

**VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO**

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

**PROYECTO ELECTRICO**

LABORATORIO DE CAFES ESPECIALES

BLOQUE 12

PROPIETARIO

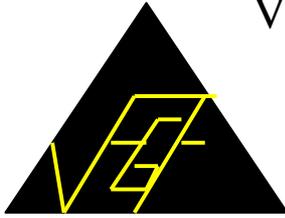
GOBERNACION DEL TOLIMA

DISEÑADOR

VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

M.P. 66205-13756



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## RESUMEN DEL PROYECTO

NOMBRE: LABORATORIO DE CAFES ESPECIALES

DIRECCION: Sede Central de la Universidad del Tolima- Bloque 12  
MUNICIPIO: IBAGUE

PROPIETARIO: GOBERNACION DEL TOLIMA  
DIRECCION: UNIVERSIDAD DEL TOLIMA SEDE DE SANTA HELENA  
BLOQUE 12

NUMERO DE USUARIOS: UNO (1)

CARGA A INSTALAR LAB: 22,299 KVA  
CARGA A INSTALAR AIRE: 7,8 KVA

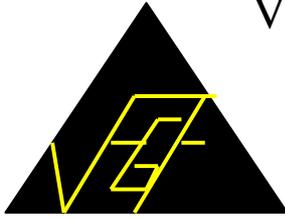
LONGITUD RED DE BT: 55M POR ACOMETIDA A TABLEROS

CONDUCTOR RED DE BT: (3x4+6)Cu.-AWG-THWN+ 6Cu. Desnudo-Laboratorio  
(3x8+8)Cu. AWG-THWN+ 8Cu. Desnudo- Aires acondicionados  
POSTES: NO.

EQUIPO DE MEDIDA NA  
MATERIAL ELÉCTRICO: Todos los materiales deben tener certificado de producto Retie.

DISEÑO ELECTRICO: Ing. VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO  
MATRICULA PROFESIONAL: 66205-13751

FIRMA:



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

Ibagué, 4 de Junio de 2019

Señores

**UNIVERSIDAD DE IBAGUE**

**Ing. Jenny Lorena Agredo Briñez**

**Corrdinadora de proyectos**

**Unidad de proyectos**

Ciudad

Ref: entrega de diseño eléctrico en BT.

Respetados Señores; Cordial saludo

De la forma más cordial, estoy haciendo entrega del diseño eléctrico del proyecto LABORATORIO DE CAFES ESPECIALES, ubicado en la Sede central de la Universidad del Tolima, bloque 12, Sede Santa Helena, en el municipio de Ibagué-Tolima.

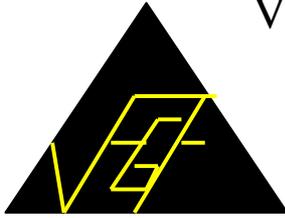
La carga de diseño es de 30KVA, de los cuales 22,299Kva son del laboratorio y 7,8KVA son la carga del aire acondicionado. Se conecta por BT a la red de baja tensión, de un transformador existente en la Universidad del Tolima junto al Bloque 12

El proyecto eléctrico consiste en la construcción de dos acometidas de baja tensión, instalación de gabinete de protecciones AE311, 2 tableros de distribución, salidas para aire acondicionado y las instalaciones internas de iluminación y tomacorrientes.

El proyecto se hace de acuerdo a la NTC-2050/98, El RETIE, el RETILAP y la norma técnica de Enertolima.

Se entrega los siguientes documentos:

- 1.- Plano eléctrico de planta con redes de tomas, luminarias y equipos, firmados por ingeniero diseñador.
- 2.-Cuadros de carga. Incluidos en el palno
- 3.- Cálculos de iluminación de acuerdo a Retilap. Incluidos en la memoria
- 4.- Diagrama unifilar. Incluido en el plano.
- 5.- Archivos PDF de los cálculos de iluminación efectuados con el programa Relux, de algunas de las áreas del laboratorio.
- 6.-Memoria de cálculo incluyendo cálculos de carga, protecciones, calibre de acometida, especificación de materiales a utilizar, especificaciones técnicas, análisis de riesgos y cantidades de obra.
- 7.- Presupuesto del proyecto a la fecha actual, con validez de 30 días calendario



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

- 8.- Fotocopia de cotización de materiales.
- 9.- Autodeclaración Retie de diseño eléctrico
- 10.-Autodeclaración Retilap de diseño de iluminación interior
- 11.- Archivo digital en medio magnetico

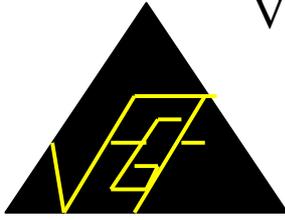
El diseño se elaboró de acuerdo al plano arquitectónico y la lista de equipos suministrados por el contratante, y teniendo en cuenta la Norma NTC2050/98, El Retie y Retilap.

Cordialmente

**VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO**

**Ing. Eléctrico**

**MP:66205-13751**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## DESCRIPCION DEL PROYECTO

### OBJETO

Este proyecto tiene como objetivo, calcular las redes de baja tensión para alimentar el tablero General, y las instalaciones internas del Laboratorio, respetando las Normas de construcción de redes eléctricas de baja tensión, así como la norma de instalaciones internas NTC-2050/98 y al mismo tiempo cumplir con las disposiciones del RETIE, RITEL y RETILAP.

### DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto eléctrico consiste en la construcción de dos acometidas de baja tensión, desde bornes de BT del transformador de distribución, montaje de protecciones para dos acometidas subterráneas, una para el tablero de distribución del laboratorio y la otra para los equipos de aire acondicionado de las áreas del laboratorio. Montaje de 2 tableros de distribución y la adecuación de las instalaciones eléctricas internas a las necesidades del laboratorio.

Se ha tomado un área de una construcción existente de un nivel, en el bloque 12 de la Universidad del Tolima, con área aproximada de 99.5m<sup>2</sup>, a la cual se harán las adecuaciones arquitectónicas necesarias para el funcionamiento del laboratorio.

Se construirá una acometida subterránea de unos 22 metros, por ductos existentes, desde una subestación de pedestal ubicado frente al bloque 12, y se continúa unos 34 metros a la vista, ducto metálico hasta el tablero general de distribución ubicado en el laboratorio. Desde este tablero, se distribuirán los circuitos de alumbrado, tomacorrientes, equipos. Junto a esta acometida, se construirá otra para el tablero de aire acondicionado.

Esta independencia es necesaria, pues los aires al encender o apagar frecuentemente, generan picos de voltaje y corriente, que afectan los equipos electrónicos, provocando averías.

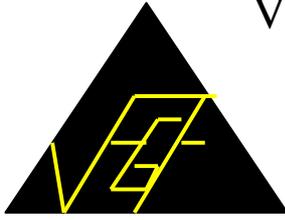
Se hará un cálculo de iluminación interior de acuerdo a las necesidades lumínicas establecidas en la tabla 410.1 de Retilap.

El proyecto se hace de acuerdo a la NTC-2050/98, El RETIE, y el RETILAP.

El Laboratorio consta de un solo nivel y contiene las siguientes áreas:

**A.-**

- ✓ Area de catación
- ✓ Area de preparación y análisis físico
- ✓ Area social
- ✓ Administración
- ✓ Bodega
- ✓ Baños



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

El trabajo de este laboratorio está relacionado con el de la industria alimenticia, pues su objeto de trabajo es el café, su análisis, etc. Por esto para los cálculos de iluminación de estas áreas, nos remitiremos a la sección que se refiere a la industria alimenticia, de la Tabla 410.1 de Retilap.

Se tendrá una alimentación eléctrica, desde la red eléctrica de Baja tensión existente cerca al local, donde funcionará el Consultorio.

