	2.26	2.15	2.32	2.23	2.14	2.08	1.89	1.82	1.62	1.51
3-	2.06	1.97	2.05	1.96	1.92	1.94	1.81	1.68	1.59	1.51
4-	1.87	1.91	1.86	1.77	1.78	1.84	1.71	1.57	1.54	1.46
5-	1.93	2.01	1.80	1.73	1.80	1.82	1.60	1.49	1.49	1.42

```
    Lmin =   1.41 cd/m2
    Lmax =   2.32 cd/m2
==> Lav  =   1.85 cd/m2 <==  Arithmetic Mean

    Lmin/Lmax = 60.6 %
==> Lmin/Lav  = 76.0 %  <==  Uo

    Eav/Lav   = 19.1
```

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1-	61.5
2-	64.9
3-	73.5
4-	76.5 <== Observer line
5-	70.6

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	82.5	89.1	77.6	77.6	82.5	87.9	85.0	77.9	90.0	93.1

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

```
Observer position :  X =  -90.00   Y =    2.50   H =    1.50
Sight direction    :   90.00 Degrees
Veiling luminance  :    0.01 Cd/m2
Threshold Increment :   0.4 %
```

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMESU-R2/SP : Av. América Sur rampa 2

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	-6.75	10.00	E61289	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	40.00	-6.75	12.00	E61289	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	5.00	10.75	10.00	E61290	27.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	45.00	10.75	12.30	E61290	27.00	0.90	180.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	54.8	66.3	70.1	44.2	33.7	26.6	23.1	22.5	26.5	31.6
2-	55.0	61.2	62.4	42.8	35.0	30.2	26.6	25.9	29.4	34.6
3-	48.3	50.2	49.8	37.0	33.6	31.9	28.5	27.9	31.4	37.2
4-	44.9	45.5	38.3	30.7	30.2	31.7	29.4	28.7	32.4	40.8
5-	48.7	49.8	33.6	27.4	26.8	28.1	28.4	28.0	32.0	43.4

Emin = 22.5 lux
Emax = 70.1 lux
==> Eav = 37.5 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 32.2 %
UO(Emin/Eav) = 60.0 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.73	2.47	2.64	2.29	2.49	2.71	2.51	2.37	2.16	1.82
2-	2.48	2.32	2.47	2.18	2.37	2.53	2.36	2.20	1.88	1.72
3-	1.90	1.86	2.01	1.84	2.08	2.23	2.06	1.95	1.69	1.57
4-	1.63	1.68	1.65	1.69	1.89	2.09	1.94	1.76	1.55	1.52
5-	1.83	1.95	1.62	1.73	1.88	2.08	1.98	1.68	1.52	1.58

Lmin = 1.52 cd/m2
Lmax = 2.73 cd/m2
==> Lav = 2.02 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 55.5 %
==> Lmin/Lav = 74.9 % <== Uo

Eav/Lav = 18.6

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 66.6
2- 68.0
3- 70.1
4- 72.5 <== Observer line
5- 73.0

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	59.8	68.0	61.5	73.8	75.5	76.6	77.3	70.7	70.2	83.4

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:AMESUR-P/SP : AV. América Sur peatonal
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-40.00	0.25	10.00	E61289	27.00	0.90	0.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	33.9	34.3	20.3	13.9	13.6	13.4	13.6	14.0	20.3	34.3
2-	40.1	37.5	22.0	15.6	14.4	13.1	14.4	15.6	22.0	37.5
3-	40.3	34.0	21.3	15.8	13.6	11.9	13.6	15.8	21.3	34.0
4-	36.0	28.9	11.4	5.5	4.4	5.0	7.1	10.7	17.4	28.6
5-	29.6	23.5	14.5	9.8	7.1	5.5	6.1	9.2	14.1	23.3

Emin = 4.4 lux
Emax = 40.3 lux
==> Eav = 19.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 10.9 %
UO(Emin/Eav) = 22.9 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.10	1.14	0.82	0.75	0.85	0.94	0.92	0.80	0.90	1.23
2-	1.29	1.29	0.95	0.95	1.08	1.11	1.18	1.08	1.12	1.43
3-	1.35	1.28	1.05	1.14	1.31	1.41	1.58	1.40	1.35	1.45
4-	1.42	1.32	1.02	1.09	1.30	1.42	1.45	1.42	1.38	1.43
5-	1.19	1.10	1.07	1.15	1.26	1.29	1.25	1.28	1.19	1.21

```
    Lmin =   0.75 cd/m2
    Lmax =   1.58 cd/m2
==> Lav  =   1.19 cd/m2 <==  Arithmetic Mean

    Lmin/Lmax = 47.1 %
==> Lmin/Lav  = 62.6 %  <==  Uo

    Eav/Lav   = 16.2
```

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

```
  1-    60.8
  2-    66.5
  3-    66.6
  4-    70.1  <== Observer line
  5-    82.7
```

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	77.6	83.2	77.1	65.0	64.8	66.3	57.8	56.4	64.9	82.9

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

```
Observer position :  X =  -90.00   Y =    2.50   H =    1.50
Sight direction   :   90.00 Degrees
Veiling luminance :    0.03 Cd/m2
Threshold Increment :  1.8 %
```

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1995

Project:SGGENER1/sp : AV. SAN GREGORIO general 1

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 2.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-20.00	11.25	10.00	E61290	33.00	0.90	180.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	13.9	14.4	21.3	28.7	44.1	51.9	44.1	28.6	21.2	14.3
2-	17.8	18.9	26.4	36.5	60.8	60.8	60.5	36.5	26.4	18.9
3-	19.8	21.2	25.1	32.3	51.0	52.0	51.0	32.3	25.1	21.1
4-	18.9	20.7	20.4	24.9	35.8	33.8	35.9	24.9	20.7	20.8
5-	16.6	17.3	15.1	17.2	21.1	19.7	21.4	17.3	15.4	17.4

Emin = 13.9 lux
Emax = 60.8 lux
==> Eav = 28.2 lux <== Arithmetic Mean

U6(Emin/Emax) = 22.8 %
U0(Emin/Eav) = 49.2 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.80	2.69	2.82	2.18	1.92	1.64	1.52	1.45	1.84	2.35
2-	2.94	2.74	2.68	2.36	2.51	1.99	2.13	1.73	1.95	2.37
3-	1.97	1.92	1.86	1.67	1.94	1.67	1.75	1.33	1.48	1.73
4-	1.40	1.43	1.16	1.07	1.23	1.08	1.19	1.02	1.14	1.38
5-	1.05	1.04	0.77	0.74	0.73	0.67	0.77	0.78	0.84	1.07

Lmin = 0.67 cd/m2
Lmax = 2.94 cd/m2
==> Lav = 1.65 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 22.6 %
==> Lmin/Lav = 40.3 % <== Uo

Eav/Lav = 17.1

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 51.4
2- 58.7
3- 67.3
4- 71.4 <== Observer line
5- 61.9

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	35.8	37.8	27.2	31.5	28.9	33.4	36.3	45.0	43.4	45.2

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.00 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.6 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:SGGENER2/sp : AV. SAN GREGORIO general 2

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 3.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 3.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	38.00	-19.00	14.75	10.00	E61274	17.00	0.90	180.00	5.00	0.00
6	38.00	-7.00	0.25	10.00	E61290	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	16.6	18.4	24.6	32.2	45.1	44.4	32.9	23.7	20.6	17.7
2-	26.6	26.3	29.8	34.8	45.8	43.7	39.7	34.5	31.7	30.6
3-	39.4	32.5	29.4	30.5	35.2	37.4	43.7	54.4	50.9	48.7
4-	44.0	32.6	24.6	24.3	25.9	33.6	44.0	68.9	64.9	55.3
5-	29.9	22.6	16.7	16.4	17.1	23.1	30.2	43.0	46.2	35.9

Emin = 16.4 lux
Emax = 68.9 lux
==> Eav = 34.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 23.8 %
UO(Emin/Eav) = 47.7 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.84	2.01	2.09	2.06	2.08	1.84	1.67	1.68	1.90	1.87
2-	1.82	2.00	2.06	2.18	2.28	1.89	1.78	1.70	1.73	1.75
3-	1.76	1.77	1.97	2.09	2.27	2.04	1.95	2.09	1.92	1.98
4-	1.94	2.07	2.47	2.82	2.81	2.74	2.57	2.68	2.22	2.13
5-	1.44	1.68	2.09	2.42	2.31	2.38	1.96	1.80	1.62	1.53

Lmin = 1.44 cd/m2
Lmax = 2.82 cd/m2
==> Lav = 2.03 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 51.0 %
==> Lmin/Lav = 70.7 % <== Uo

Eav/Lav = 16.9

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 80.0
2- 74.3
3- 77.6
4- 68.8 <== Observer line
5- 59.5

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	74.1	80.9	79.7	73.2	74.2	67.3	65.0	62.7	73.0	71.6

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.02 Cd/m2
Threshold Increment : 0.6 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:SGGENER3/sp : AV. SAN GREGORIO general3
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.50 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.50 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
6	38.00	-19.00	0.25	10.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	17.8	19.1	20.5	31.6	48.5	49.0	42.5	24.4	19.5	18.1
2-	18.1	19.8	20.5	29.6	47.1	50.2	38.3	23.7	19.9	18.7
3-	12.4	14.6	18.0	27.4	43.7	47.9	35.0	21.7	15.9	13.0
4-	7.2	9.6	14.2	23.4	36.6	41.3	30.2	16.6	8.6	7.0
5-	7.8	8.7	12.9	19.9	31.8	36.2	25.8	16.1	11.4	8.6

Emin = 7.0 lux
Emax = 50.2 lux
==> Eav = 24.0 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 13.9 %
UO(Emin/Eav) = 29.0 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.34	1.44	1.27	1.45	1.76	1.65	1.60	1.25	1.35	1.43
2-	1.73	1.90	1.51	1.63	1.83	1.72	1.53	1.34	1.58	1.77
3-	1.62	1.83	1.63	1.77	1.82	1.76	1.56	1.44	1.61	1.69
4-	1.80	1.86	1.77	1.77	1.79	1.80	1.69	1.58	1.68	1.80
5-	1.61	1.59	1.61	1.52	1.58	1.58	1.51	1.46	1.60	1.66

Lmin = 1.25 cd/m2
Lmax = 1.90 cd/m2
==> Lav = 1.62 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 65.8 %
==> Lmin/Lav = 77.1 % <== Uo

Eav/Lav = 14.8

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 71.0
2- 70.4
3- 78.5
4- 85.1 <== Observer line
5- 88.3

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	74.5	75.8	72.0	81.8	86.2	88.0	89.1	78.9	80.2	79.3

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.90 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.02 Cd/m2
Threshold Increment : 0.8 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: SGRAMPA/sp : AV. SAN GREGORIO rampa
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	7.75	10.00	E61274	17.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	38.00	7.75	13.80	E61274	17.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	12.00	-5.75	11.20	E61290	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	50.00	-5.75	15.00	E61290	27.00	0.90	0.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	35.5	31.1	24.1	20.3	18.4	17.6	17.5	21.1	24.0	25.9
2-	43.3	40.0	31.3	26.9	24.9	22.1	21.5	26.1	28.3	31.6
3-	46.1	44.7	38.8	33.1	33.4	28.0	25.7	29.2	31.9	34.7
4-	41.0	45.4	46.0	41.4	43.1	33.3	29.3	30.8	33.2	35.4
5-	36.1	43.6	53.3	49.7	52.3	37.7	31.7	30.7	32.6	33.0

Emin = 17.5 lux
Emax = 53.3 lux
==> Eav = 33.1 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 32.8 %
UO(Emin/Eav) = 52.8 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.57	1.47	1.30	1.25	1.27	1.26	1.19	1.21	1.13	0.99
2-	1.93	1.86	1.58	1.52	1.55	1.51	1.41	1.49	1.36	1.23
3-	2.04	1.96	1.78	1.67	1.82	1.72	1.55	1.69	1.58	1.40
4-	2.03	2.02	2.02	1.89	2.13	1.89	1.75	1.83	1.72	1.53
5-	2.17	2.24	2.37	2.19	2.43	2.11	1.95	1.93	1.82	1.56

Lmin = 0.99 cd/m2
Lmax = 2.43 cd/m2
==> Lav = 1.70 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 40.6 %
==> Lmin/Lav = 58.1 % <== Uo

Eav/Lav = 19.5

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 62.8
2- 63.8
3- 68.6
4- 71.7 <== Observer line
5- 64.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	72.2	65.6	54.7	57.0	52.5	60.1	61.0	62.6	61.9	63.1

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.00 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: PASELEV/SP : PASO ELEVADO

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 4.00 m in Y direction : 1.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
6	40.00	-60.00	0.25	10.00	E61289	33.00	0.90	0.00	15.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	15.8	17.6	19.0	26.6	45.8	48.4	45.8	26.6	19.0	17.6
2-	16.6	18.1	19.0	26.0	43.6	49.5	43.6	26.0	19.0	18.1
3-	12.1	13.7	16.8	24.7	41.6	47.8	41.6	24.7	16.8	13.7
4-	6.3	8.5	12.7	20.6	33.5	42.4	33.9	19.4	8.7	6.1
5-	6.8	7.5	11.2	17.3	28.5	36.2	28.8	17.8	12.0	8.6

Emin = 6.1 lux
Emax = 49.5 lux
==> Eav = 23.6 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 12.2 %
UO(Emin/Eav) = 25.6 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.21	1.31	1.21	1.26	1.71	1.57	1.59	1.15	1.13	1.28
2-	1.60	1.72	1.47	1.50	1.74	1.64	1.56	1.21	1.32	1.60
3-	1.60	1.79	1.64	1.67	1.87	1.67	1.63	1.32	1.42	1.63
4-	1.77	1.79	1.76	1.70	1.71	1.72	1.60	1.44	1.44	1.64
5-	1.57	1.52	1.57	1.45	1.47	1.49	1.38	1.34	1.43	1.56

```
    Lmin =   1.13 cd/m2
    Lmax =   1.87 cd/m2
 ==> Lav  =   1.53 cd/m2 <==  Arithmetic Mean

    Lmin/Lmax = 60.7 %
 ==> Lmin/Lav  = 74.2 %  <==  Uo

    Eav/Lav   = 15.5
```

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

```
   1-     66.4
   2-     69.4
   3-     70.9
   4-     80.2  <== Observer line
   5-     85.2
```

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	68.5	73.0	68.5	74.0	78.9	86.8	84.6	79.7	78.8	78.0

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

```
Observer position :  X =  -90.00   Y =    2.00   H =    1.50
Sight direction   :   90.00 Degrees
Veiling luminance :    0.16 Cd/m2
Threshold Increment :  6.8 %
```

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: PLAZA/ SP : PLAZA INDOAMERICA
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 8.00 m in Y direction : 8.00 m
Number of calc. points in X direction : 5 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
1	0.00	0.00	-7.00	12.00	E90135	33.00	0.90	0.00	5.00	0.00
1	0.00	28.00	20.00	12.00	E90135	33.00	0.90	90.00	5.00	0.00
1	0.00	0.00	49.00	12.00	E90135	33.00	0.90	180.00	5.00	0.00
1	0.00	-28.00	20.00	12.00	E90135	33.00	0.90	270.00	5.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%
1-	5.1	4.6	6.9	11.9	19.7
2-	1.8	1.7	5.4	19.5	54.8
3-	2.1	2.0	5.6	19.6	55.0
4-	6.9	6.6	8.1	13.0	20.0
5-	39.8	27.5	19.0	11.6	14.1

Emin = 1.7 lux
Emax = 55.0 lux
==> Eav = 15.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 3.2 %
UO(Emin/Eav) = 11.4 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:SUR1-DIA/SP : ENTRADA SUR1 DIA

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.20 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
15	2.00	-15.00	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
15	2.00	-15.00	13.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1174.9	1175.4	1175.4	1175.7	1176.9	1175.9	1176.3	1174.4	1173.4	1172.7
2-	1049.1	1049.9	1048.6	1047.0	1045.2	1044.7	1044.4	1045.5	1046.4	1046.9
3-	1049.1	1049.9	1048.6	1047.0	1045.2	1044.7	1044.4	1045.5	1046.4	1046.9
4-	1174.9	1175.4	1175.4	1175.7	1176.9	1175.9	1176.3	1174.4	1173.4	1172.7
5-	975.7	975.1	975.5	974.5	972.0	969.1	971.6	973.7	974.3	973.5

Emin = 969.1 lux
Emax = 1176.9 lux
==> Eav = 1083.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 82.3 %
UO(Emin/Eav) = 89.4 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	51.71	51.66	51.55	51.40	51.46	51.34	51.26	51.06	50.94	50.75
2-	41.65	41.61	41.47	41.30	41.21	41.22	41.25	41.31	41.30	41.27
3-	40.59	40.61	40.53	40.43	40.29	40.22	40.17	40.18	40.22	40.23
4-	46.10	46.13	46.15	46.31	46.47	46.38	46.28	46.01	45.84	45.71
5-	43.99	43.87	43.85	43.84	43.81	43.79	43.88	43.85	43.73	43.61

Lmin = 40.17 cd/m2
Lmax = 51.71 cd/m2
==> Lav = 44.60 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 77.7 %
==> Lmin/Lav = 90.1 % <== Uo

Eav/Lav = 24.3

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 98.1
2- 98.9
3- 98.9
4- 98.4 <== Observer line
5- 99.2

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	78.5	78.6	78.6	78.7	78.3	78.3	78.4	78.7	78.9	79.3

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.25 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.10 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:CENI-DIA/ SP : Paso dep. Centro 1 dia