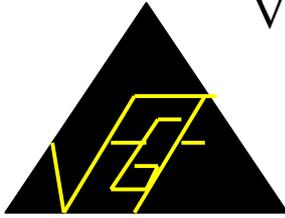
Las acometidas eléctricas para el laboratorio y para los equipos de aire acondicionado, se derivarán de los bornes de un transformador de pedestal (Pad mounted), ubicado frente al bloque 12. Se deberá montar un gabinete tipo AE311, de frente muerto, junto al transformador, para ubicar en él un totalizador para las dos acometidas, un barraje de distribución y dos interruptores termomagnéticos de protección, caja moldeada para cada una de las acometidas. Las dos acometidas se llevarán en su primera parte de forma subterránea, por ductos existentes, cajas tipo SB274 existentes, hasta una caja SB274 ubicada en el corredor, junto a la pared del bloque 12. A partir de allí, la acometida será incrustada en pared una parte y sobrepuesta otra parte. La parte de acometida sobrepuesta en la pared, deberá ser en tubo conduit metálico EMT o galvanizado IMC. La acometida por cielo raso podrá ser en tubo conduit plástico tipo Schedule 40. En el recorrido se tendrán algunas cajas de paso metálicas.

En el tablero de distribución general del laboratorio, se alojarán las protecciones de los circuitos de iluminación interior, tomacorrientes normales de uso general y tomas para equipos del laboratorio.

Desde el tablero de aires acondicionado, se derivarán los circuitos para los aires ubicados en cada cuarto del laboratorio.

Las tuberías sobrepuestas sobre pared o techo deberán ser del tipo metálico EMT. En cielo raso se podrá utilizar tubería plástica tipo Schedule 40. Debido al uso del local, se deberá usar cables con bajo contenido de halógenos, tipo HFFRLS.

Este montaje debe ser ejecutado por técnicos calificados y debe ajustarse a la norma NTC-2050/98, cumplir con las exigencias del Reglamento técnico de Instalaciones eléctricas RETIE y el RETILAP.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## CRITERIOS DE DISEÑO

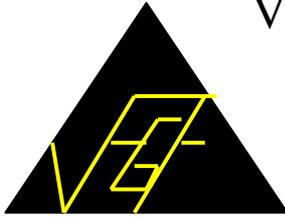
De acuerdo al artículo 10.1 del Retie 2013, vamos a establecer cuáles son los Items que aplican a este diseño de acuerdo a su sencillez o su complejidad.

Este diseño contiene lo siguiente:

- 1.- Acometida de BT, una parte subterránea y otra parte sobrepuesta en pared
- 2.- Tablero de distribución de corriente normal para laboratorio
- 3.- Tablero de distribución de corriente normal para aires acondicionados
- 4.- Tablero de corriente regulada
- 5.- Redes internas para iluminación y tomacorrientes

Teniendo en cuenta lo anterior, veamos cuales ítems aplican y cuáles no.

- a.- Análisis y cuadros de carga- **Si aplica.**
- b.- Análisis de coordinación de aislamiento eléctrico. **No aplica.**
- c.- Análisis de cortocircuito y falla a tierra. **No aplica. Ya existe una subestación de distribución en el sector, propiedad de la Universidad del Tolima.**
- d.- Análisis de nivel de riesgo por rayos y medidas de protección contra rayos. **No aplica. La altura de la edificación es menor de 20 metros.**
- e.- Análisis de riesgo de origen eléctrico y medidas para mitigarlos. **Si aplica**
- f.- Análisis de nivel de tensión requerido. **Si aplica. Resulta del cálculo de la carga.**
- g.- Cálculo de campos electromagnéticos.- **No aplica. El nivel de voltaje no supera los 220V.**
- h.- Cálculo de transformadores y factor de potencia- **No aplica.**
- i.- Cálculo de sistema de puesta a tierra. **No aplica. Ya existe una tierra en la subestación.**
- j.- Cálculo de conductores. **Si aplica. Es el cálculo de la red de BT.**
- k.- Verificación de conductores- **No aplica. No se requieren conductores especiales, ni hay lugares clasificados que lo requieran.**
- l.- Cálculo mecánico de estructuras- **No aplica. No hay redes externas en el proyecto.**
- m.- Cálculo y coordinación de protecciones contra sobre corrientes. **Si aplica.**
- n.- Cálculo de canalizaciones- **No aplica. Los ductos subterráneos ya existen**
- o.- Cálculo de pérdidas de energía- **Si aplica. Para la acometida.**
- p.- Cálculos de regulación- **Si aplica en la acometida de BT.**
- q.- Clasificación de áreas- **No aplica. No hay lugares clasificados de ningún tipo.**
- r.- Elaboración de diagramas unifilares- **Si aplica**
- s.- Elaboración de planos y esquemas eléctricos para construcción- **Si aplica**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

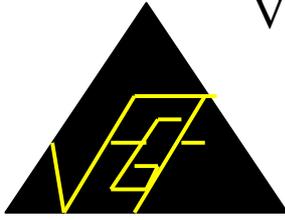
- t.- Especificaciones de construcción complementaria a los planos- **Si aplica**  
u.- establecer distancias de seguridad requeridas. **Si aplica**  
v.-Justificación técnica de desviación de la NTC-2050. **No aplica. No hay desviaciones. El cálculo de la carga de la casa tipo se hace de acuerdo a la NTC-2050/98.**  
w.- Los demás cálculos que la instalación requiera. **No aplica. No hay cálculos especiales.**

**Es un proyecto muy sencillo, sin ninguna complejidad, en el que los cálculos son mínimos, son instalaciones internas, las cuales deben construirse de acuerdo a la norma NTC-2050/98, el Retie y Retilap.**

**Se calcula la carga de diseño, la capacidad de la acometida de BT, las protecciones para este cable de acometida, y la regulación de la red de baja tensión que es de solo 55 metros de longitud. Adicionalmente se calcula la iluminación de la oficina y Laboratorio.**

**Debido al orden de los pasos para desarrollar el diseño, no se puede aplicar el orden de los cálculos planteados en el Retie. Por lo tanto los cálculos se efectuarán de acuerdo al proceso lógico establecido en el diseño.**

**Primero se identifican las diferentes cargas que el usuario instalará en su establecimiento y luego se elaboraran los cuadros de carga respectivos, con las protecciones de cada circuito particular. Después se calcularán las protecciones generales y los conductores de alimentación para estos tableros. Así se llegará a establecer la capacidad de la acometida de BT y sus protecciones.**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## MEMORIAS DE CÁLCULO

### Nivel de tensión.-

El proyecto es una adecuación de unas oficinas existentes, para el funcionamiento del laboratorio, y debido a su carga, se alimentará, desde la subestación existente en el lugar. Este proyecto requiere de una acometida de Baja tensión a 220/120V o 208/120V.

## DESCRIPCION DE MATERIALES

### CABLES DE BT.

Cables de acometida es (3x4+6)Cu.AWG-THWN+6Cu. desnudo y (3No.8+1No.8)AWG-THWN+8Cu. Desnudo. Para los circuitos de aires, tomas e iluminación se utilizarán cables o alambres de cobre, cuyo aislamiento sea bajo en halógenos, o sea. Tipo AWG-HFFRLS y deben cumplir con el número de hilos establecido en las tablas 20.2.2 y 20.2.3.

### GABINETES Y TABLEROS

Son en lámina de hierro, con pintura electrostática y deben cumplir normas NTC 2205- NTC 2207 y deben tener certificado de conformidad de producto Retie. Son tableros para BT. Los tableros de distribución normal deben ajustarse a las normas IEC 60439-3- IEC 61439-1/3- UL 67- NTC 3475 y NTC 2050.

Los tableros o gabinetes de potencia deben cumplir las normas IEC 60439-1 IEC 61439-1/2- UL 891- UL 508 y NTC 3278. En este proyecto no los hay.

### INTERRUPTORES AUTOMATICOS DE BT

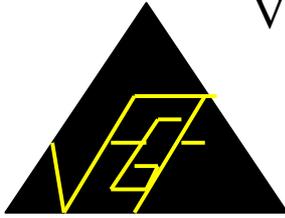
En esta instalación se montarán interruptores automáticos de diferentes capacidades. La protección de acometidas, deben ser tipo caja moldeada, para corrientes de corte de de corte de 50KA. Son las protecciones para la acometida general. Deben cumplir normas tales como: NTC 2116- NTC- IEC 947-2- IEC 60898 y UL 489. El cálculo se hace teniendo en cuenta la corriente nominal del equipo o de la acometida y una sobrecarga posible del 25%.  $I_{sc} = I_n * 1.25$   $I_n = P / (\sqrt{3} * V)$ .

### TUBERIAS

**Tubo PVC.-** En esta instalación se utilizarán tubos conduit PVC, tipo Schedule 40, con baja emisión de gases tóxicos y retardante a la llama.

**Tubo metálico.-** Tubos a la vista o sobrepuestos, en lugares no clasificados como peligrosos, deben ser tipo EMT y deben fijarse de forma correcta, de acuerdo a la norma vigente.

Deben cumplir exigencias según las normas IEC 601084- IEC 60439-1 – IEC 60439-2- IEC 60529- IEC 61000-2-4 – IEC 60423- IEC 60614-2-7 – NEMA FG!- UL 85 – UL



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

870- UNE-EN 50086-2-3 – NTC 979- NTC 1630- NTC 3363- NTC 171- NTC 169- NTC 105. Además deben poseer certificado de conformidad de producto Retie.

## **TIPO DE PROYECTO**

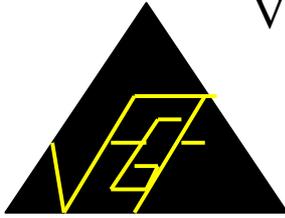
Es un proyecto de tipo redes internas

## **TIPO DE USUARIO**

Usuario oficial

## **LINEA DE MEDIA TENSION**

Debido a la carga, no se requiere montaje de transformador ni red de MT.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## CARGA DE DISEÑO

Para definir la carga de diseño, hallaremos el área total del laboratorio y lo multiplicamos por la densidad de carga asignada a edificios industriales y comerciales según la tabla 220.3.b, obteniendo así la carga de alumbrado general y le sumaremos los valores de potencia de todos los equipos que funcionaran de manera simultánea.

### CARGA DE DISEÑO LABORATORIO DE CAFES ESPECIALES

Para definir la carga de diseño, del alumbrado general, tomaremos el área del recinto incluyendo muros y se multiplicará por la densidad de carga de la NTC-2050/98. Tabla 220.3.b) de la norma NTC 2050/98.

Como es un recinto comercial o industrial, se le aplica una densidad de carga de 22VA/m<sup>2</sup>

$$\text{Area} = A = 11.8 * 6.6 + 6.0 * 3.6 \quad A = 99.5 \text{ m}^2$$

$$\text{Area local laboratorio} = 99.5 \text{ m}^2 -$$

$$\text{Al Gral} = 99.5 \text{ m}^2 * 22 \text{ VA/m}^2$$

$$\text{Al Gral} = 2.189 \text{ VA}$$

Número mínimo de circuitos

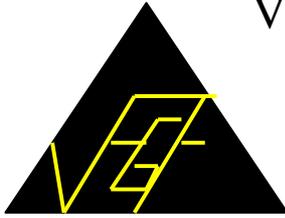
$$I = 2.189 / 1.73 * 0.208 \quad I = 6.08 \text{ A}$$

Se deben distribuir en mínimo 2 circuitos de 15 A cada uno.

### Tablero TL.- (Laboratorio)

Al Gral	2.189 VA
1 Lavadora de tazas (600VA)	600 VA
2 tostadoras 120V-10 A	2.400 VA
2 calentadores de agua-220V- 20 A	8.800 VA
1 zaranda mecánica- 120V- 3 A	360 VA
1 maquina café expreso- 220V-15 A	3.300 VA
1 nevera 400 lts- 120 V	500 VA
1 molino 120V- 10 A	1.200 VA
1 cafetera 2 ltrs por infusión 120V	1.350 VA
Otros	1.600 VA
<b>Total Carga de Diseño TL</b>	<b>22.299 VA</b>

**La carga de diseño del tablero TL es 22.299 VA**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## Acometida a Tablero TL.-

$$P = 22,299 \text{ kva}$$

$$I = 22,299 / 1.73 * 0.220 \quad I = 58.58 \text{ A} \quad I_{sc} = 58.58 * 1.25 \quad I_{sc} = 73.2 \text{ A}$$

La protección general, es un interruptor termomagnético de 3x60 A- 50 KA

$$\%RV = P * L * K$$

$$P = (22,299 * 0.9) \text{ KW} \quad L = 60 \text{ m} \quad K / 4\text{Cu. AWG-THW} = 0.00201 - \text{Codensa}$$

$$\%RV = 20 * 60 * 0.00201$$

$\%RV = 2.4\%$  Caída de voltaje entre punto de derivación y Tablero general.

El cálculo se hace para conductor con aislamiento THW o THWN cuyo aislamiento es para 75°C.

Acometida: (3x4+6)Cu. AWG-THWN+ 6Cu. desnudo. Desde punto de derivación hasta tablero TL. Cable L= 60m. De estos, 21 metros son subterráneos, por ductos de 3" y cajas de inspección existentes. La acometida restante va por ducto conduit galvanizado EMT y ducto galvanizado IMC.

Tubo de esta acometida es de 1.1/2"

## Tablero A.- (Aire acondicionado laboratorio)

2 equipos aire de 21.000 BTU c/u 4.800VA

1 equipo de aire de 18.000 BTU 2.000VA

1 equipo de aire de 9.000 BTU 1.000VA

**Total carga de aires 7.800VA**

## Acometida a Tablero TA.-

$$P = 7.8 \text{ kva}$$

$$I = 7.8\text{Kva} / 1.73 * 0.220 \quad I = 20.49 \text{ A} \quad I_{sc} = 20.49 * 1.25 \quad I_{sc} = 25.6 \text{ A}$$

La protección general, es un interruptor termomagnético de 3x25 A- 50 KA

$$\%RV = P * L * K$$

$$P = (7.8 * 0.9) \text{ KW} \quad L = 60 \text{ m} \quad K / 8\text{Cu. AWG-THW} = 0.00492 - \text{Codensa}$$

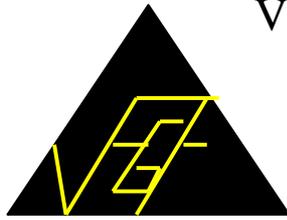
$$\%RV = 7 * 60 * 0.00492$$

$\%RV = 2.0\%$  Caída de voltaje entre punto de derivación y Tablero TA.

El cálculo se hace para conductor con aislamiento THW o THWN cuyo aislamiento es para 75°C.

Acometida: (3x8+8)Cu. AWG-THWN+ 8Cu. desnudo. Desde punto de derivación hasta tablero TL. L= 60m. De estos, 21 metros son subterráneos, por ductos de 3" y cajas de inspección existentes. La acometida restante va por ducto conduit galvanizado EMT y ducto galvanizado IMC.