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.25 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
20	2.50	-25.00	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
20	2.50	-25.00	10.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1040.2	1042.2	1038.2	1039.4	1040.7	1041.2	1040.8	1039.6	1038.2	1042.1
2-	1216.9	1216.7	1216.5	1215.4	1214.2	1214.2	1213.8	1215.1	1215.9	1216.2
3-	1216.9	1216.4	1216.1	1215.2	1213.9	1214.2	1214.2	1215.3	1216.3	1216.5
4-	1040.2	1042.3	1038.3	1039.6	1040.9	1041.2	1040.7	1039.3	1038.1	1042.0
5-	851.4	853.6	856.7	855.3	855.3	857.4	855.2	855.2	856.4	853.2

Emin = 851.4 lux
Emax = 1216.9 lux
==> Eav = 1073.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 70.0 %
UO(Emin/Eav) = 79.3 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	46.59	46.39	46.15	46.12	46.32	46.46	46.48	46.38	46.31	46.53
2-	47.11	47.02	46.99	47.01	47.07	47.05	46.90	46.92	46.94	46.94
3-	45.80	45.81	45.81	45.77	45.76	45.77	45.80	45.83	45.79	45.75
4-	42.51	42.46	42.31	42.56	42.85	42.91	42.93	42.78	42.60	42.71
5-	39.27	39.28	39.33	39.25	39.18	39.20	39.08	39.11	39.25	39.23

Lmin = 39.08 cd/m2
Lmax = 47.11 cd/m2
==> Lav = 44.21 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 83.0 %
==> Lmin/Lav = 88.4 % <== Uo

Eav/Lav = 24.3

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 99.0
2- 99.5
3- 99.8
4- 98.6 <== Observer line
5- 99.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	83.4	83.5	83.7	83.5	83.2	83.3	83.3	83.4	83.6	83.6

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.14 Cd/m2
Threshold Increment : 0.4 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: SAL-DIA/SP : SALIDA DIA
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.20 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
14	2.00	-14.00	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
14	2.00	-14.00	13.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1173.6	1174.1	1172.2	1171.4	1170.8	1169.8	1170.0	1169.8	1169.9	1170.7
2-	1041.7	1041.6	1042.9	1044.2	1044.7	1043.1	1043.7	1041.8	1039.5	1037.1
3-	1041.7	1041.5	1042.8	1043.9	1044.7	1043.1	1043.6	1042.0	1039.6	1037.2
4-	1173.6	1174.1	1172.4	1171.5	1170.8	1169.8	1170.0	1169.7	1169.7	1170.7
5-	967.2	969.7	971.9	972.6	971.9	972.2	971.4	971.6	970.5	967.8

Emin = 967.2 lux
Emax = 1174.1 lux
==> Eav = 1079.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 82.4 %
UO(Emin/Eav) = 89.6 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	51.28	51.21	51.01	50.91	50.73	50.50	50.42	50.28	50.11	50.13
2-	41.07	41.11	41.18	41.19	41.15	41.02	40.95	40.77	40.57	40.43
3-	40.05	40.01	40.03	40.07	40.09	40.03	40.03	39.93	39.80	39.60
4-	46.23	46.13	45.87	45.70	45.58	45.47	45.47	45.45	45.59	45.71
5-	43.66	43.74	43.72	43.61	43.49	43.41	43.26	43.20	43.15	43.08

Lmin = 39.60 cd/m2
Lmax = 51.28 cd/m2
==> Lav = 44.14 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 77.2 %
==> Lmin/Lav = 89.7 % <== Uo

Eav/Lav = 24.5

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 97.7
2- 98.2
3- 98.8
4- 98.3 <== Observer line
5- 98.5

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	78.1	78.1	78.5	78.7	79.0	79.3	79.4	79.4	79.4	79.0

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.25 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.10 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: SUR-NUB/SP : Paso dep. Entrada Sur - Nublado

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.40 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
7	4.00	-15.00	0.00	4.50	BB1261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
7	4.00	-15.00	13.00	4.50	BB1261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	583.9	584.1	585.4	584.4	581.1	579.1	577.7	576.0	574.3	572.2
2-	520.2	517.5	513.9	512.5	513.2	513.3	512.8	509.5	506.5	503.6
3-	520.4	517.4	513.9	512.4	513.3	513.2	513.1	509.6	506.5	503.4
4-	583.8	583.9	585.3	584.4	581.3	579.1	577.8	576.1	574.2	572.1
5-	485.5	489.6	489.0	488.4	487.8	482.6	477.2	473.2	472.0	473.8

Emin = 472.0 lux
Emax = 585.4 lux
==> Eav = 533.2 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 80.6 %
UO(Emin/Eav) = 88.5 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	24.84	24.50	24.29	24.25	24.23	24.23	24.25	24.17	23.62	23.27
2-	20.23	20.10	19.99	19.99	19.97	19.87	19.60	19.22	19.02	18.81
3-	19.91	19.87	19.74	19.62	19.48	19.29	19.09	18.74	18.48	18.37
4-	22.57	22.35	22.30	22.22	22.06	22.06	22.17	22.37	22.09	21.60
5-	21.68	21.56	21.37	21.16	20.94	20.75	20.53	20.47	20.50	20.30

Lmin = 18.37 cd/m2
Lmax = 24.84 cd/m2
==> Lav = 21.25 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 73.9 %
==> Lmin/Lav = 86.4 % <== Uo

Eav/Lav = 25.1

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 93.6
2- 93.0
3- 92.3
4- 95.7 <== Observer line
5- 93.6

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	80.1	81.1	81.3	80.9	80.4	79.6	78.7	77.5	77.6	78.9

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.25 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.05 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:CEN1-NUB/SP : CENTRO1 NUBLADO
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.50 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
10	5.00	-25.00	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
10	5.00	-25.00	10.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*
1-	537.6	533.2	524.4	516.4	504.9	502.4	504.7	515.9	524.0	532.8
2-	608.9	609.2	607.6	606.7	607.0	607.7	607.0	606.2	606.7	608.4
3-	608.9	608.9	607.1	606.4	607.1	607.7	606.9	606.4	607.3	608.7
4-	537.6	533.2	524.3	516.1	504.8	502.4	504.8	516.2	524.1	532.8
5-	444.2	445.3	433.9	421.2	411.2	407.0	411.2	421.1	433.6	444.7

Emin = 407.0 lux
Emax = 609.2 lux
==> Eav = 536.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 66.8 %
UO(Emin/Eav) = 75.9 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	23.36	23.22	23.18	23.16	22.98	22.97	22.66	22.86	23.01	22.99
2-	23.51	23.57	23.52	23.41	23.44	23.43	23.24	23.35	23.29	23.29
3-	22.74	22.82	22.83	22.92	22.98	22.96	22.88	22.81	22.76	22.68
4-	21.49	21.51	21.59	21.51	21.14	20.90	20.68	21.12	21.28	21.32
5-	19.95	19.96	19.63	19.32	19.28	19.23	19.27	19.45	19.65	19.83

Lmin = 19.23 cd/m2
Lmax = 23.57 cd/m2
==> Lav = 22.02 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 81.6 %
==> Lmin/Lav = 87.3 % <== Uo

Eav/Lav = 24.4

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 97.0
2- 98.6
3- 98.7
4- 95.8 <== Observer line
5- 96.3

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	84.8	84.7	83.4	82.5	82.3	82.1	82.9	83.3	84.4	85.2

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.07 Cd/m2
Threshold Increment : 0.4 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: SAL-NUB/SP : SALIDA NUBLADA
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.40 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
(Standard Class : R3 , Qo = 0.07)

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
7	4.00	-14.00	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
7	4.00	-14.00	13.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	585.9	584.3	585.0	583.4	584.7	583.4	582.7	579.6	579.3	576.6
2-	523.5	522.7	522.0	519.5	515.9	512.6	513.1	514.0	513.6	511.0
3-	523.5	522.5	522.1	519.6	515.9	512.6	513.1	513.9	513.5	511.2
4-	585.9	584.3	584.9	583.3	584.5	583.4	582.8	579.6	579.3	576.6
5-	478.2	479.9	483.7	486.8	490.1	486.5	488.9	484.5	480.2	475.2

Emin = 475.2 lux
Emax = 585.9 lux
==> Eav = 536.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 81.1 %
UO(Emin/Eav) = 88.6 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	25.85	25.52	25.09	24.60	24.28	24.22	24.17	24.19	24.26	24.14
2-	20.45	20.43	20.32	20.18	20.02	19.97	19.99	19.96	19.76	19.39
3-	19.82	19.78	19.91	19.93	19.83	19.66	19.57	19.40	19.20	18.92
4-	23.39	23.03	22.76	22.42	22.32	22.20	22.13	22.02	22.16	22.28
5-	21.76	21.88	21.78	21.60	21.49	21.23	21.06	20.81	20.63	20.50

Lmin = 18.92 cd/m2
Lmax = 25.85 cd/m2
==> Lav = 21.61 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 73.2 %
==> Lmin/Lav = 87.6 % <== Uo

Eav/Lav = 24.8

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 93.4
2- 94.8
3- 95.0
4- 94.1 <== Observer line
5- 93.7

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	76.7	77.5	79.4	81.0	81.7	81.2	81.0	80.2	79.1	78.4

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.25 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.05 Cd/m2
Threshold Increment : 0.2 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project:SUR1-NOC/SP : ENTRADA SUR NOCHE

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 1.00 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	10.00	-25.00	0.00	4.50	881261	5.80	0.90	0.00	45.00	0.00
6	10.00	-25.00	13.00	4.50	881261	5.80	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	29.5	31.3	36.5	45.1	53.0	56.1	53.0	45.1	36.5	31.3
2-	32.6	33.4	36.1	39.0	40.9	41.2	40.9	39.0	36.0	33.3
3-	32.6	33.4	36.1	39.0	40.9	41.2	40.9	39.0	36.0	33.3
4-	29.5	31.3	36.5	45.1	53.0	56.1	53.0	45.1	36.5	31.3
5-	19.3	21.4	28.1	38.4	49.0	52.8	49.0	38.3	28.1	21.4

Emin = 19.3 lux
Emax = 56.1 lux
==> Eav = 38.5 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 34.4 %
UO(Emin/Eav) = 50.1 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.79	1.86	1.95	2.02	2.09	2.05	1.95	1.84	1.70	1.71
2-	1.49	1.47	1.52	1.51	1.51	1.51	1.53	1.53	1.53	1.50
3-	1.43	1.44	1.46	1.45	1.48	1.48	1.52	1.51	1.48	1.44
4-	1.51	1.60	1.66	1.83	1.90	1.88	1.81	1.65	1.48	1.49
5-	1.40	1.54	1.70	1.84	1.92	1.85	1.66	1.44	1.30	1.28

Lmin = 1.28 cd/m2
Lmax = 2.09 cd/m2
==> Lav = 1.63 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 61.6 %
==> Lmin/Lav = 78.8 % <== Uo

Eav/Lav = 23.6

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 81.6
2- 96.1
3- 94.4
4- 78.0 <== Observer line
5- 66.9

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	78.1	77.7	75.0	71.7	70.7	72.4	77.8	78.6	76.0	75.0

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.60 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: CEN-NOC/SP : CENTRO NOCHE
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 1.10 m in Y direction : 2.00 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.00 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	11.00	-22.00	0.00	4.50	881261	5.80	0.90	0.00	45.00	0.00
6	11.00	-27.50	10.00	4.50	881261	5.80	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	27.1	29.0	34.9	45.2	55.2	60.0	55.2	45.2	34.9	29.0
2-	41.0	42.4	45.4	50.7	55.2	57.1	55.3	50.7	45.4	42.4
3-	57.1	55.2	50.7	45.4	42.4	41.0	42.4	45.4	50.7	55.2
4-	60.0	55.2	45.2	34.9	29.0	27.1	29.0	34.9	45.2	55.2
5-	54.6	49.9	37.7	26.7	20.1	18.1	20.1	26.7	37.7	49.9

Emin = 18.1 lux
Emax = 60.0 lux
==> Eav = 42.9 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 30.1 %
UO(Emin/Eav) = 42.1 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.68	1.78	1.94	2.09	2.16	2.09	1.97	1.74	1.54	1.55
2-	1.77	1.82	1.87	1.96	2.01	2.02	1.98	1.88	1.77	1.75
3-	2.00	1.96	1.86	1.75	1.70	1.66	1.71	1.80	1.92	1.98
4-	1.98	1.87	1.64	1.41	1.41	1.48	1.61	1.78	1.91	2.02
5-	1.89	1.67	1.43	1.23	1.19	1.33	1.51	1.69	1.86	1.97

Lmin = 1.19 cd/m2
Lmax = 2.16 cd/m2
==> Lav = 1.77 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 55.3 %
==> Lmin/Lav = 67.3 % <== Uo

Eav/Lav = 24.2

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 71.4
2- 86.9
3- 83.1
4- 69.8 <== Observer line
5- 60.7

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	84.1	85.3	73.6	58.6	55.3	63.5	76.3	89.7	80.3	76.8

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: SAL-NOC/SP : SALIDA NOCHE

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 1.00 m in Y direction : 2.60 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 2.60 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
6	10.00	-5.00	0.00	4.50	881261	5.80	0.90	0.00	45.00	0.00
6	10.00	-10.00	13.00	4.50	881261	5.80	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	55.4	52.5	44.8	36.4	31.3	29.6	31.4	36.5	45.0	52.8
2-	39.6	39.5	38.5	36.2	34.2	33.8	34.3	36.3	38.5	39.7
3-	33.6	34.1	36.2	38.5	39.7	39.9	39.7	38.5	36.4	34.4
4-	29.4	31.3	36.4	44.9	52.8	55.8	52.8	45.0	36.6	31.5
5-	19.1	21.3	28.0	38.3	48.9	52.8	49.0	38.3	28.1	21.4

Emin = 19.1 lux
Emax = 55.8 lux
==> Eav = 38.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 34.2 %
UO(Emin/Eav) = 49.7 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	2.05	1.95	1.85	1.73	1.75	1.77	1.85	1.93	2.02	2.07
2-	1.48	1.51	1.53	1.54	1.53	1.51	1.49	1.52	1.50	1.49
3-	1.44	1.46	1.46	1.44	1.46	1.46	1.49	1.51	1.50	1.47
4-	1.51	1.60	1.66	1.83	1.90	1.88	1.81	1.66	1.50	1.51
5-	1.39	1.53	1.70	1.85	1.93	1.87	1.68	1.46	1.31	1.30

Lmin = 1.30 cd/m2
Lmax = 2.07 cd/m2
==> Lav = 1.63 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 62.6 %
==> Lmin/Lav = 79.5 % <== Uo

Eav/Lav = 23.5

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 83.5
2- 95.9
3- 95.8
4- 78.9 <== Observer line
5- 67.2

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	67.7	74.8	78.9	78.0	75.6	77.7	80.6	75.7	65.1	62.6

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 3.25 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.2 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: ORI-DIA/SP : OREJA ORIENTAL DIA
CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.30 m in Y direction : 1.70 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.70 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
15	3.00	-22.50	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
15	3.00	-22.50	8.50	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	944.2	943.4	942.4	939.9	940.6	940.6	940.4	939.7	942.1	943.1
2-	1164.2	1165.0	1162.9	1161.2	1159.4	1158.5	1159.3	1160.9	1162.7	1165.2
3-	1164.2	1165.6	1163.0	1161.1	1159.4	1158.5	1159.3	1161.0	1162.6	1164.6
4-	944.2	943.4	942.4	939.8	940.5	940.6	940.5	939.7	942.2	943.0
5-	765.5	766.3	764.9	766.9	765.1	763.3	764.9	766.8	764.7	766.1

Emin = 763.3 lux
Emax = 1165.6 lux
==> Eav = 994.5 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 65.5 %
UO(Emin/Eav) = 76.7 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	41.36	41.16	40.99	40.88	41.00	41.18	41.14	40.97	40.95	40.91
2-	44.44	44.51	44.37	44.14	43.93	43.70	43.76	43.87	43.98	44.11
3-	43.34	43.30	43.17	43.00	42.91	42.81	42.90	43.02	43.09	43.20
4-	39.07	38.86	38.66	38.57	38.65	38.77	38.80	38.71	38.75	38.75
5-	34.46	34.56	34.56	34.63	34.52	34.48	34.42	34.43	34.34	34.36

Lmin = 34.34 cd/m2
Lmax = 44.51 cd/m2
==> Lav = 40.29 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 77.2 %
==> Lmin/Lav = 85.2 % <== Uo

Eav/Lav = 24.7

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 98.8
2- 98.2
3- 98.8
4- 98.7 <== Observer line
5- 99.2

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	77.5	77.6	77.9	78.4	78.6	78.9	78.7	78.5	78.1	77.9

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.13 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.11 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: ORI-NOC/SP : OREJA ORIENTAL NOCHE

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.90 m in Y direction : 1.70 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.70 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
6	9.00	-13.50	0.00	4.50	B81261	6.50	0.90	0.00	45.00	0.00
6	9.00	22.50	8.50	4.50	B81261	6.50	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	18.2	18.5	18.9	19.4	19.9	20.0	19.9	19.5	19.0	18.7
2-	29.1	29.9	32.0	34.6	35.8	36.1	35.9	34.7	32.2	30.2
3-	34.6	36.1	40.4	46.4	51.0	52.6	51.0	46.5	40.6	36.4
4-	29.1	30.7	37.1	46.8	55.5	59.2	55.5	46.9	37.3	31.1
5-	23.0	25.3	32.1	42.4	52.2	55.6	52.3	42.5	32.3	25.7

Emin = 18.2 lux
Emax = 59.2 lux
==> Eav = 35.4 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 30.8 %
UO(Emin/Eav) = 51.4 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	0.80	0.81	0.82	0.83	0.86	0.87	0.88	0.90	0.93	0.94
2-	1.23	1.23	1.21	1.23	1.26	1.28	1.31	1.33	1.31	1.29
3-	1.48	1.48	1.57	1.68	1.74	1.75	1.74	1.68	1.57	1.54
4-	1.59	1.69	1.86	1.93	1.96	1.93	1.87	1.77	1.61	1.57
5-	1.59	1.71	1.85	1.99	2.04	1.97	1.80	1.63	1.54	1.55

Lmin = 0.80 cd/m2
Lmax = 2.04 cd/m2
==> Lav = 1.46 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 39.0 %
==> Lmin/Lav = 54.5 % <== Uo

Eav/Lav = 24.3

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 84.6
2- 91.1
3- 84.6
4- 80.3 <== Observer line
5- 75.8

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	50.0	47.3	43.9	42.0	42.0	44.0	47.0	51.1	57.3	59.7

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 2.13 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.3 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: OCC-DIA/SP : OREJA OCCIDENTAL DIA

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.30 m in Y direction : 1.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
(Standard Class : R3 , Qo = 0.07)

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
27	3.00	-40.50	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
27	3.00	-40.50	7.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1*	2*	3*	4*	5*	6*	7*	8*	9*	10*
1-	1072.3	1069.7	1068.7	1067.0	1063.5	1065.4	1063.4	1066.8	1068.4	1069.8
2-	1303.1	1302.2	1299.5	1296.7	1295.1	1292.3	1295.2	1296.8	1299.4	1302.2
3-	1303.1	1302.2	1299.4	1296.8	1295.2	1292.3	1295.1	1296.7	1299.5	1302.2
4-	1072.3	1069.8	1068.4	1066.8	1063.4	1065.4	1063.5	1067.0	1068.7	1069.7
5-	856.8	857.4	856.2	858.1	856.4	854.8	856.3	858.2	856.6	857.6

Emin = 854.8 lux
Emax = 1303.1 lux
==> Eav = 1117.7 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 65.6 %
UO(Emin/Eav) = 76.5 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	45.63	45.33	45.18	45.10	45.10	45.30	45.28	45.42	45.46	45.55
2-	49.59	49.68	49.64	49.44	49.33	49.10	49.00	49.09	49.38	49.56
3-	48.84	48.76	48.54	48.41	48.32	48.10	48.20	48.32	48.57	48.76
4-	43.67	43.58	43.44	43.44	43.46	43.57	43.52	43.59	43.62	43.71
5-	38.15	38.22	38.26	38.33	38.27	38.31	38.27	38.27	38.18	38.19

Lmin = 38.15 cd/m2
Lmax = 49.68 cd/m2
==> Lav = 45.00 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 76.8 %
==> Lmin/Lav = 84.8 % <== Uo

Eav/Lav = 24.8

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 98.8
2- 98.6
3- 98.5
4- 99.4 <== Observer line
5- 99.5

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	76.9	76.9	77.1	77.5	77.6	78.0	78.1	78.0	77.3	77.0

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.23 Cd/m2
Threshold Increment : 0.6 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: OCC-NUB/SP : OREJA OCCIDENTAL NUBLADO

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 0.60 m in Y direction : 1.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
(Standard Class : R3 , Qo = 0.07)

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	Distance	First luminaire X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	M.F.	Aiming angles Azimuth	Inclin.	Rotation
13	6.00	-40.50	0.00	4.50	881261	33.00	0.90	0.00	45.00	0.00
13	6.00	-40.50	7.00	4.50	881261	33.00	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	536.3	553.3	562.8	562.8	553.2	536.0	515.4	500.6	500.5	515.1
2-	651.5	669.3	681.2	681.2	669.3	651.5	630.2	613.8	614.0	630.1
3-	651.5	669.3	681.2	681.2	669.2	651.5	630.1	614.0	613.8	630.2
4-	536.0	553.2	562.8	562.8	553.3	536.3	515.1	500.5	500.6	515.4
5-	428.3	448.0	460.6	460.7	448.2	428.4	408.2	395.7	395.6	408.3

Emin = 395.6 lux
Emax = 681.2 lux
==> Eav = 558.8 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 58.1 %
UO(Emin/Eav) = 70.8 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	22.64	22.41	22.46	22.75	22.88	22.90	22.70	22.55	22.44	22.49
2-	24.56	25.09	25.53	25.52	25.22	24.95	24.46	23.71	23.40	24.08
3-	24.21	24.63	25.13	25.13	24.87	24.59	23.88	23.16	23.04	23.66
4-	21.71	21.59	21.68	21.80	21.82	21.91	21.80	21.73	21.67	21.75
5-	18.96	19.12	19.27	19.37	19.26	19.15	19.10	18.96	18.86	18.88

Lmin = 18.86 cd/m2
Lmax = 25.53 cd/m2
==> Lav = 22.47 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 73.9 %
==> Lmin/Lav = 83.9 % <== Uo

Eav/Lav = 24.9

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 97.9
2- 91.7
3- 91.7
4- 98.5 <== Observer line
5- 97.4

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	77.2	76.2	75.5	75.9	76.4	76.8	78.1	79.9	80.6	78.4

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

Observer position : X = -90.00 Y = 1.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.11 Cd/m2
Threshold Increment : 0.6 %

SCHREDER S.A. CONSTRUCCIONES ELECTRICAS
Programa de Iluminacion

Date : June 25, 1999

Project: OCC-NOC/SF : OREJA OCCIDENTAL NOCHE

CALCULATION FIELD
==========

Spacing between points in X direction : 1.10 m in Y direction : 1.40 m
Number of calc. points in X direction : 10 in Y direction : 5

Level of calculation plane : 0.00 m

Orientation of calculation plane : horizontal
Observer position : X = -60.00 m Y = 1.40 m

ROAD SURFACE
==========

Matrix number :R3007
[Standard Class : R3 , Qo = 0.07]

LUMINAIRE ARRANGEMENT
==========

No.	First luminaire Distance	X	Y	H	Intensity Matrix	Flux (klm)	Aiming angles M.F.	Azimuth	Inclin.	Rotation
6	11.00	-44.00	0.00	4.50	881261	5.60	0.90	0.00	45.00	0.00
6	11.00	-49.50	7.00	4.50	881261	5.60	0.90	180.00	45.00	0.00

ILLUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	36.8	38.4	43.2	51.8	61.2	65.7	60.7	50.8	41.1	34.3
2-	57.0	56.6	56.5	59.4	64.5	66.1	63.9	58.0	53.7	51.1
3-	66.6	64.8	59.5	56.3	56.2	56.3	55.4	54.5	55.7	58.0
4-	66.1	61.4	51.7	42.9	37.9	35.9	37.0	40.7	48.1	55.7
5-	58.1	53.8	42.5	32.3	26.1	23.8	25.1	30.4	39.5	49.5

Emin = 23.8 lux
Emax = 66.6 lux
==> Eav = 50.3 lux <== Arithmetic Mean

UG(Emin/Emax) = 35.7 %
UO(Emin/Eav) = 47.4 %

LUMINANCE IN THE CALCULATION FIELD (cd/m2)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	1.81	1.91	2.10	2.23	2.20	2.10	1.90	1.62	1.26	1.04
2-	2.22	2.24	2.20	2.26	2.32	2.21	2.11	1.90	1.68	1.55
3-	2.35	2.29	2.11	1.97	2.01	2.06	2.04	1.93	1.93	1.87
4-	2.24	2.10	1.88	1.63	1.56	1.61	1.70	1.85	1.95	1.87
5-	2.02	1.81	1.57	1.36	1.31	1.41	1.55	1.68	1.78	1.79

Lmin = 1.04 cd/m2
Lmax = 2.35 cd/m2
==> Lav = 1.88 cd/m2 <== Arithmetic Mean

Lmin/Lmax = 44.1 %
==> Lmin/Lav = 55.1 % <== Uo

Eav/Lav = 26.7

LONGITUDINAL UNIFORMITY (%)
==========

1- 46.4
2- 66.7
3- 79.5
4- 69.5 <== Observer line
5- 64.8

TRANSVERSE UNIFORMITY (%)
==========

	1%	2%	3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	10%
1-	76.9	79.0	71.5	60.2	56.5	63.6	73.5	84.4	64.8	55.5

Veiling Luminance and Threshold Increment
==========

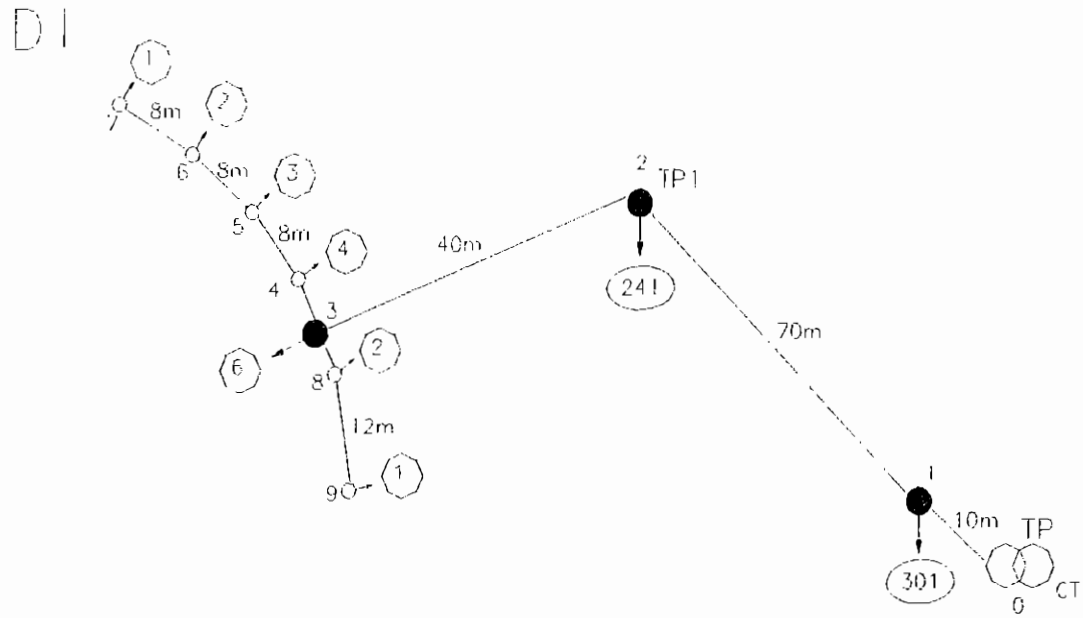
Observer position : X = -90.00 Y = 1.50 H = 1.50
Sight direction : 90.00 Degrees
Veiling luminance : 0.01 Cd/m2
Threshold Increment : 0.4 %

ANEXO 2

CALCULOS DE CAIDA DE TENSION

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

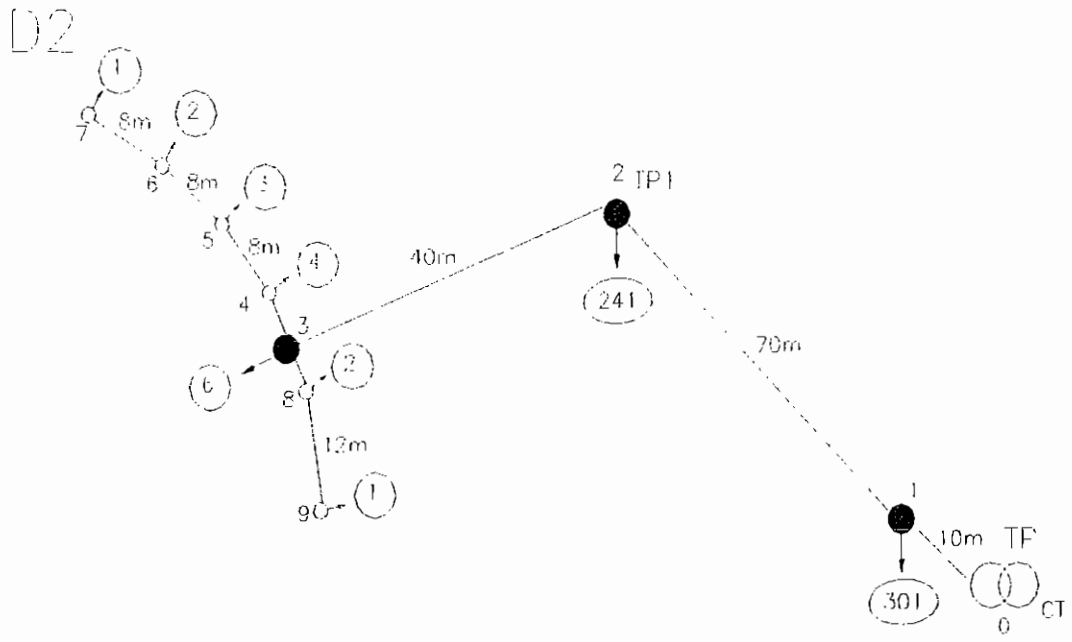
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	40	6	2,06	6		330	82,40	0,250	4,080
3 - 4	8	4	1,38	6		330	11,04	0,033	4,113
4 - 5	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,137
5 - 6	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,153
6 - 7	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,162
3 - 8	2	2	0,69	6		330	1,38	0,004	4,084
8 - 9	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,096

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

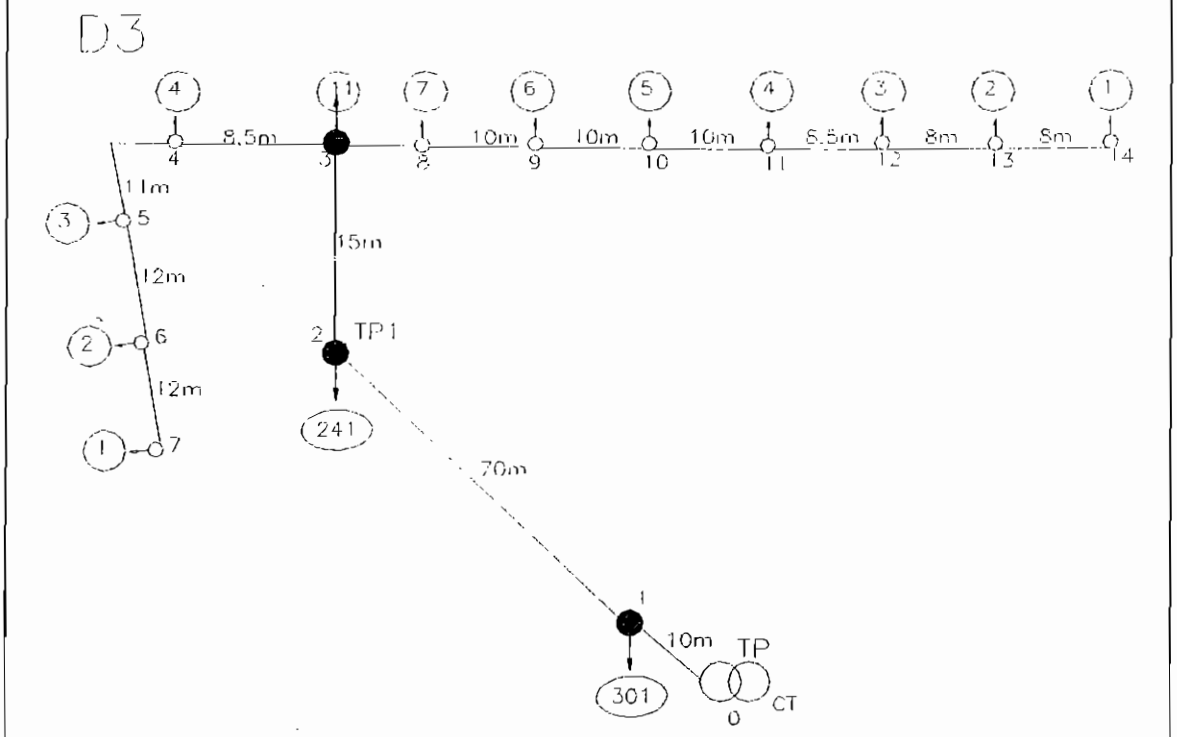
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	1/0		1170	4774,00	4,080	4,572
2 - 3	40	6	2,06	6		330	82,40	0,250	4,822
3 - 4	4	4	0,61	6		330	2,44	0,007	4,829
4 - 5	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,853
5 - 6	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,869
6 - 7	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,878
3 - 8	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,838
8 - 9	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,851

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

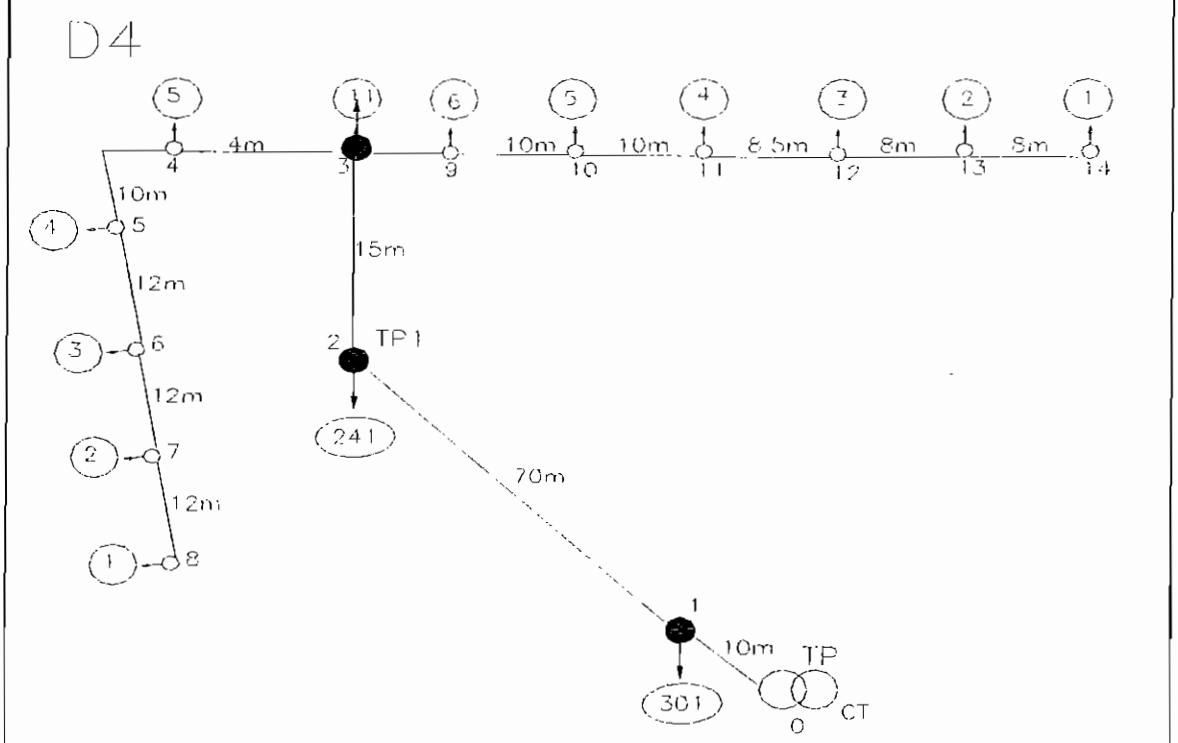
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V%	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	11	3,78	6		330	56,70	0,172	4,002
3 - 4	8,5	4	1,38	6		330	11,73	0,036	4,037
4 - 5	11	3	0,97	6		330	10,67	0,032	4,070
5 - 6	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	4,095
6 - 7	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,107
3 - 8	1,5	7	2,41	6		330	3,62	0,011	4,013
8 - 9	10	6	2,06	6		330	20,60	0,062	4,075
9 - 10	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,127
10 - 11	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,169
11 - 12	9	3	0,97	6		330	8,73	0,026	4,196
12 - 13	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,212
13 - 14	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,221