Tubo de esta acometida es de 1"



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## **CARGA TOTAL LABORATORIO DE CAFÉ UT**

$$S = 22,299 \text{ kva} + 7,8\text{Kva}$$

$$S = 30\text{Kva}$$

$$I = 30 / 1.73 * 0.22 \quad I = 78.82 \text{ A} \quad I_{sc} = 78.82 * 1.25 \quad I_{sc} = 98.5 \text{ A}$$

La protección general, es un interruptor termomagnético de 3x80 A- 50 KA

$$\%RV = P * L * K$$

$$P = (30 * 0.9) \text{ KW} \quad L = 6 \text{ m} \quad K / 2\text{Cu. AWG-THW} = 0.00131 - \text{Codensa}$$

$$\%RV = 27 * 6 * 0.00131$$

$\%RV = 0.21\%$  Caída de voltaje entre Transformador y gabinete tipo AE311, desde el cual se derivan las dos acometidas.

El cálculo se hace para conductor con aislamiento THW o THWN cuyo aislamiento es para 75°C.

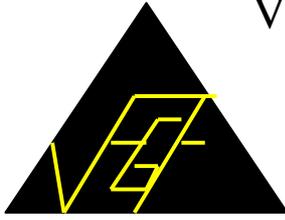
Acometida: (3x2+4)Cu. AWG-THWN+ 4Cu. Desnudo. Tubo es de 2" PVC.

## **EQUIPO DE MEDIDA**

**Las redes eléctricas en la Universidad del Tolima, tienen equipo de medida en media tensión.**

## **PLANTA DE EMERGENCIA**

**En este caso no se considera la necesidad de una planta de emergencia. Es opcional.**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## CALCULO ECONOMICO DE CONDUCTORES

### RED DE BT

**Conformada por dos acometidas. Una para el tablero TL en cable (3No.4+6)Cu.awg-thwn+ 6Cu. Desnudo. La otra para el tablero de aire acondicionado TA en cable (3No.8+8)Cu.awg-Thwn+8Cu. Desnudo.**

#### **Acometida a TL. (3No.4+6)Cu.awg-thwn+ 6Cu**

La resistencia del conductor de cobre no. 4AWG en ohmios por kilómetro a 20°C, es de 0.817 ohmios/Km, o sea 0.000817ohmios/m. Ver Retie tabla 20.2.2.

La ciudad de Ibagué, tiene una temperatura que oscila entre los 17°C y los 28°C, por lo cual podemos tomar una temperatura del caso desfavorable a 28°C.

La fórmula para hallar la resistencia a otras temperaturas es:

$$R_2 = R_1[1+a(T_2 - t_1)] \quad a = 0.000323 \text{ para Cu, y } a=0.0033 \text{ para el Al.}$$

#### **Resistencia a 28°C para Cable de cobre 4AWG.-**

$$R_2 = 0.817[1+0.000323(28-20)]\Omega/\text{Km} = 0.819 \Omega/\text{Km} = 0.000819 \Omega/\text{m}$$

$$R_2 = 0.000819 \Omega/\text{m}$$

**Pérdidas.-** Las pérdidas de energía eléctrica en un conductor, se pueden evaluar con la fórmula:

$$E = N \cdot R \cdot I_m^2 \cdot L \cdot T \quad \text{donde:}$$

N= Número de conductores del sistema (2 para bifásico y 3 para trifásico)

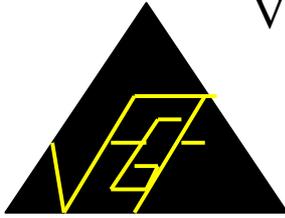
E = Energía gastada por el conductor en forma de calor, en Vatios (W)

R= Resistencia propia del tramo de conductor en ohmios ( $\Omega$ )

$I_m$ = Corriente máxima que pasara por el conductor

L = Longitud del conductor donde circula  $I_m$  (Del arranque al primer trafo)

T = Tiempo durante el cual se estima el paso de esta corriente



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## A.- Tramo de acometida trifásica.-

$$P = 22,299 * 0.9 \text{KW} \quad P = 20 \text{KW}$$

$$L = 60 \text{m} \quad \text{Conductor cobre 4AWG}$$

$$I = 20 / 1.73 * 0.22 \quad I = 52.54 \text{ A}$$

$$E1 = 3 * R * I^2 * T \quad R/m = 0.000819 \Omega/m \quad I_m = 52.54 \text{ A} \quad T = 1 \text{ hora} \quad L = 60 \text{m}$$

$$R1 = 0.000819 \Omega/m * 60 \text{m} \quad R = 0.049 \Omega$$

$$E1 = 3 * 0.049 \Omega * (52.54)^2 \text{A}^2 * 1 \text{H} \quad E1 = 406 \text{ WH} \quad \text{Energía gastada por el conductor, a plena carga durante 1 hora.}$$

$$\% \text{Perdidas} = (406 \text{W} / 20.000 \text{W}) * 100 = (406 / 20.000) * 100 = 0.0203 * 100 - \text{Es el } 2\% \text{ respecto a la carga de diseño.}$$

$$E_t = 406 \text{WH} \quad W_t = 0.406 \text{KWH} \text{ Por hora}$$

**Análisis económico.-** Tenemos las pérdidas totales en 1 hora, operando a plena carga, pero sabemos que los equipos y personal no operan las 24 horas a plena carga, que hay sobrediseño con la forma actual de diseñar. Vamos a tomar un promedio de 8 horas de trabajo a plena carga.

$$E_t = (0.406 \text{KW/H}) * 8 \text{H} \quad E_t = 3.24 \text{KWH-día}$$

$$\text{Valor KWH en tarifa 1} = \$565$$

$$\text{Costo día por perdidas} = 3.24 \text{KWH-d} * 565 = \$1.830,6$$

**Costo día por perdidas= \$1.830,6**

## Acometida a TA. (3No.8+8)Cu.awg-thwn+ 8Cu

La resistencia del conductor de cobre no. 8AWG en ohmios por kilómetro a 20°C, es de 2.06 ohmios/Km, o sea 0.00206 ohmios/m. Ver Retie tabla 20.2.2.

La ciudad de Ibagué, tiene una temperatura que oscila entre los 17°C y los 28°C, por lo cual podemos tomar una temperatura del caso desfavorable a 28°C.

La fórmula para hallar la resistencia a otras temperaturas es:



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

$$R_2 = R_1[1+a(T_2 - t_1)] \quad a = 0.000323 \text{ para Cu, y } a=0.0033 \text{ para el Al.}$$

## Resistencia a 28°C para Cable de cobre 8AWG.-

$$R_2 = 2.06[1+0.000323(28-20)]\Omega/\text{Km} = 2.065 \Omega/\text{Km} = 0.002065 \Omega/\text{m}$$

$$R_2 = 0.002065 \Omega/\text{m}$$

**Pérdidas.-** Las pérdidas de energía eléctrica en un conductor, se pueden evaluar con la fórmula:

$$E = N \cdot R \cdot I_m^2 \cdot L \cdot T \quad \text{donde:}$$

N= Número de conductores del sistema (2 para bifásico y 3 para trifásico)

E = Energía gastada por el conductor en forma de calor, en Vatios (W)

R= Resistencia propia del tramo de conductor en ohmios ( $\Omega$ )

$I_m$ = Corriente máxima que pasara por el conductor

L = Longitud del conductor donde circula  $I_m$  (Del arranque al primer trafo)