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D4
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

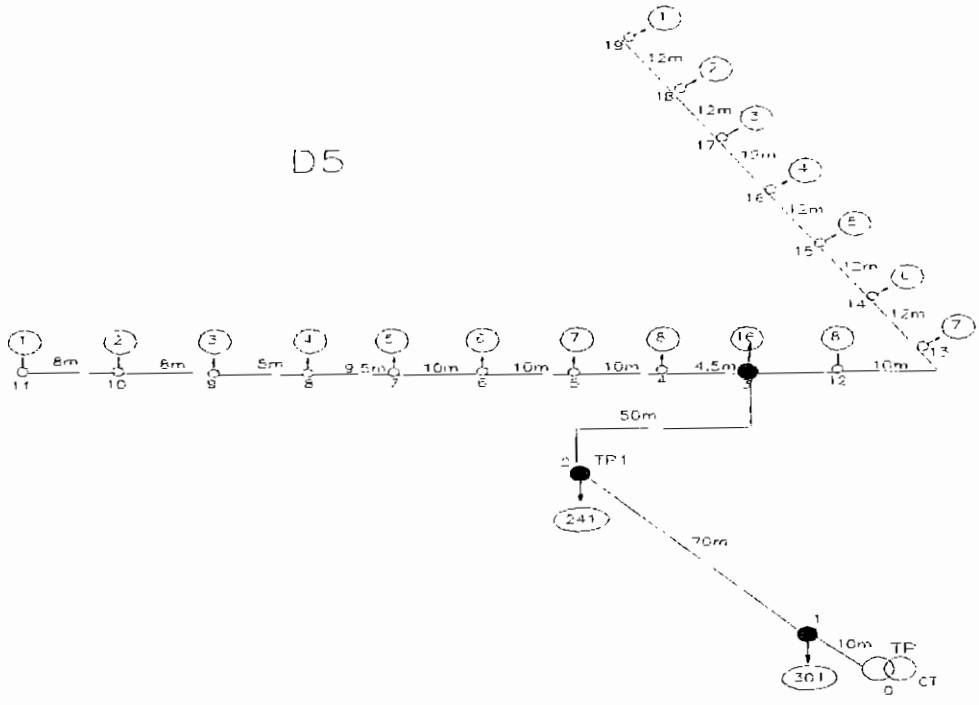
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V%	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	11	3,78	6		330	56,70	0,172	4,002
3 - 4	4	5	1,72	6		330	6,88	0,021	4,023
4 - 5	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,065
5 - 6	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,100
6 - 7	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	4,125
7 - 8	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,137
3 - 8	6	6	2,06	6		330	12,36	0,037	4,039
8 - 9	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,091
9 - 10	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,133
10 - 11	9,5	3	0,97	6		330	9,22	0,028	4,161
11 - 12	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,178
12 - 13	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,186

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D5
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

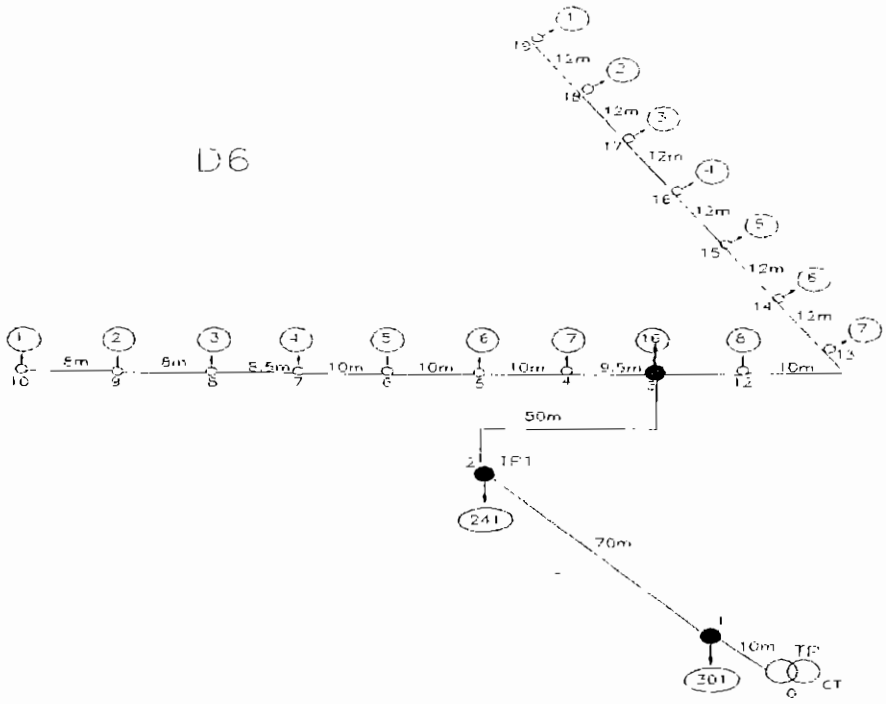
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V%	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	50	16	5,5	6		330	275,00	0,833	4,663
3 - 4	4,5	8	2,75	6		330	12,38	0,038	4,701
4 - 5	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,776
5 - 6	10	6	2,06	6		330	20,60	0,062	4,838
6 - 7	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,890
7 - 8	9,5	4	1,38	6		330	13,11	0,040	4,930
8 - 9	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,954
9 - 10	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,970
10 - 11	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,979
3 - 12	5,5	8	2,75	6		330	15,13	0,046	4,709
12 - 13	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,784
13 - 14	12	6	2,06	6		330	24,72	0,075	4,859
14 - 15	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,922
15 - 16	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,972
16 - 17	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	5,007
17 - 18	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,032
18 - 19	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,044

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D6
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

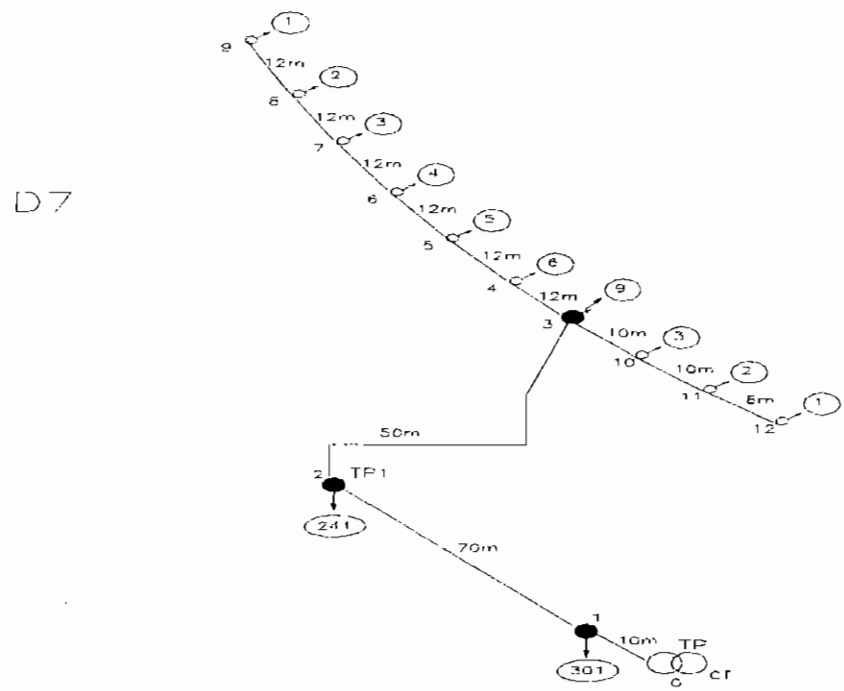
ESQUEMA:



ESQUEMA			DEMAN.	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE						V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	50	16	5,5	6		330	275,00	0,833	4,663
3 - 4	9,5	7	2,47	6		330	23,47	0,071	4,735
4 - 5	10	6	2,06	6		330	20,60	0,062	4,797
5 - 6	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,849
6 - 7	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,891
7 - 8	8,5	3	0,97	6		330	8,25	0,025	4,916
8 - 9	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,933
9 - 10	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,941
10 - 11	0,5	9	3,09	6		330	1,55	0,005	4,946
3 - 12	10,5	8	2,75	6		330	28,88	0,088	4,751
12 - 13	12	7	2,47	6		330	29,64	0,090	4,841
13 - 14	12	6	2,06	6		330	24,72	0,075	4,916
14 - 15	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,978
15 - 16	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	5,028
16 - 17	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	5,064
17 - 18	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,089
18 - 19	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,101

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D7
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

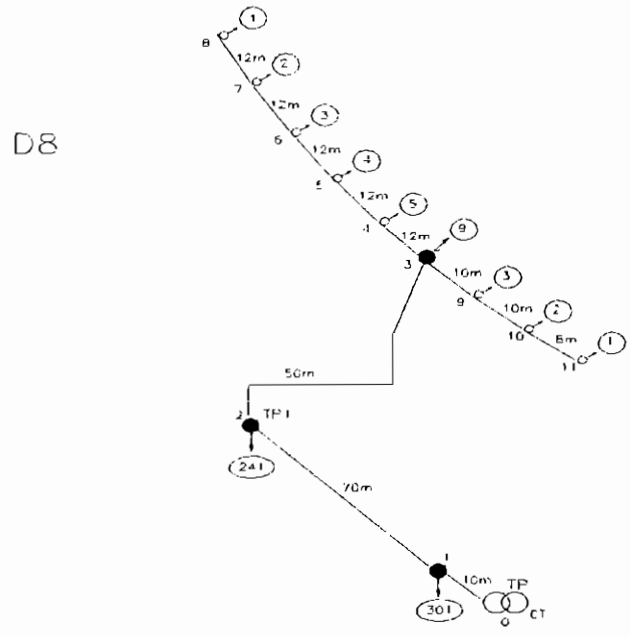
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	100	9	3,44	6		330	344,00	1,042	4,873
3 - 4	2	6	2,06	6		330	4,12	0,012	4,885
4 - 5	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,948
5 - 6	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,998
6 - 7	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	5,033
7 - 8	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,058
8 - 9	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,070
3 - 10	10	3	0,97	6		330	9,70	0,029	4,902
10 - 11	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,919
11 - 12	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,927

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMACION	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: D8
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

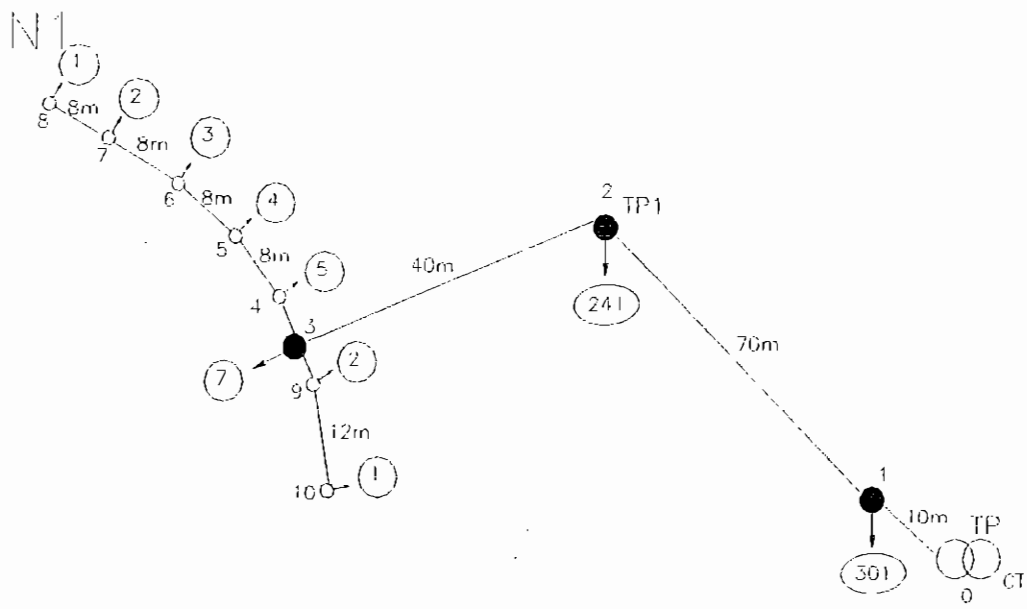
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	100	8	3,44	6		330	344,00	1,042	4,873
3 - 4	7	5	1,72	6		330	12,04	0,036	4,909
4 - 5	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,959
5 - 6	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,994
6 - 7	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,020
7 - 8	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,032
3 - 9	5	3	0,97	6		330	4,85	0,015	4,887
9 - 10	9	2	0,69	6		330	6,21	0,019	4,891
10 - 11	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,900

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

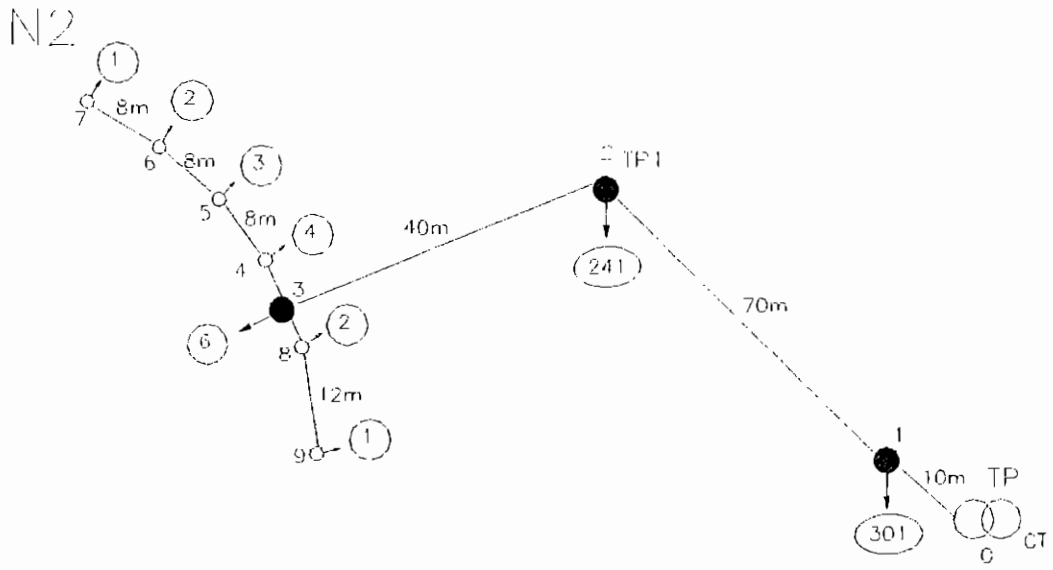
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	40	7	2,41	6		330	96,40	0,292	4,122
3 - 4	1	5	1,72	6		330	1,72	0,005	4,127
4 - 5	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,169
5 - 6	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,193
6 - 7	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,209
7 - 8	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,218
3 - 9	11	2	0,69	6		330	7,59	0,023	4,145
9 - 10	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,158

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

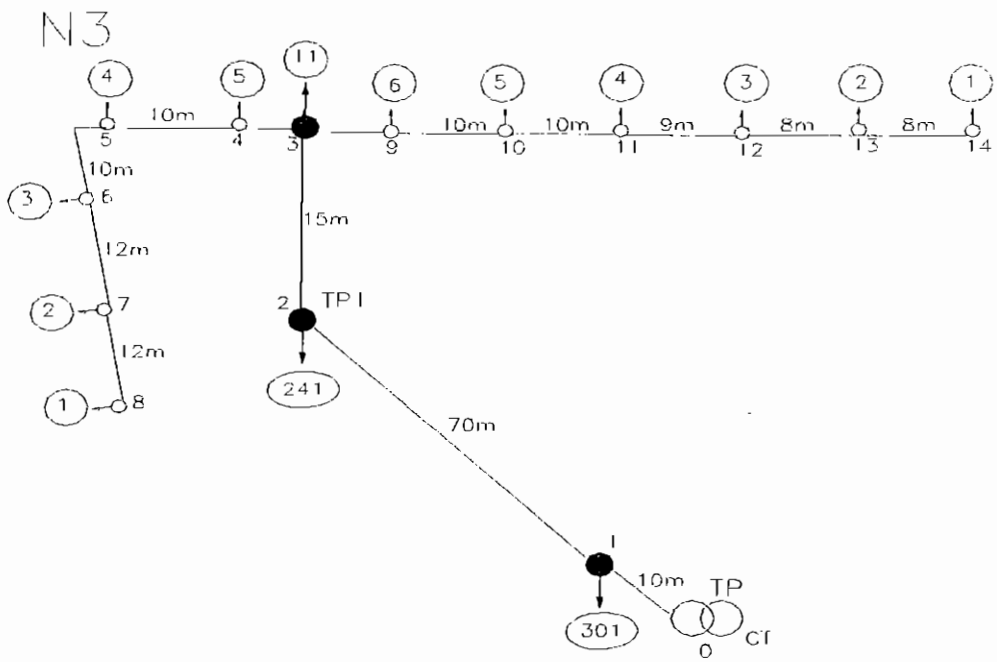
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	40	6	2,06	6		330	82,40	0,250	4,080
3 - 4	6	4	1,38	6		330	8,28	0,025	4,105
4 - 5	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,128
5 - 6	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,145
6 - 7	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,153
3 - 8	5	2	0,69	6		330	3,45	0,010	4,090
8 - 9	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,103

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

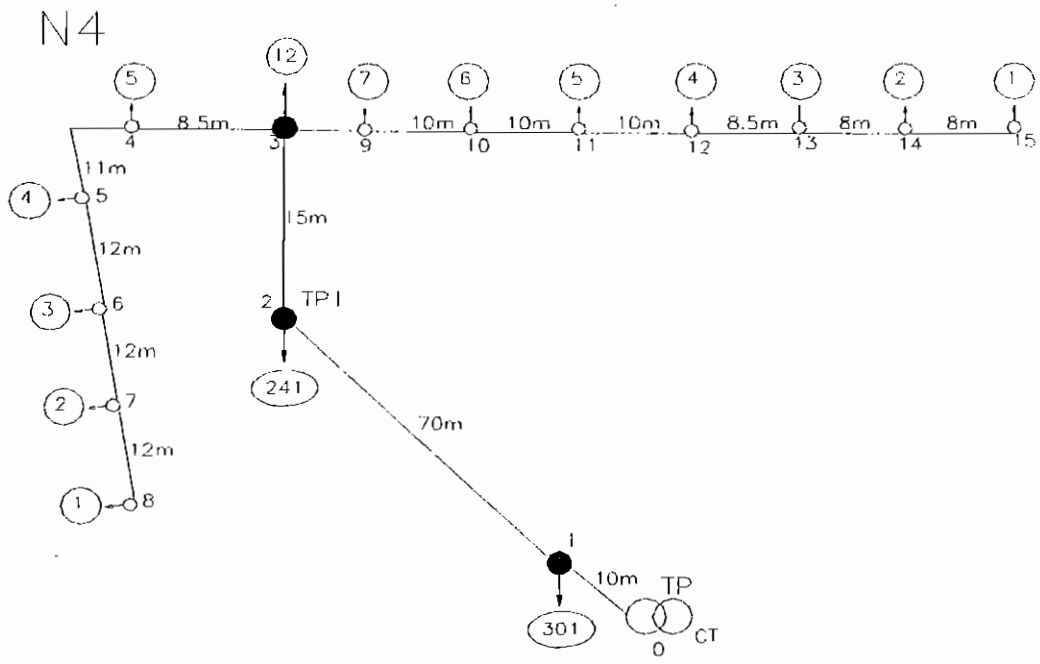
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	11	3,78	6		330	56,70	0,172	4,002
3 - 4	1,5	5	1,72	6		330	2,58	0,008	4,010
4 - 5	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,052
5 - 6	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,087
6 - 7	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	4,112
7 - 8	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,014
3 - 9	8,5	6	2,06	6		330	17,51	0,053	4,055
9 - 10	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,107
10 - 11	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,149
11 - 12	9	3	0,97	6		330	8,73	0,026	4,175
12 - 13	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,192
13 - 14	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,200

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N4
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

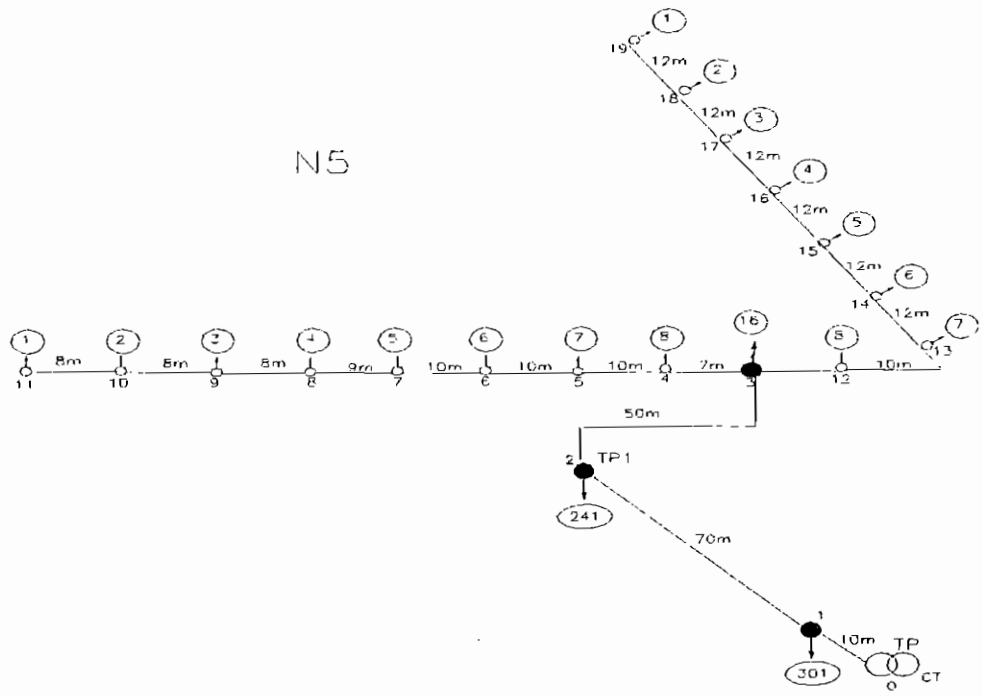
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	12	4,13	6		330	61,95	0,188	4,018
3 - 4	6	5	1,72	6		330	10,32	0,031	4,049
4 - 5	11	4	1,38	6		330	15,18	0,046	4,095
5 - 6	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,130
6 - 7	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	4,155
7 - 8	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	4,168
3 - 9	4	7	2,41	6		330	9,64	0,029	4,047
9 - 10	9	6	2,06	6		330	18,54	0,056	4,103
10 - 11	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,155
11 - 12	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,197
12 - 13	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,221
13 - 14	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,237
14 - 15	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,246

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N5
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

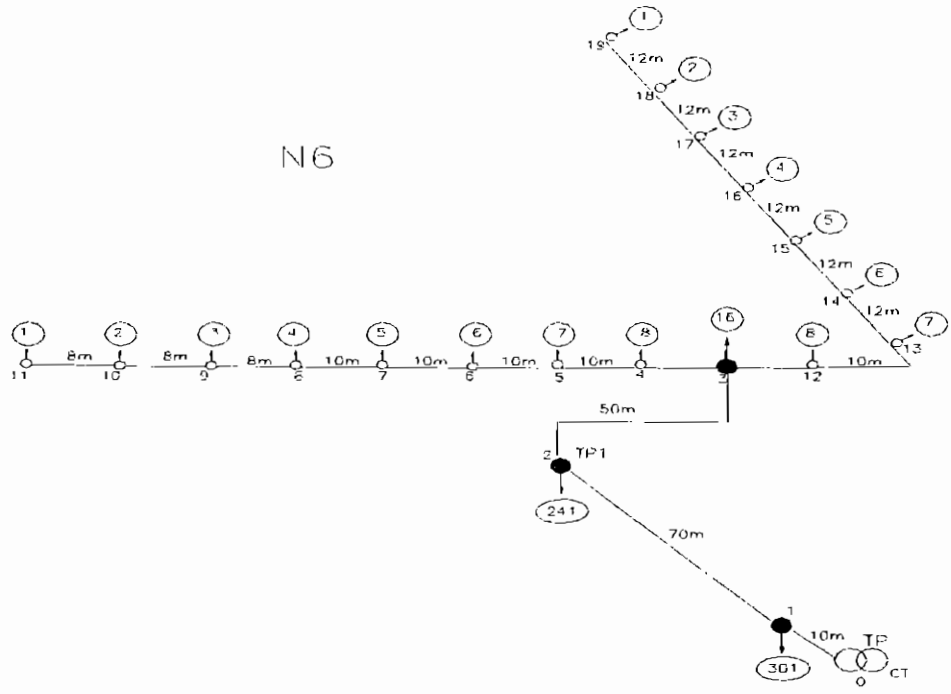
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	50	16	5,5	6		330	275,00	0,833	4,663
3 - 4	7	8	2,75	6		330	19,25	0,058	4,722
4 - 5	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,797
5 - 6	10	6	2,06	6		330	20,60	0,062	4,859
6 - 7	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,911
7 - 8	9	4	1,38	6		330	12,42	0,038	4,949
8 - 9	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,972
9 - 10	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,989
10 - 11	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,997
3 - 12	3	8	2,75	6		330	8,25	0,025	4,688
12 - 13	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,763
13 - 14	12	6	2,06	6		330	24,72	0,075	4,838
14 - 15	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,901
15 - 16	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,951
16 - 17	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,986
17 - 18	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,011
18 - 19	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,024

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N6
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

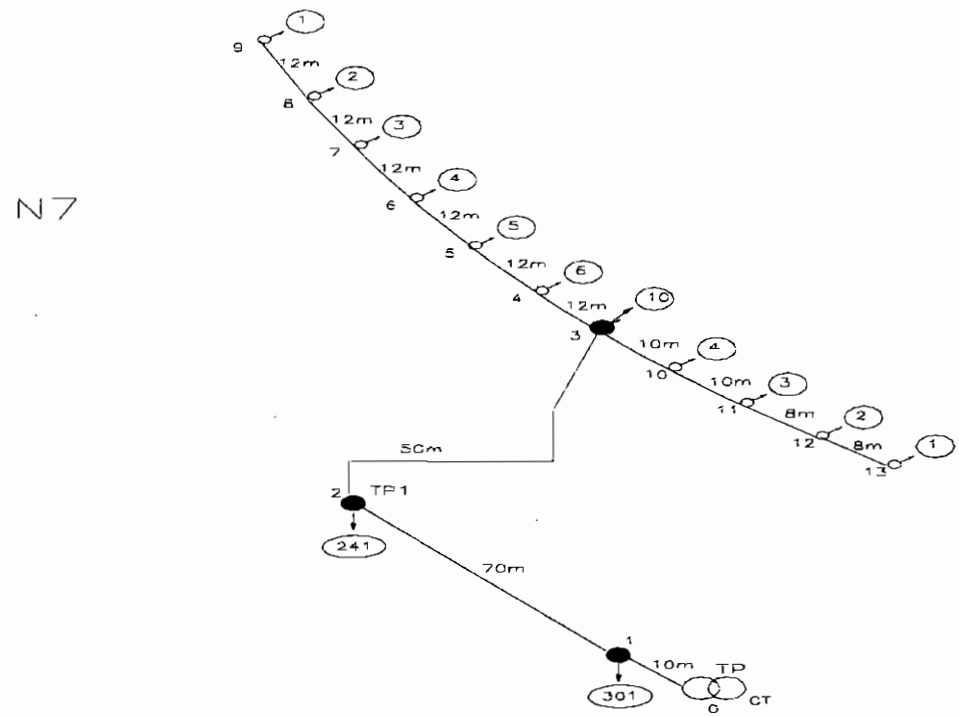
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	50	16	5,5	6		330	275,00	0,833	4,663
3 - 4	2	8	2,75	6		330	5,50	0,017	4,680
4 - 5	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,755
5 - 6	10	6	2,06	6		330	20,60	0,062	4,817
6 - 7	10	5	1,72	6		330	17,20	0,052	4,869
7 - 8	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	4,911
8 - 9	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,935
9 - 10	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,952
10 - 11	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,960
3 - 12	8	8	2,75	6		330	22,00	0,067	4,730
12 - 13	10	7	2,47	6		330	24,70	0,075	4,805
13 - 14	12	6	2,06	6		330	24,72	0,075	4,880
14 - 15	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,942
15 - 16	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,993
16 - 17	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	5,028
17 - 18	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,053
18 - 19	10	1	0,34	6		330	3,40	0,010	5,063

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N7
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

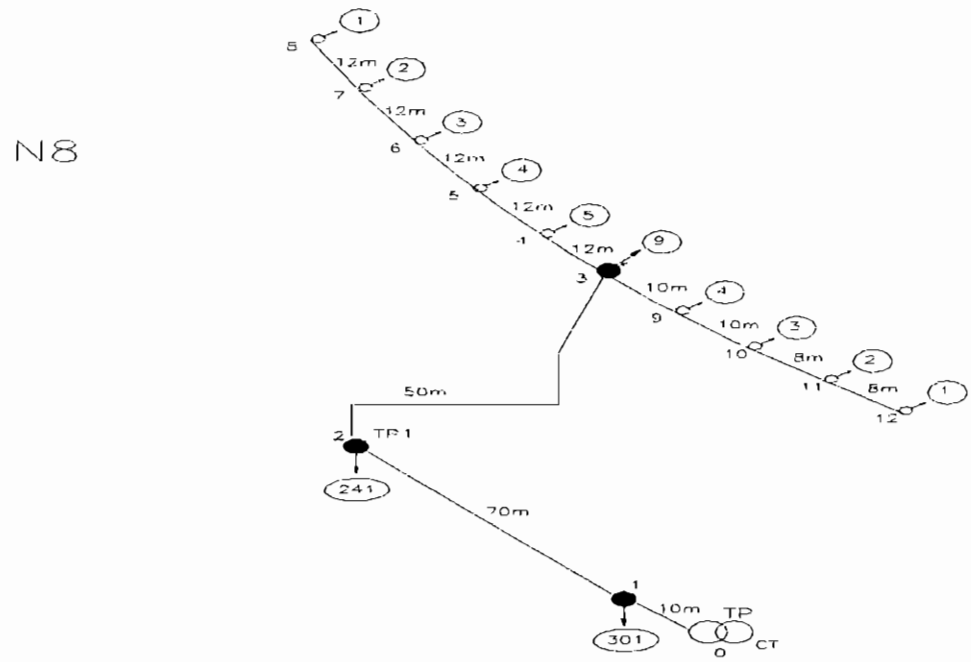
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	100	10	3,44	6		330	344,00	1,042	4,873
3 - 4	4	6	2,06	6		330	8,24	0,025	4,897
4 - 5	12	5	1,72	6		330	20,64	0,063	4,960
5 - 6	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	5,010
6 - 7	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	5,045
7 - 8	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,071
8 - 9	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,083
3 - 10	8	4	1,38	6		330	11,04	0,033	4,906
10 - 11	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,929
11 - 12	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,946
12 - 13	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,954

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: N8
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

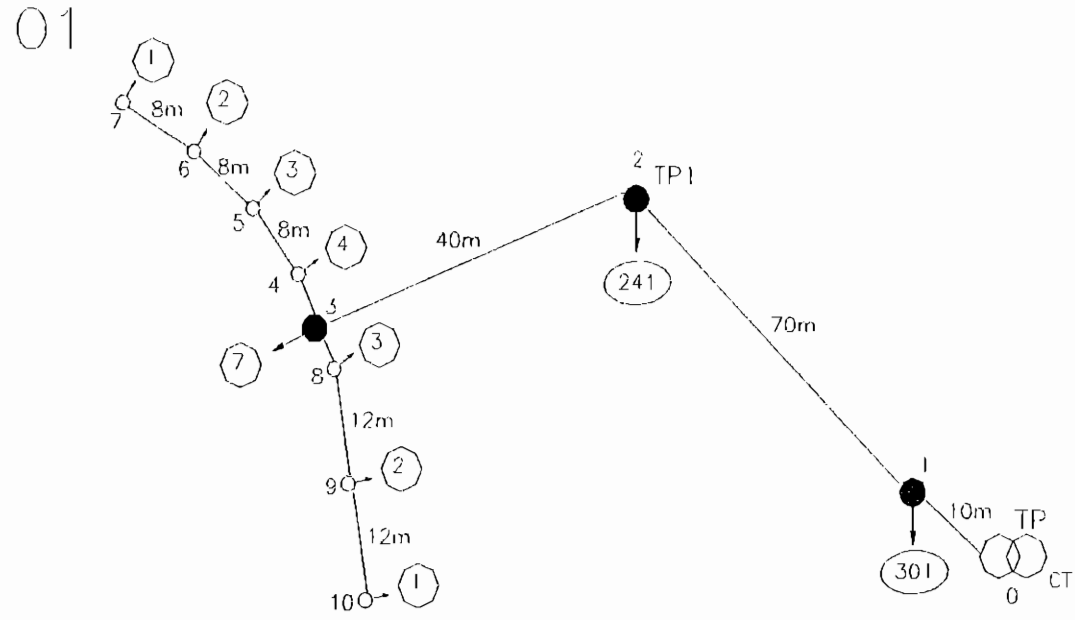
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	100	9	3,44	6		330	344,00	1,042	4,873
3 - 4	4	5	1,72	6		330	6,88	0,021	4,893
4 - 5	12	4	1,38	6		330	16,56	0,050	4,944
5 - 6	12	3	0,97	6		330	11,64	0,035	4,979
6 - 7	12	2	0,69	6		330	8,28	0,025	5,004
7 - 8	12	1	0,34	6		330	4,08	0,012	5,016
3 - 9	8	4	1,38	6		330	11,04	0,033	4,906
9 - 10	8	3	0,97	6		330	7,76	0,024	4,929
10 - 11	8	2	0,69	6		330	5,52	0,017	4,946
11 - 12	8	1	0,34	6		330	2,72	0,008	4,954