T = Tiempo durante el cual se estima el paso de esta corriente

## A.- Tramo de acometida trifásica.-

$$P = 7.8 \cdot 0.9 \text{KW} \quad P = 7 \text{KW}$$

$$L = 60 \text{m} \quad \text{Conductor cobre 4AWG}$$

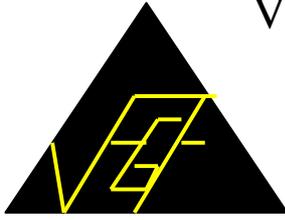
$$I = 7.8 / 1.73 \cdot 0.22 \quad I = 20.49 \text{ A}$$

$$E_1 = 3 \cdot R \cdot I_m^2 \cdot T \quad R/\text{m} = 0.002065 \Omega/\text{m} \quad I_m = 20.49 \text{ A} \quad T = 1 \text{ hora} \quad L = 60 \text{m}$$

$$R_1 = 0.002065 \Omega/\text{m} \cdot 60 \text{m} \quad R = 0.1239 \Omega$$

$$E_1 = 3 \cdot 0.1239 \Omega \cdot (20.49)^2 \text{A}^2 \cdot 1 \text{H} \quad E_1 = 156 \text{ WH} \quad \text{Energía gastada por el conductor, a plena carga durante 1 hora.}$$

$$\% \text{Pérdidas} = (156 \text{W} / 7.000 \text{W}) \cdot 100 = 0.02228 \cdot 100 - \text{Es el 2.2\% respecto a la carga de diseño.}$$



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

$E_t = 156WH$      $W_t = 0.156KWH$  Por hora

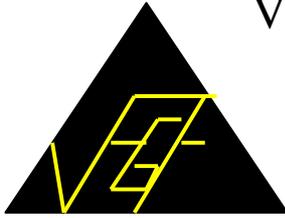
**Análisis económico.-** Tenemos las pérdidas totales en 1 hora, operando a plena carga, pero sabemos que los equipos y personal no operan las 24 horas a plena carga, que hay sobrediseño con la forma actual de diseñar. Vamos a tomar un promedio de 8 horas de trabajo a plena carga.

$E_t = (0.156KW/H) * 8H$      $E_t = 1,248KWH-dia$

Valor KWH en tarifa 1 = \$565

Costo día por perdidas =  $1,248KWH-d * 565 = \$705$

**Costo día por perdidas= \$705**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## CALCULO DE ILUMINACION

El cálculo de iluminación se hace considerando, que hay áreas diferentes y en cada una de ellas se debe tener en cuenta los niveles de iluminancia necesarios de acuerdo a la labor efectuada, la uniformidad, que debe ser mayor o igual al 40%, el deslumbramiento UGR y la eficiencia energética de la instalación.

Como este laboratorio es un lugar destinado al procesamiento técnico del grano de café, desde la selección, limpieza del grano, tostado, etc, hasta obtener la bebida, lo asimilaremos a la INDUSTRIA ALIMENTICIA, contemplada en la Tabla 410.1 de Retilap.

En el área de catación y área social las consideraremos como áreas generales de trabajo, cuya iluminancia promedio debe ser de  $E_m = 300$  Lux. El área de análisis físico requiere  $E_m = 500$  Lux y el área de preparación necesita unos 300 Lux. Por ser áreas pequeñas y estar integradas, sin división, las tratamos con igual requerimiento luminoso de  $E_m = 500$  Lux. La oficina necesita  $E_m = 500$  Lux.

En el cálculo de iluminación tendremos en cuenta:

- Iluminancia. Este valor no puede ser inferior a la iluminancia promedio ( $E_m$ ), establecida por RETYLAP, cuyos valores se darán más adelante. Tab. 410-1
- Uniformidad.- No puede ser inferior a lo establecido en la Tabla 410.4.
- Deslumbramiento.- No podrá ser superior a lo contemplado en la tabla 410.1

## Eficiencia Energética de la instalación

De acuerdo a RETYLAP, la eficiencia energética se expresa en Watts/m<sup>2</sup> por cada 100 luxes. Tabla 440.1

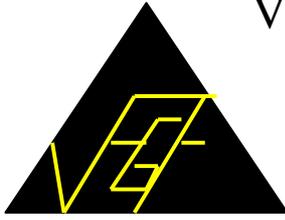
$$VEEI = P \times 100 / S \times E_m$$

P = Potencia total instalada en bombillas más los equipos auxiliares, incluyendo pérdidas.

S = Superficie iluminada en M<sup>2</sup>

$E_m$  = Iluminancia horizontal en Lux.

De acuerdo a la exigencia lumínica del local, se debe consultar la tabla 440.1 límites de la VEEI.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## NIVELES DE ILUMINANCIA REQUERIDOS

- ✓ Area de catación necesita entre 200Lux y 500Lux. Se elige  $E_m = 300\text{Lux}$
- ✓ Area de preparación y análisis físico. Debe estar entre 300Lux y 750Lux. Se elige  $E_m = 500\text{ Lux}$
- ✓ Area social. Entre 200 Lux y 500 Lux.  $E_m = 300\text{ Lux}$
- ✓ Administración. Entre 300Lux y 750Lux.  $E_m = 500\text{ Lux}$
- ✓ Bodega necesita entre 100 y 200 Lux.  $E_m = 150\text{ Lux}$
- ✓ Baños entre 100Lux y 200 Lux.  $E_m = 150\text{ Lux}$

## AREA DE CATAACION

### Consideraciones sobre el local.-

Es una zona donde se hace la prueba sabores y degustación de la bebida.

Además de la iluminancia, se debe cumplir con el criterio de uniformidad y deslumbramiento y eficiencia energética.

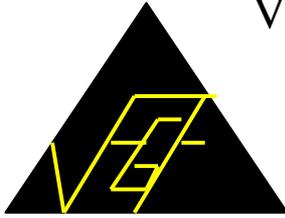
## CRITERIOS GENERALES DEL CÁLCULO.

Sin importar el método de cálculo, es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- Debido a la baja altura del local (2.8 m), es necesario elegir un tipo de luminaria adecuado, para proporcionar la iluminancia requerida y minimizar el deslumbramiento.
- Se debe garantizar el concepto de la uniformidad.
- Se elige el tipo de iluminación directo, el cual solo proporciona el 45% del flujo luminoso sobre el plano útil de trabajo. El resto de flujo lumínico es absorbido por la misma luminaria, paredes, techo y objetos ubicados dentro del local.

La gran mayoría de las lámparas disminuyen su flujo luminoso inicial entre un 5% y 10% en las primeras 100 horas de trabajo. Las lámparas escogidas tienen una vida útil de 30.000 horas. Esto nos indica que aproximadamente a los 13 años su flujo luminoso ha disminuido un 30% y deben ser reemplazadas.

- El factor de mantenimiento, es muy importante y el propietario debe acatar las recomendaciones dadas en este sentido en el diseño, pues el ensuciamiento de pisos, paredes, techos y luminarias, afectan poderosamente el nivel de iluminancia en el local.
- Cada diseño de iluminación en realidad es un sobre diseño, que se hace necesario, para cumplir con la iluminancia exigida, hasta el final de la vida útil de las bombillas.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## Dimensiones del local.-

Largo = 6.4m

Ancho = 3.7m

Alto = 2.8m

**Uso de área de local.-** Zona para que los catadores hagan su labor de prueba y degustación de la bebida.

**Tarea visual.-** Visualización general, lectura de documentos.

Color de techo es claro-

Color de paredes es blanco

Color de piso claro

**Necesidad lumínica del local.-** De acuerdo a la tabla 410.1 de RETILAP, estas áreas generales necesitan una iluminancia media  $E_m = 300 \text{ Lux}$ .

**Índice del local (K).-** El índice del local es un parámetro que depende completamente de las dimensiones del local y la altura de montaje de las luminarias sobre el plano de trabajo.

$$K = 5h(L+A)/L*A$$

$$L = 6.4m \quad A = 3.7m \quad H = 2.8m \quad H_{pt} = 0.75 \quad h=H-H_{pt} \quad h = 2.8-0.75 \quad h = 2.05m$$

$$K = 5*2.05*(6.4+3.7)/6.4*3.7 \quad K = 4.37$$

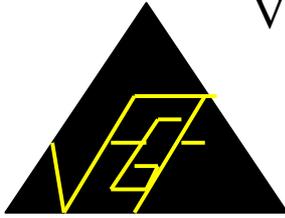
**Factor de utilización(u).-** Con el índice del local K y las características reflectivas de piso, techo y paredes, vamos a tablas de fabricantes de luminarias y hallamos el factor de utilización.