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

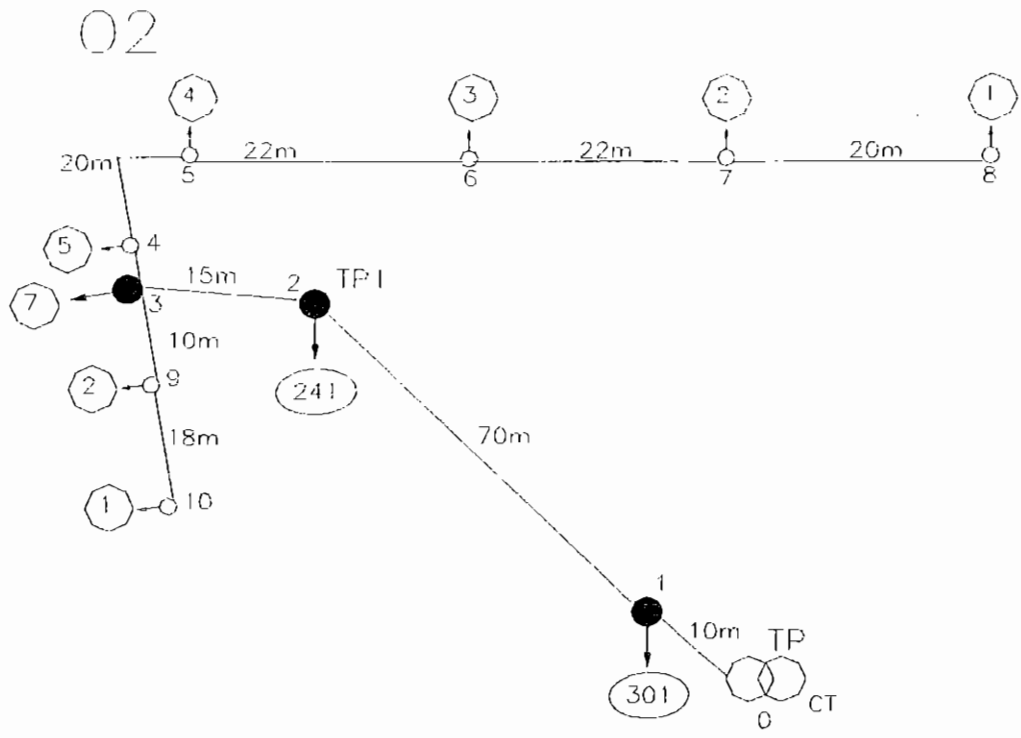
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	40	7	0,75	6		330	30,00	0,091	3,921
3 - 4	6	4	0,43	6		330	2,58	0,008	3,929
4 - 5	9	3	0,32	6		330	2,88	0,009	3,938
5 - 6	10	2	0,22	6		330	2,20	0,007	3,944
6 - 7	10	1	0,11	6		330	1,10	0,003	3,948
3 - 8	3	3	0,32	6		330	0,96	0,003	3,924
8 - 9	9	2	0,22	6		330	1,98	0,006	3,927
9 - 10	9	1	0,11	6		330	0,99	0,003	3,930

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

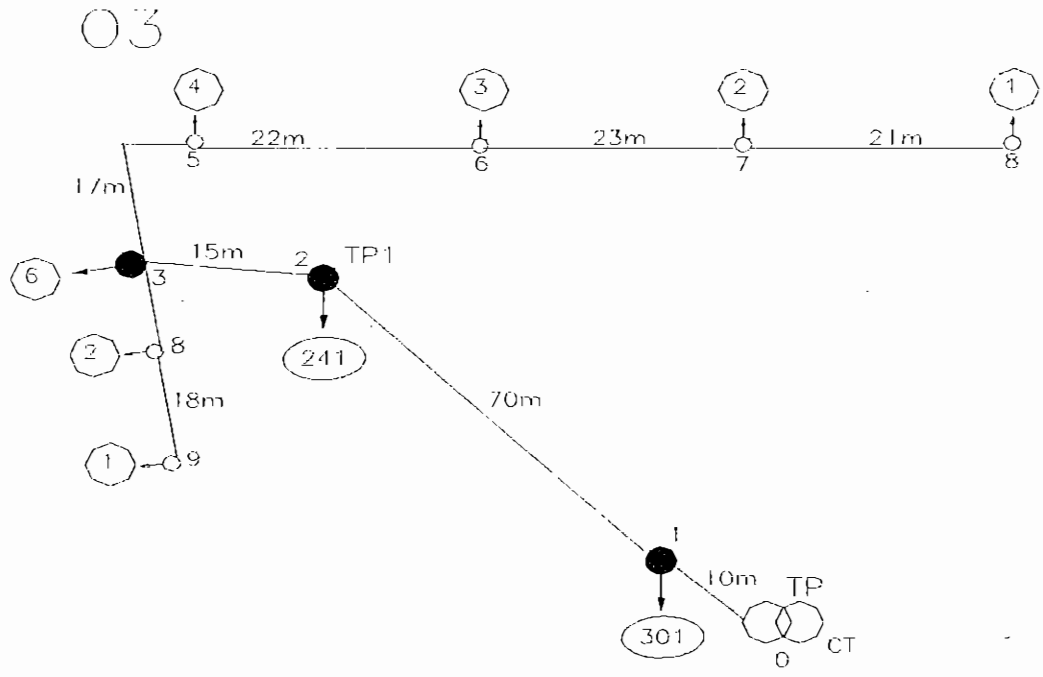
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	7	0,75	6		330	11,25	0,034	3,864
3 - 4	9	5	0,54	6		330	4,86	0,015	3,879
4 - 5	20	4	0,43	6		330	8,60	0,026	3,905
5 - 6	22	3	0,32	6		330	7,04	0,021	3,926
6 - 7	22	2	0,22	6		330	4,84	0,015	3,941
7 - 8	22	1	0,11	6		330	2,42	0,007	3,948
3 - 9	10	2	0,22	6		330	2,20	0,007	3,871
9 - 10	18	1	0,11	6		330	1,98	0,006	3,877

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

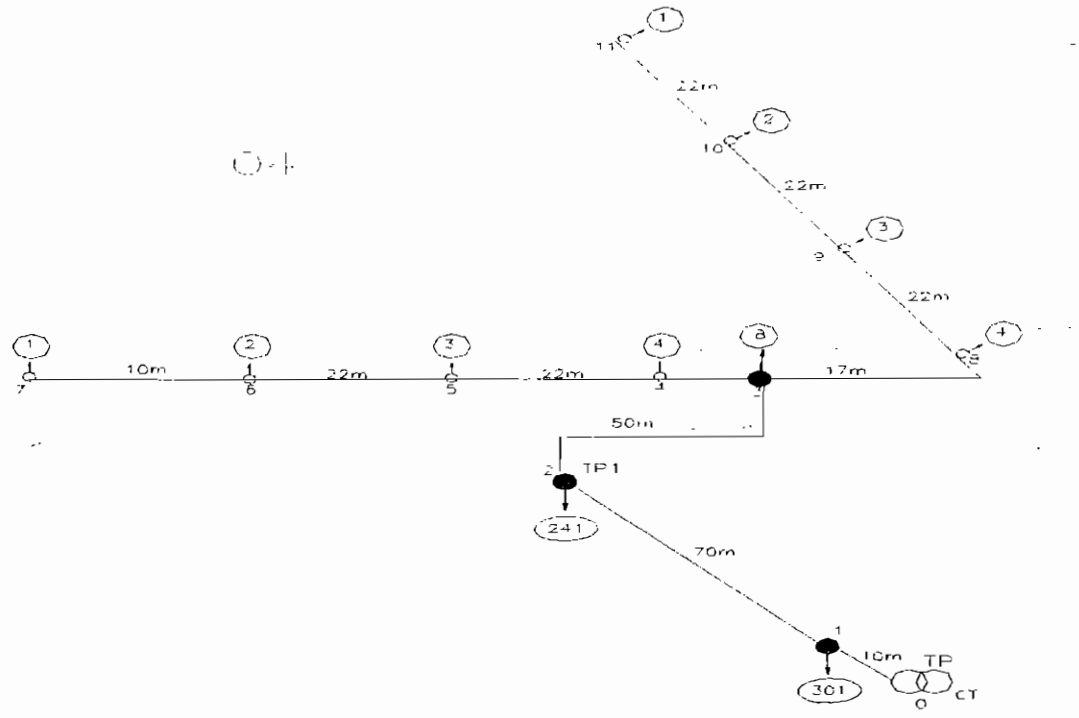
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	6	0,65	6		330	9,75	0,030	3,860
3 - 4	17	4	0,34	6		330	5,78	0,018	3,877
4 - 5	22	3	0,32	6		330	7,04	0,021	3,898
5 - 6	23	2	0,22	6		330	5,06	0,015	3,914
6 - 7	21	1	0,11	6		330	2,31	0,007	3,921
3 - 8	1	2	0,22	6		330	0,22	0,001	3,860
8 - 9	18	1	0,11	6		330	1,98	0,006	3,866

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O4
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

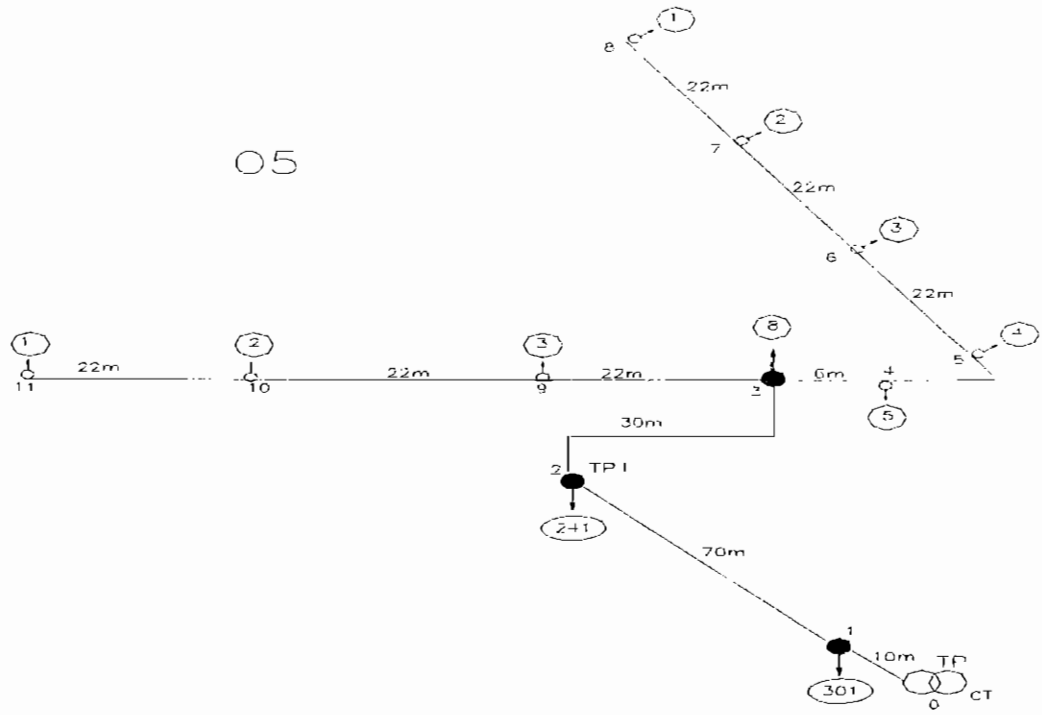
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	50	8	3,78	6		330	189,00	0,573	4,403
3 - 4	5	4	0,43	6		330	2,15	0,007	4,409
4 - 5	22	3	0,32	6		330	7,04	0,021	4,431
5 - 6	22	2	0,22	6		330	4,84	0,015	4,445
6 - 7	10	1	0,11	6		330	1,10	0,003	4,449
3 - 8	17	4	0,43	6		330	7,31	0,022	4,425
8 - 9	22	3	0,32	6		330	7,04	0,021	4,446
9 - 10	22	2	0,22	6		330	4,84	0,015	4,461
10 - 11	22	1	0,11	6		330	2,42	0,007	4,468

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O5
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

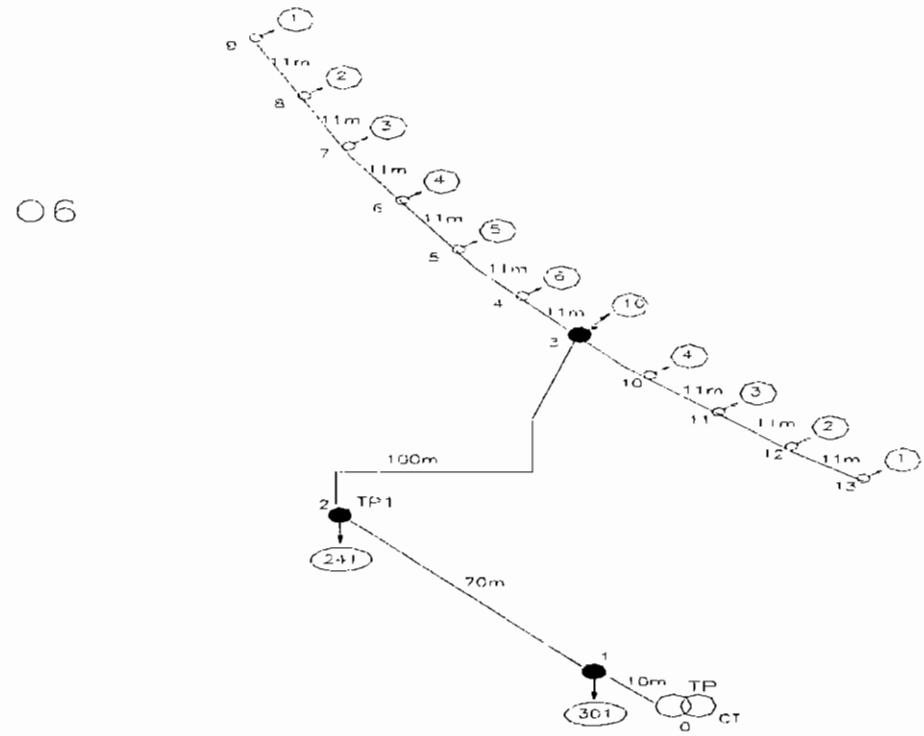
ESQUEMA:



ESQUEMA			DEMAN.	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE						V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	30	8	0,86	6		330	25,80	0,078	3,908
3 - 4	6	5	0,54	6		330	3,24	0,010	3,918
4 - 5	22	4	0,43	6		330	9,46	0,029	3,947
5 - 6	22	3	0,32	6		330	7,04	0,021	3,968
6 - 7	22	2	0,22	6		330	4,84	0,015	3,983
7 - 8	22	1	0,11	6		330	2,42	0,007	3,990
3 - 9	16	3	0,32	6		330	5,12	0,016	3,924
9 - 10	22	2	0,22	6		330	4,84	0,015	3,938
10 - 11	22	1	0,11	6		330	2,42	0,007	3,946

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: O6
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

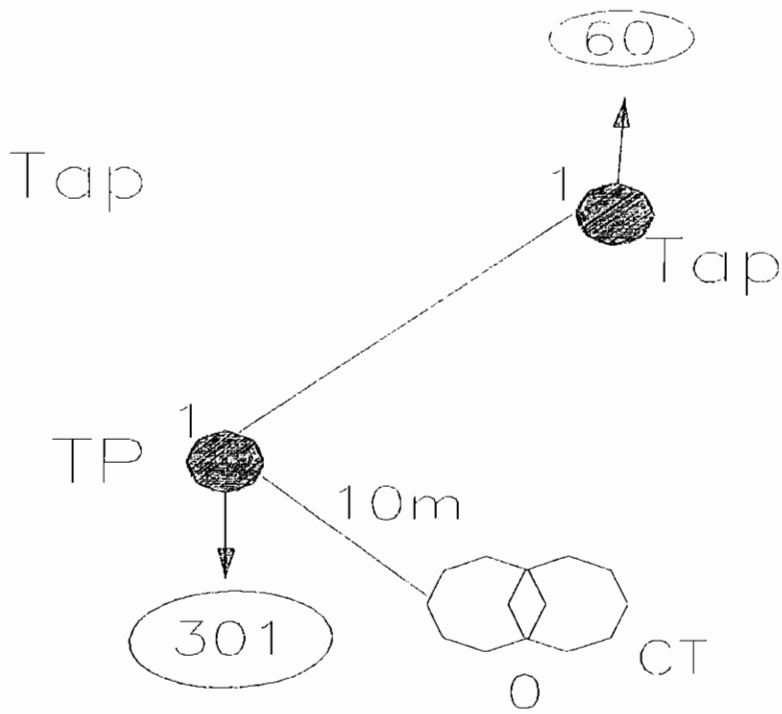
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	100	10	1,08	6		330	108,00	0,327	4,157
3 - 4	9	6	0,61	6		330	5,49	0,017	4,174
4 - 5	11	5	0,54	6		330	5,94	0,018	4,192
5 - 6	11	4	0,43	6		330	4,73	0,014	4,206
6 - 7	11	3	0,32	6		330	3,52	0,011	4,217
7 - 8	11	2	0,22	6		330	2,42	0,007	4,224
8 - 9	11	1	0,11	6		330	1,21	0,004	4,228
3 - 10	2	4	0,43	6		330	0,86	0,003	4,160
10 - 11	11	3	0,32	6		330	3,52	0,011	4,171
11 - 12	11	2	0,22	6		330	2,42	0,007	4,178
12 - 13	11	1	0,11	6		330	1,21	0,004	4,182

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: Tap
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

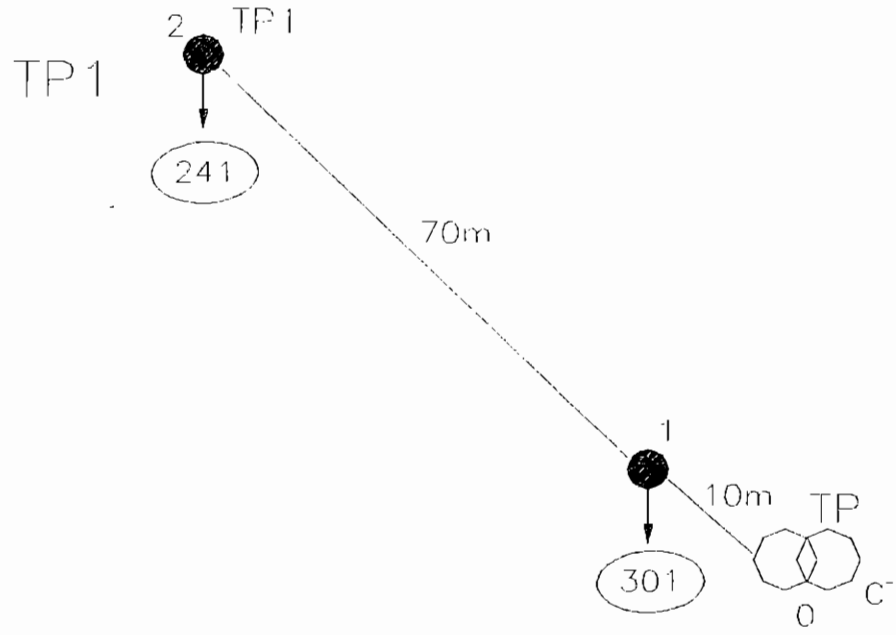
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	5	60	17,37	6		330	86,85	0,263	0,755

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: TP1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

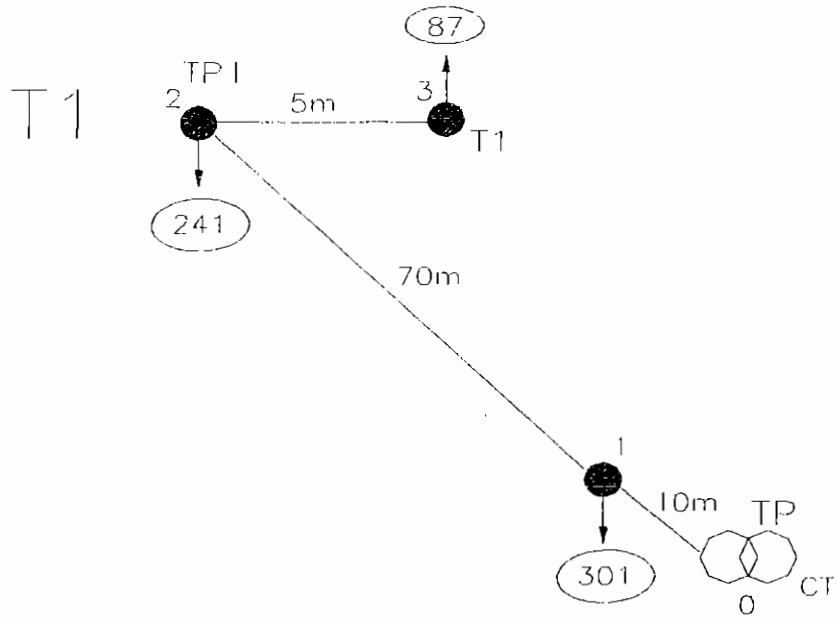
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: T1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

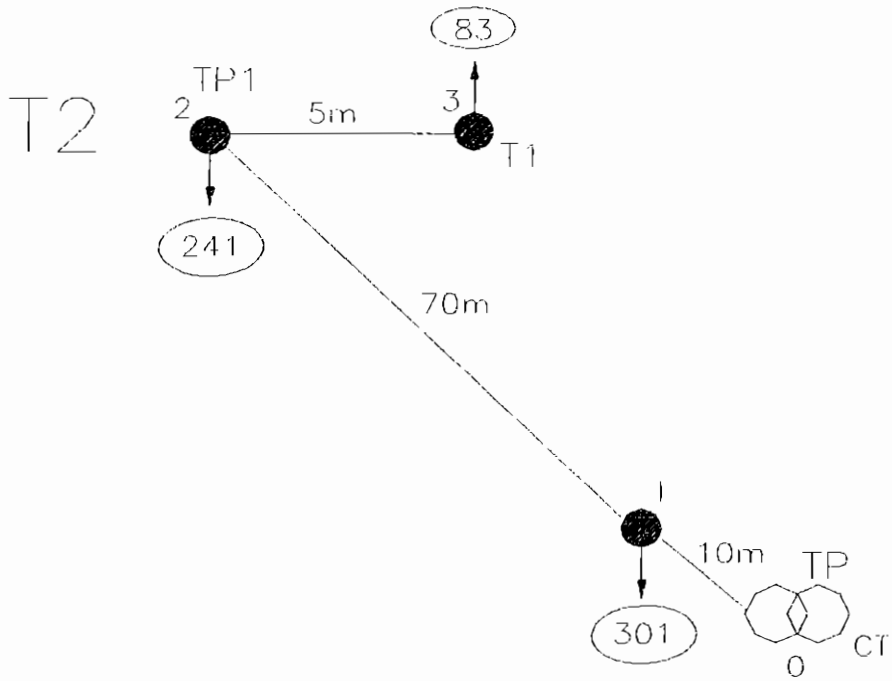
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	5	87	25,2	6		330	126,00	0,382	4,212

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: T2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

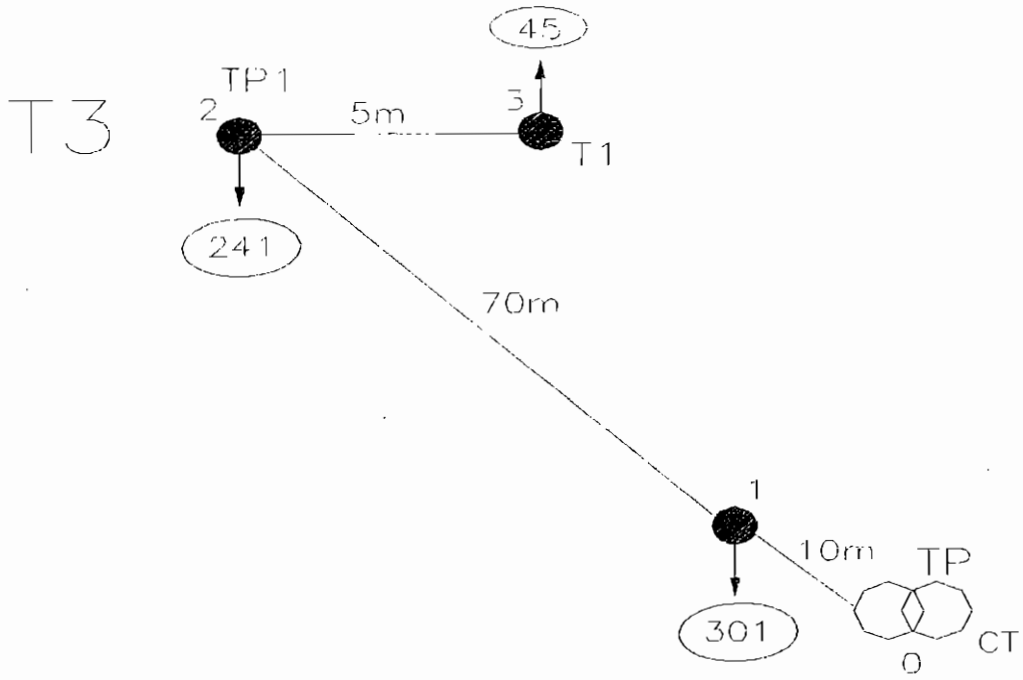
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	5	83	24	6		330	120,00	0,364	4,194

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: T3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

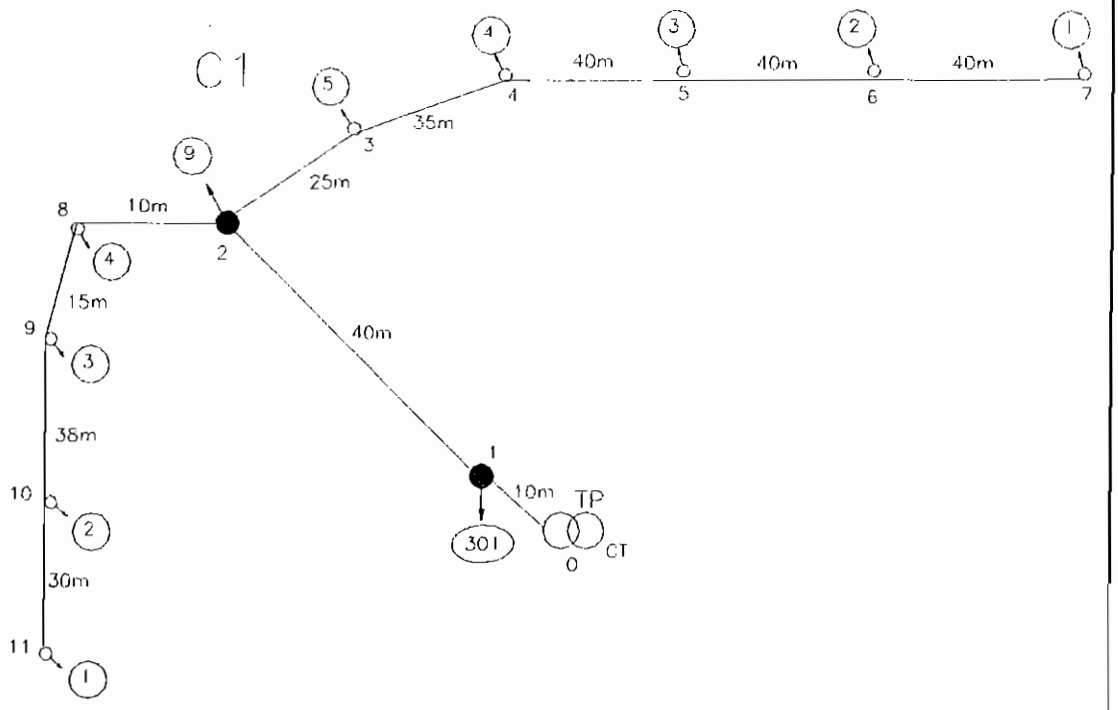
ESQUEMA:



ESQUEMA			DEMAN.	CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE						V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	5	45	4,2	6		330	21,00	0,064	3,894

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C1
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

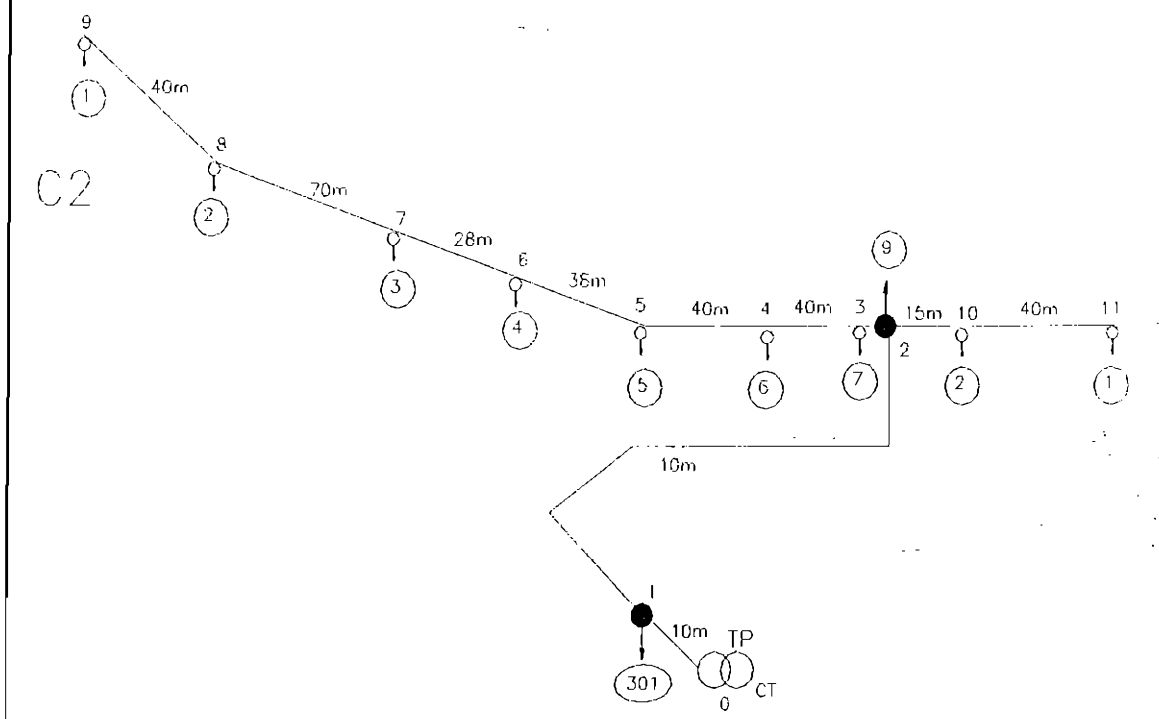
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	40	9	2,86	6		330	114,40	0,347	0,838
2 - 3	25	5	1,31	6		330	32,75	0,099	0,938
3 - 4	35	4	1	6		330	35,00	0,106	1,044
4 - 5	40	3	0,81	6		330	32,40	0,098	1,142
5 - 6	40	2	0,63	6		330	25,20	0,076	1,218
6 - 7	40	1	0,31	6		330	12,40	0,038	1,256
2 - 8	10	4	1,25	6		330	12,50	0,038	0,876
8 - 9	15	3	0,94	6		330	14,10	0,043	0,919
9 - 10	38	2	0,63	6		330	23,94	0,073	0,991
10 - 11	30	1	0,31	6		330	9,30	0,028	1,020

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO Nº.	: C2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

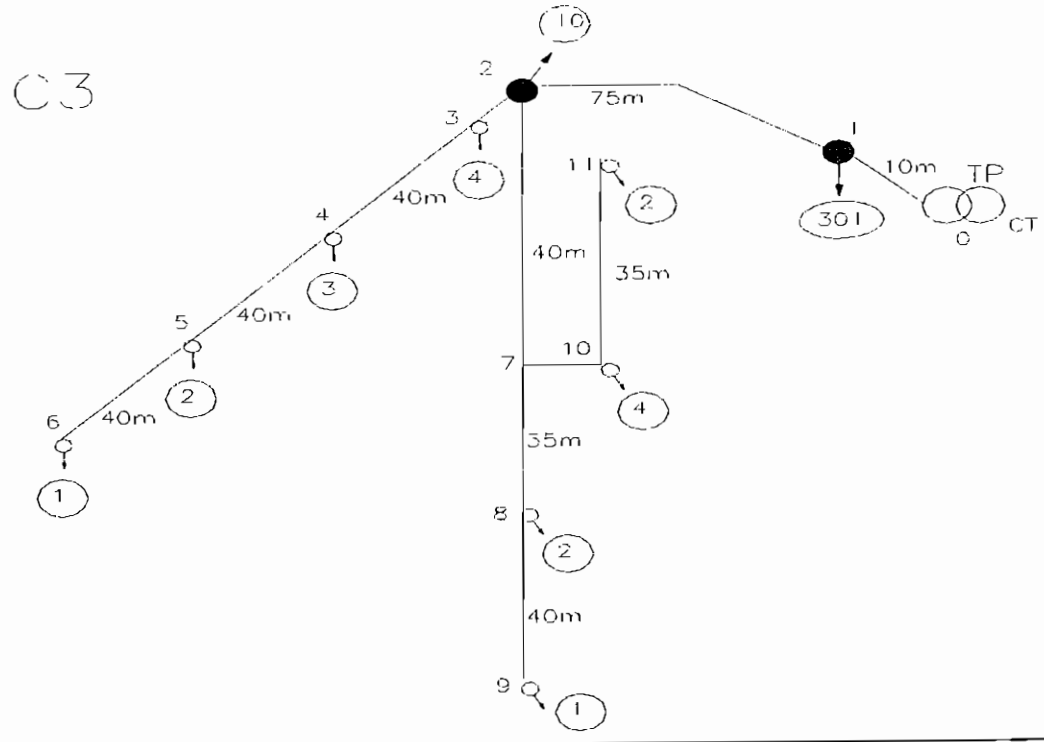
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	190	9	2,81	6		330	533,90	1,618	2,109
2 - 3	5	7	2,19	6		330	10,95	0,033	2,143
3 - 4	40	6	1,88	6		330	75,20	0,228	2,371
4 - 5	40	5	1,56	6		330	62,40	0,189	2,560
5 - 6	38	4	1,25	6		330	47,50	0,144	2,704
6 - 7	28	3	0,94	6		330	26,32	0,080	2,783
7 - 8	70	2	0,63	6		330	44,10	0,134	2,917
8 - 9	40	1	0,31	6		330	12,40	0,038	2,955
2 - 10	15	2	0,63	6		330	9,45	0,029	2,138
10 - 11	40	1	0,31	6		330	12,40	0,038	2,176

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C3
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