**Tipo de luminaria.-** Para este tipo de iluminación a baja altura (2.8m), elegimos un tipo de aparato de iluminación DIRECTA. La lámpara PANEL LED SQDL50H-26994 – de Sylvania, tiene un flujo luminoso de 3.600 lúmenes y un consumo de 40W.

Color paredes----- Blanco

Color piso..... Claro

Color techo.....Claro



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

De las tablas de factor de utilización del fabricante, tomamos un valor de 1.02, un factor de mantenimiento de 1.0, para un ensuciamiento normal.

Factor de utilización (u) = 1.02

Factor de mantenimiento (d) = 1.0

Luz Natural.- Es posible que en el día no sea necesario encender todas las luminarias, pues por las ventanas se filtra la luz natural, sin embargo el cálculo se hace sin tener en cuenta la incidencia de la luz natural.

La forma de apagado de las luminarias si tiene en cuenta la incidencia de la luz natural. Se apagan en filas paralelas a las ventanas.

## Calculo de cantidad mínima de luminarias

$$\Phi_t = E_m * A * L * d / u$$

$$\Phi = 300 * (6.4 * 3.7) m^2 * 1.0 / 1.02$$

$\Phi = 6.964$  lúmenes La luminaria PANEL LED SQDL50H-26994 – de Sylvania, tiene un flujo luminoso de 3.600 lúmenes y un consumo de 40W.

$$N = \Phi_t / \Phi_l \quad N = 6.964 / 3.600 \quad N = 1.93 \quad \text{luminarias Led de 3.600 lúmenes}$$

Debido a la Forma del local, elegimos 2 luminarias para iluminar este local.

Este es un cálculo aproximado para usar el programa Relux.

Estas luminarias son de incrustar en cielo raso o de suspender.

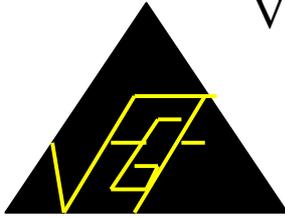
## Distribución de las lámparas en el local

De la distribución de los aparatos de alumbrado en el área del local, depende la uniformidad de la iluminación de dicho local. Dependiendo del tipo de aparato de alumbrado (luminaria), su abertura y de la altura de montaje, depende la forma en que se cortan los haces luminosos, de lo cual depende una mayor o menor cantidad de zonas oscuras o su ausencia total.

Si denominamos (e) como la distancia horizontal entre dos luminarias consecutivas y (h) la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo, y la uniformidad de la iluminación, es función de la relación e/h.

Para este tipo de luminaria se toma la relación

$$e/h < 1.5 \quad e < 1.5h \quad e < 1.5 * 2.05 \quad e < 3.0m$$



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

Quiere decir que la distancia horizontal entre dos aparatos consecutivos debe ser menor de 3m, para logra una uniformidad aceptable. Se debe entender, que este es el límite; si dejamos los aparatos más juntos, más uniforme será la iluminación del local, pero se aumentará el número de lámparas.

Como ya sabemos el número de lámparas total, vamos a hacer una distribución tentativa y luego se comprueba, si cumple con la anterior relación.

Las luminarias de los extremos se ubican de acuerdo a:

$$e < e/2 \quad e < 3/2 \quad e < 1.5m$$

Tenemos un total de 2 luminarias en el local.

Vamos a distribuir en una fila de 2 luminarias. Así tenemos un total de 2 luminarias para iluminar el área considerada. De acuerdo a esta distribución, nos da una distancia horizontal (e) en sentido longitudinal de 3.4 m. Este valor está por cerca del límite de 3m. Las lámparas de las esquinas están a 1.5m de una pared y a 1.85m de la otra.

## **Iluminancia horizontal resultante**

$$E_m = N \cdot \Phi_u / A \cdot L \cdot d \quad E_m = 2 \cdot 3600 \cdot 1.02 / (6.4 \cdot 3.7) \cdot 1.0 \quad E_m = 310 \text{ Lux}$$

Vemos que la iluminancia media está muy cerca de los 100 lux exigidos.

Es cálculo aproximado para usar el programa.

## **Eficiencia energética VEEI**

$$VEEI = P \cdot 100 / S \cdot E_m \quad VEEI = 2 \cdot 40 \cdot 100 / (6.4 \cdot 3.7) \cdot 310 \quad VEEI = 1.08 \text{ W/m}^2$$

Este valor está dentro de los valores permisibles para este tipo locales, en la tabla 440.1 de RETYLAP- grupo 1, cuyo máximo valor permitido es de 4.0W/m<sup>2</sup>.

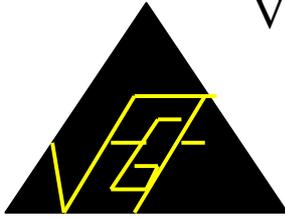
## **Deslumbramiento (UGR)**

El cálculo efectuado con el programa Relux de Philips, arroja un deslumbramiento de 19.3 y lo permitido en este caso según la Tabla 410.1 de Retilap 2010 es de 25.

Igual proceso se sigue para el cálculo en área social.

Como el nivel lumínico también es de 300 Lux, tomamos la densidad de metros cuadrados por luminaria del área de catación y lo aplicamos al área social.

$$M^2/lamp. = 6.4 \cdot 3.7 / 2 = 11.84 \text{ m}^2/lamp.$$



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

El área social tiene un área de:

$$A = 4.9 \times 3.15 = 15.43 \text{m}^2$$

$N = A/M^2/\text{lamp} = 15.43/11.84 \quad N = 1.3$  Debido a la forma del local, elegimos 2 luminarias para este lugar.

Este es un cálculo aproximado y sirve para alimentar el programa relux.

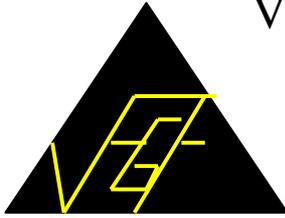
## AREA DE PREPARACION Y ANALISIS FISICO

El local tiene una longitud de 5.8m y 3.15m de ancho. Se tiene una altura de techo de 2.8 metros hasta el cielo raso. De acuerdo a RETILAP, estas zonas deben tener una iluminancia promedio de 500 Lux.

## CRITERIOS GENERALES DEL CALCULO.

Sin importar el método de cálculo, es necesario hacer las siguientes consideraciones:

- Debido a la baja altura del local (2.8 m), es necesario elegir un tipo de luminaria adecuado, para proporcionar la iluminancia requerida y minimizar el deslumbramiento.
- Se debe garantizar el concepto de la uniformidad.
- Se elige el tipo de iluminación directo tipo led, el cual proporciona el 90% del flujo luminoso sobre el plano útil de trabajo. El resto de flujo lumínico es absorbido por paredes, techo y objetos ubicados dentro del local.
- La gran mayoría de las lámparas disminuyen su flujo luminoso inicial entre un 5% y 10% en las primeras 100 horas de trabajo. Las lámparas escogidas tienen una vida útil de 50.000 horas. Esto nos indica que aproximadamente a los 13 años su flujo luminoso ha disminuido un 30% y deben ser reemplazadas.
- El factor de mantenimiento, es muy importante y el propietario debe acatar las recomendaciones dadas en este sentido en el diseño, pues el ensuciamiento de pisos, paredes, techos y luminarias, afectan poderosamente el nivel de iluminancia en el local. Esto es todavía más crítico en lugares donde la actividad desarrollada genera partículas que se depositan sobre las superficies, tal es el caso de talleres de carpintería, pintura etc.
- Cada diseño de iluminación en realidad es un sobrediseño, que se hace necesario, para cumplir con la iluminancia exigida, hasta el final de la vida útil de las bombillas.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## **Dimensiones del local.-**

Largo = 5.8

Ancho = 3.15 m

Alto = 2.8m

**Uso.-** Proceso de selección, tostado, molido, preparación y análisis físico del café, etc.

**Tarea visual.-** visualización normal, para observar el proceso y efectuar las labores pertinentes.

Color de techo es claro

Color de paredes es blanco

Color de piso es claro-

**Necesidad lumínica del local.-** De acuerdo a la tabla 410.1, estos laboratorios necesitan una iluminancia promedio de **500 Lux**.

**Índice del local (K).-** El índice del local es un parámetro que depende completamente de las dimensiones del local y la altura de montaje de las luminarias sobre el plano de trabajo.

$$K = 5h(L+A)/L*A$$

## **Índice de local tipo**

$$L = 5.8m \quad A = 3.15m \quad H = 2.8m \quad H_{pt} = 0.75 \quad h=H-H_{pt} \quad h = 2.8-0.75 \quad h = 2.05m$$

$$K = 5*2.05(5.8+3.15)/5.8*3.15 \quad K = 5.0$$

**Factor de utilización(u).-** Con el índice del local K y las características reflectoras de piso, techo y paredes, vamos a tablas de fabricantes de luminarias y hallamos el factor de utilización.

**Tipo de luminaria.-** Para este tipo de iluminación a poca altura (menos de 4m), elegimos un tipo de aparato de iluminación DIRECTA tipo Led interior.

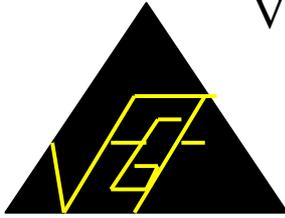
Color paredes----- Blanco

Color piso..... Claro

Color techo.....Claro

El techo se tiene en cuenta, pues el reflector de la luminaria es de distribución difusa.

---



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

La eficiencia de estas luminarias tipo led es del 100%

De las tablas de factor de utilización del fabricante, tomamos un valor de 0.9, para un factor de mantenimiento de 1.0.

Factor de utilización (u) = 0.9

Factor de depreciación (d) = 1.0

Luz Natural.- Es posible que en el día no sea necesario encender todas las luminarias, pues por las ventanas se filtra la luz natural, sin embargo el cálculo se hace sin tener en cuenta la incidencia de la luz natural.

## Calculo de cantidad mínima de luminarias

$\Phi_t = E_m * A * L * d / u$   $E_m =$  Iluminancia media = 500Lux

$\Phi = 500 * 5.8 * 3.15m^2 * 1.0 / 0.9$

$\Phi = 10.150$  lúmenes La lámpara Panel led SQDL 50H – de Sylvania, tiene un flujo luminoso de 3.600 lúmenes y un consumo de 40W.

$N = \Phi_t / \Phi$   $N = 10.150 / 3.600$   $N = 2.8$  lámparas  $N = 3$

## Distribucion de las lámparas en el local

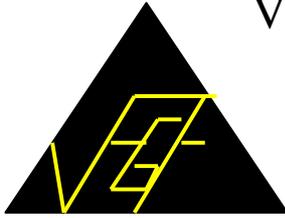
De la distribución de los aparatos de alumbrado en el área del local, depende la uniformidad de la iluminación de dicho local. Dependiendo del tipo de aparato de alumbrado (luminaria), su abertura y de la altura de montaje, depende la forma en que se cortan los haces luminosos, de lo cual depende una mayor o menor cantidad de zonas oscuras o su ausencia total.

Si denominamos (e) como la distancia horizontal entre dos luminarias consecutivas y (h) la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo, y la uniformidad de la iluminación, es función de la relación e/h.

Para este tipo de luminaria se toma la relación

$e/h < 1.5$   $e < 1.5h$   $e < 1.5 * 2.05$   $e < 3.0m$

Quiere decir que la distancia horizontal entre dos aparatos consecutivos debe ser menor de 3m, para logra una uniformidad aceptable. Se debe entender, que este es el límite; si dejamos los aparatos más juntos, más uniforme será la iluminación del local, pero se aumentará el número de lámparas.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

Como ya sabemos el número de lámparas total, vamos a hacer una distribución tentativa y luego se comprueba, si cumple con la anterior relación.

Las luminarias de los extremos se ubican de acuerdo a:

$$e < e/2 \quad e < 3/2 \quad e < 1.5m$$

Tenemos un total de 3 luminarias para el área.

Vamos a distribuir en una fila de 3 luminarias. (ver planos). Así tenemos un total de 3 luminarias para iluminar este local. De acuerdo a esta distribución, nos da una distancia horizontal (e) en sentido longitudinal de 2.25m. Este valor está por debajo del límite de 2.3m. Las lámparas de las esquinas están a 1.3m de las paredes.

## **Iluminancia horizontal resultante**

$$E_m = N \cdot \Phi_u / A \cdot L \cdot d \quad E_m = 3 \cdot 3.600 \cdot 0.9 / 5.8 \cdot 3.15 \cdot 1.0 \quad E_m = 532 \text{ Lux}$$

Vemos que la iluminación está muy cerca de los 500 Lux exigidos.

## **Eficiencia energética VEEI**

$$VEEI = P \cdot 100 / S \cdot E_m \quad VEEI = 3 \cdot 40W \cdot 100 / 5.8 \cdot 3.15 \cdot 532 \quad VEEI = 1.23W/m^2$$

Este valor está dentro de los valores permisibles para este tipo de locales, en la tabla 440.1 de RETYLAP- grupo 1, cuyo máximo valor permitido es de 4.0W/m<sup>2</sup>.

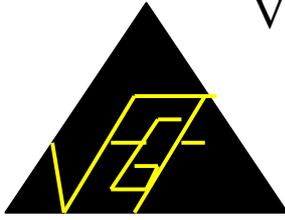
## **Deslumbramiento (UGR)**

**El nivel de deslumbramiento se muestra en el cálculo efectuado con el programa RELUX PRO, para interiores. El cálculo se hace con una lámpara igual y un aparato de alumbrado similar.**

El nivel de deslumbramiento UGR, permitido por la norma para este tipo de locales, es de máximo 25 y el cálculo está en 19.

Se anexa cálculo efectuado con el programa Relux Pro.

Este mismo cálculo se hace extensivo a las demás oficinas y lugares de este edificio, que requieren 500 Lux de Iluminancia.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

$$M2/Lamp. = 5.8 * 3.15 / 3 = 6.09 m^2 / lamp$$

Area de oficina es :

$$A = 2.9 * 2 = 5.8 m^2$$

$N = 5.8 / 6.09$     $N = 0.95$     $N = 1$  Una luminaria Panel led SQDL 50H – de Sylvania para la oficina.

## PASILLO

### Dimensiones del local.-

Largo = 6.4

Ancho = 1.0 m

Alto = 2.8m

**Uso.-** Pasillo de acceso a las áreas de trabajo, etc.

**Tarea visual.-** visualización normal, para caminar.

Color de techo es claro

Color de paredes es blanco

Color de piso es claro-

**Necesidad lumínica del local.-** De acuerdo a la tabla 410.1, los pasillos y áreas comunes necesitan una iluminancia promedio de **100 Lux**.

**Índice del local (K).-** El índice del local es un parámetro que depende completamente de las dimensiones del local y la altura de montaje de las luminarias sobre el plano de trabajo.