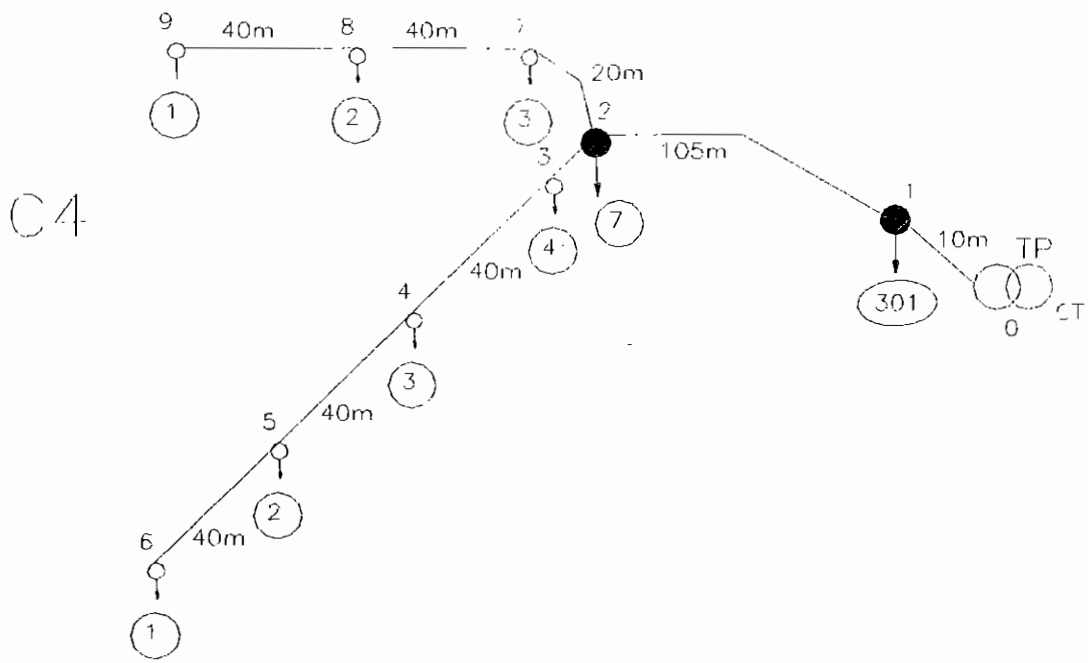
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	75	10	3,44	6		330	258,00	0,782	1,273
2 - 3	5	4	1,38	6		330	6,90	0,021	1,294
3 - 4	40	3	1,03	6		330	41,20	0,125	1,419
4 - 5	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	1,503
5 - 6	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	1,544
2 - 7	40	4	1,38	6		330	55,20	0,167	1,441
7 - 8	35	2	0,69	6		330	24,15	0,073	1,514
8 - 9	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	1,555
7 - 10	10	2	0,69	6		330	6,90	0,021	1,462
10 - 11	38	1	0,34	6		330	12,92	0,039	1,501

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C4
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

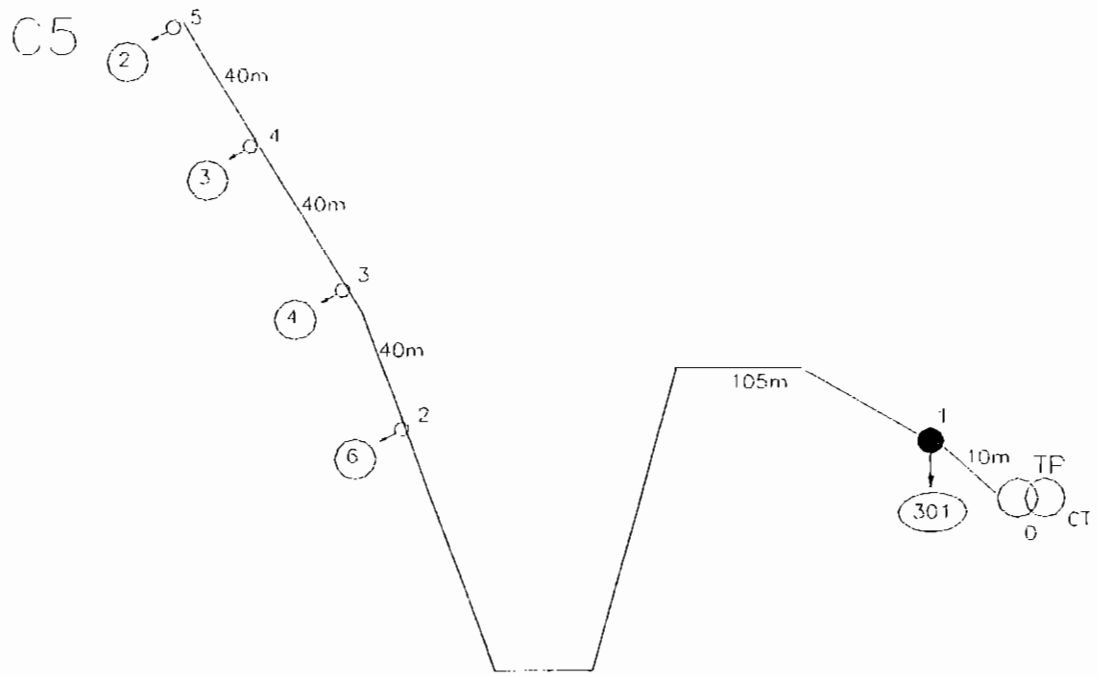
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	105	7	2,41	6		330	253,05	0,767	1,258
2 - 3	5	4	1,38	6		330	6,90	0,021	1,279
3 - 4	40	3	1,03	6		330	41,20	0,125	1,404
4 - 5	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	1,488
5 - 6	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	1,529
2 - 7	20	3	1,03	6		330	20,60	0,062	1,321
7 - 8	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	1,404
8 - 9	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	1,446

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C5
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

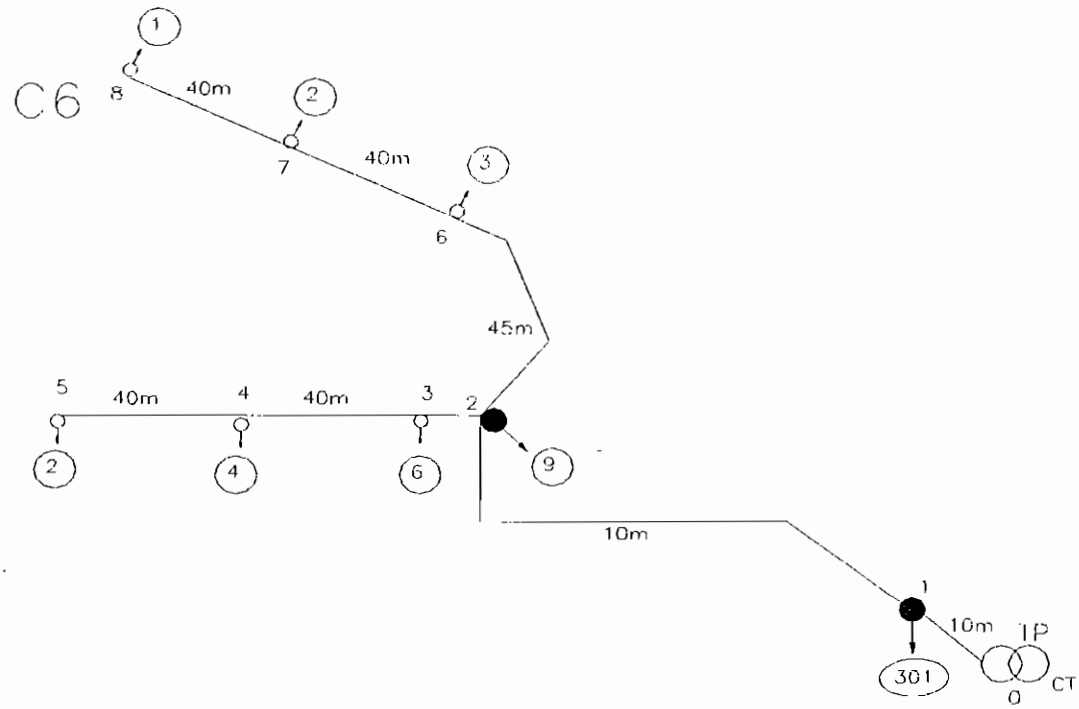
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	260	6	2,06	6		330	535,60	1,623	2,115
2 - 3	40	4	1,38	6		330	55,20	0,167	2,282
3 - 4	40	3	1,03	6		330	41,20	0,125	2,407
4 - 5	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	2,490

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C6
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

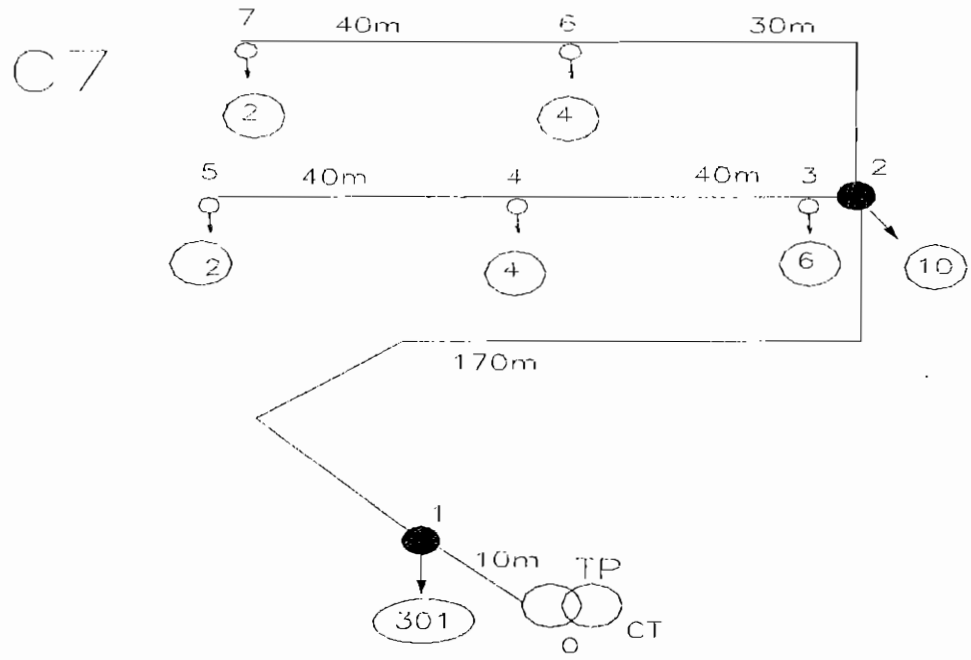
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	145	9	3,09	6		330	448,05	1,358	1,849
2 - 3	12	6	2,06	6		330	24,72	0,075	1,924
3 - 4	40	4	1,38	6		330	55,20	0,167	2,092
4 - 5	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	2,175
2 - 6	45	3	1,03	6		330	46,35	0,140	1,990
6 - 7	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	2,073
7 - 8	40	2	0,34	6		330	13,60	0,041	2,115

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: C7
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

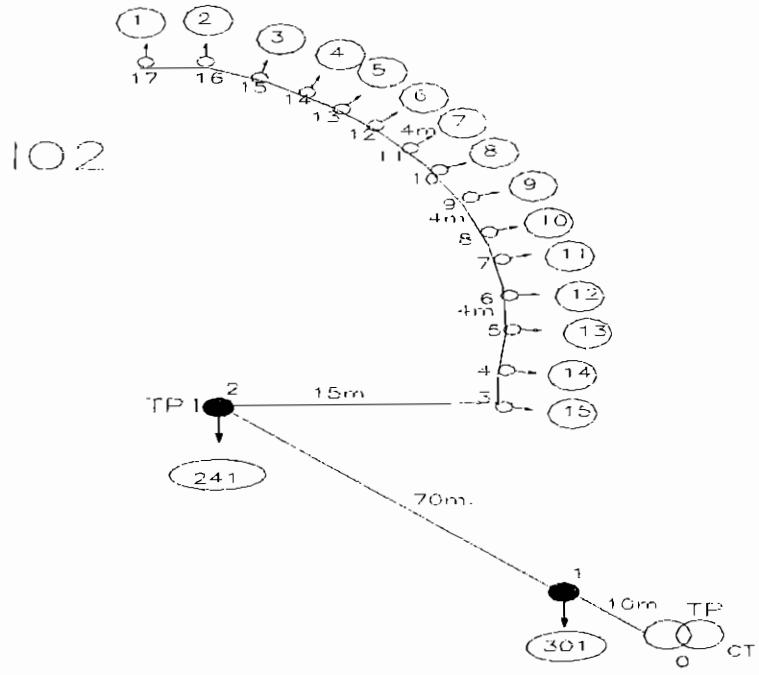
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	170	10	3,44	6		330	584,80	1,772	2,264
2 - 3	5	6	2,06	6		330	10,30	0,031	2,295
3 - 4	40	4	1,38	6		330	55,20	0,167	2,462
4 - 5	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	2,546
2 - 6	30	4	1,38	6		330	41,40	0,125	2,389
6 - 7	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	2,473

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: IO2
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

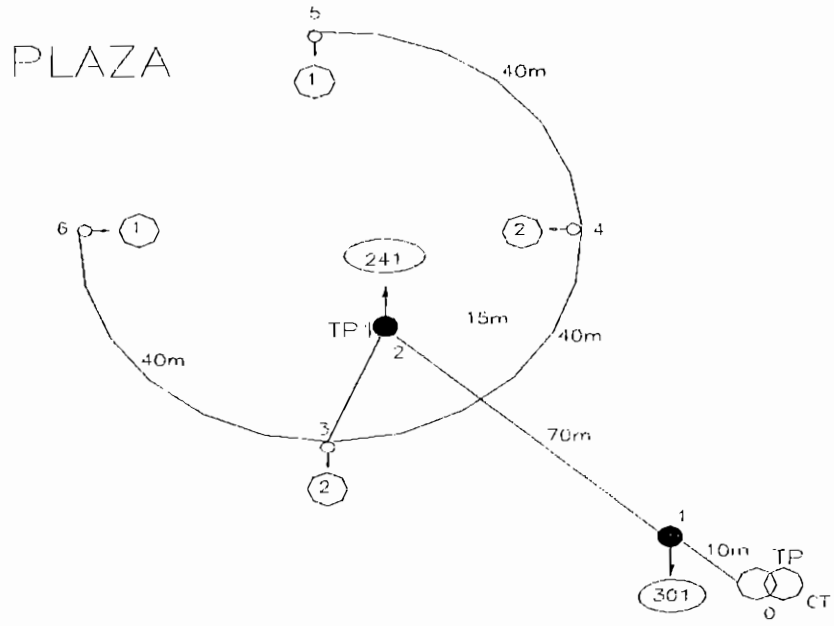
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	15	15	1,61	6		330	24,15	0,073	3,903
3 - 4	4	14	1,51	6		330	6,04	0,018	3,922
4 - 5	4	13	1,4	6		330	5,60	0,017	3,939
5 - 6	4	12	1,29	6		330	5,16	0,016	3,954
6 - 7	4	11	1,18	6		330	4,72	0,014	3,968
7 - 8	4	10	1,08	6		330	4,32	0,013	3,982
8 - 9	4	9	0,97	6		330	3,88	0,012	3,993
9 - 10	4	8	0,86	6		330	3,44	0,010	4,004
10 - 11	4	7	0,75	6		330	3,00	0,009	4,013
11 - 12	4	6	0,65	6		330	2,60	0,008	4,021
12 - 13	4	5	0,54	6		330	2,16	0,007	4,027
13 - 14	4	4	0,43	6		330	1,72	0,005	4,032
14 - 15	4	3	0,32	6		330	1,28	0,004	4,036
15 - 16	4	2	0,22	6		330	0,88	0,003	4,039
16 - 17	4	1	0,11	6		330	0,44	0,001	4,040

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: PLAZA
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

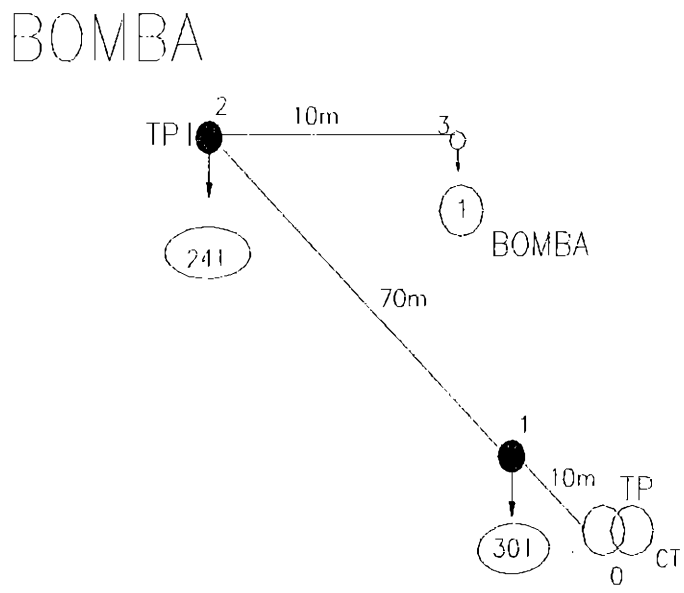
ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	10	4	1,38	6		330	13,80	0,042	3,872
3 - 4	40	2	0,69	6		330	27,60	0,084	3,956
4 - 5	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	3,997
3 - 6	40	1	0,34	6		330	13,60	0,041	3,913

NOMBRE DEL PROYECTO	: INDOAMERICA	CENTRO DE TRANSFORMAC	: CT-75
No. DEL PROYECTO		USUARIO TIPO	
TIPO DE INSTALACION	: SUBTERRANEA	DMUp	: 85,05 KVA
TENSION	: 210/121	CIRCUITO No.	: BOMBA
LIMITE DE CAIDA DE TENSION	: 6 %	MATERIAL DEL CONDUCTOR	: TTU

ESQUEMA:



ESQUEMA				CONDUCTOR			COMPUTO		
TRAMO		NUM. DE	DEMAN.					V %	
DESIGNAC.	LONG (M)	LUMINAR.	KVA (d)	CALIBRE	KVA(LT)	KVA-M	KVA-M	PARCIAL	TOTAL
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0 - 1	10	301	85,05	3/0		1730	850,50	0,492	0,492
1 - 2	70	241	68,2	2/0		1430	4774,00	3,338	3,830
2 - 3	5	1	11,2	4		510	56,00	0,110	3,940