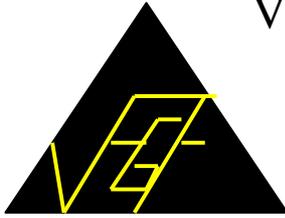
$$K = 5h(L+A)/L * A$$

### Índice de local tipo

$$L = 6.4m \quad A = 1.0m \quad H = 2.8m \quad H_{pt} = 0.75 \quad h = H - H_{pt} \quad h = 2.8 - 0.75 \quad h = 2.05m$$

$$K = 5 * 2.05(6.4 + 1.0) / 6.4 * 1 \quad K = 11.85$$

**Factor de utilización(u).-** Con el índice del local K y las características reflectoras de piso, techo y paredes, vamos a tablas de fabricantes de luminarias y hallamos el factor de utilización.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

**Tipo de luminaria.-** Para este tipo de iluminación a poca altura (menos de 4m), elegimos un tipo de aparato de iluminación DIRECTA tipo Led interior.

Color paredes----- Blanco

Color piso..... Claro

Color techo.....Claro

El techo se tiene en cuenta, pues el reflector de la luminaria es de distribución difusa.

La eficiencia de estas luminarias tipo led es del 100%

De las tablas de factor de utilización del fabricante, tomamos un valor de 0.6, un factor de mantenimiento de 1.0.

Factor de utilización (u) = 0.6

Factor de depreciación (d) = 1.0

Luz Natural.- Es posible que en el día no sea necesario encender todas las luminarias, pues por las ventanas se filtra la luz natural, sin embargo el cálculo se hace sin tener en cuenta la incidencia de la luz natural.

## **Calculo de cantidad mínima de luminarias**

$\Phi_t = E_m \cdot A \cdot L \cdot d / u$   $E_m =$  Iluminancia media = 150Lux

$\Phi = 100 \cdot 6.4 \cdot 1.0 \text{m}^2 \cdot 1.0 / 0.6$

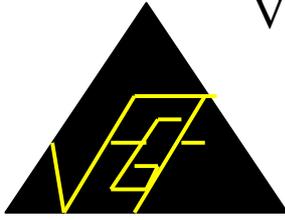
$\Phi = 1.067$  lúmenes La lámpara Led Ceiling Light MX501 – de Sylvania, tiene un flujo luminoso de 1.200 lúmenes y un consumo de 16W.

$N = \Phi_t / \Phi$   $N = 1067 / 1200$   $N = 0.88$  lámparas  $N = 1$

Debido a la forma del local, elegimos 2 luminarias.

## **Distribución de las lámparas en el local**

De la distribución de los aparatos de alumbrado en el área del local, depende la uniformidad de la iluminación de dicho local. Dependiendo del tipo de aparato de alumbrado (luminaria), su abertura y de la altura de montaje, depende la forma en que se cortan los haces luminosos, de lo cual depende una mayor o menor cantidad de zonas oscuras o su ausencia total.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

Si denominamos (e) como la distancia horizontal entre dos luminarias consecutivas y (h) la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo, y la uniformidad de la iluminación, es función de la relación e/h.

Para este tipo de luminaria se toma la relación

$$e/h < 1.5 \quad e < 1.5h \quad e < 1.5 * 2.05 \quad e < 3m$$

Quiere decir que la distancia horizontal entre dos aparatos consecutivos debe ser menor de 3m, para logra una uniformidad aceptable. Se debe entender, que este es el límite; si dejamos los aparatos más juntos, más uniforme será la iluminación del local, pero se aumentará el número de lámparas.

Como ya sabemos el número de lámparas total, vamos a hacer una distribución tentativa y luego se comprueba, si cumple con la anterior relación.

Las luminarias de los extremos se ubican de acuerdo a:

$$é < e/2 \quad é < 3/2 \quad é < 1.5m$$

Tenemos un total de 2 luminarias para el área.

Vamos a distribuir en una fila de 2 luminarias. (ver planos). Asi tenemos un total de 2 luminarias para iluminar este local. De acuerdo a esta distribución, nos da una distancia horizontal (e) en sentido longitudinal de 3.4 m. Este valor está cerca del límite de 3m. Las lámparas de las esquinas están a 1.5m de las paredes.

## **Iluminancia horizontal resultante**

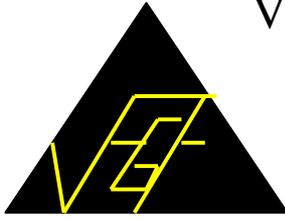
$$Em = N * \Phi * u / A * L * d \quad Em = 2 * 1200 * 0.6 / 6.4 * 1.0 * 1.0 \quad Em = 225 \text{ Lux}$$

Vemos que la iluminación está por encima de los 100 Lux exigidos.

## **Eficiencia energética VEEI**

$$VEEI = P * 100 / S * Em \quad VEEI = 2 * 16W * 100 / 6.4 * 225 \quad VEEI = 2.2W/m^2$$

Este valor está dentro de los valores permisibles para este tipo locales, en la tabla 440.1 de RETYLAP- grupo 1, cuyo máximo valor permitido es de 4.2W/m<sup>2</sup>.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## **Deslumbramiento (UGR)**

**El nivel de deslumbramiento se muestra en el cálculo efectuado con el programa RELUX PRO, para interiores. El cálculo se hace con una lámpara igual y un aparato de alumbrado similar.**

El nivel de deslumbramiento UGR, permitido por la norma para este tipo de locales, es de máximo 28 y el cálculo está en 18.6.

Se anexa cálculo efectuado con el programa Relux Pro.

Este mismo cálculo se hace extensivo a los demás lugares que requieren 100 Lux de Iluminancia en este edificio.

## **BAÑOS**

### **Dimensiones del local.-**

Largo = 3.4m

Ancho = 3.0m

Alto = 2.8m

**Uso.-** Cuartos de aseo personal.

**Tarea visual.-** visualización normal, para caminar.

Color de techo es claro

Color de paredes es blanco

Color de piso es claro-

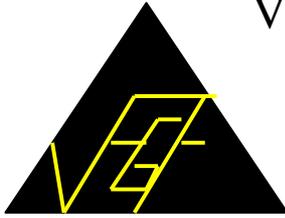
**Necesidad lumínica del local.-** De acuerdo a la tabla 410.1, los baños necesitan una iluminancia promedio de **150 Lux**.

**Índice del local (K).-** El índice del local es un parámetro que depende completamente de las dimensiones del local y la altura de montaje de las luminarias sobre el plano de trabajo.

$$K = 5h(L+A)/L * A$$

### **Índice de local tipo**

---



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

$$L = 3.4m \quad A = 3.0m \quad H = 2.8m \quad H_{pt} = 0.75 \quad h = H - H_{pt} \quad h = 2.7 - 0.75 \quad h = 2.05m$$

$$K = 5 * 2.05(3.4 + 3.0) / 3.4 * 3 \quad K = 6.4$$

**Factor de utilización(u).**- Con el índice del local K y las características reflectoras de piso, techo y paredes, vamos a tablas de fabricantes de luminarias y hallamos el factor de utilización.

**Tipo de luminaria.**- Para este tipo de iluminación a poca altura (menos de 4m), elegimos un tipo de aparato de iluminación DIRECTA tipo Led interior.

Color paredes----- Blanco

Color piso..... Claro

Color techo.....Claro

El techo se tiene en cuenta, pues el reflector de la luminaria es de distribución difusa.

La eficiencia de estas luminarias tipo led es del 100%

De las tablas de factor de utilización del fabricante, tomamos un valor de 0.7, un factor de mantenimiento de 1.0.

Factor de utilización (u) = 0.7

Factor de depreciación (d) = 1.0

## Calculo de cantidad mínima de luminarias

$$\Phi_t = E_m * A * L * d / u \quad E_m = \text{Iluminancia medida} = 500 \text{Lux}$$

$$\Phi = 150 * 3.4 * 3.0 \text{m}^2 * 1.0 / 0.7$$

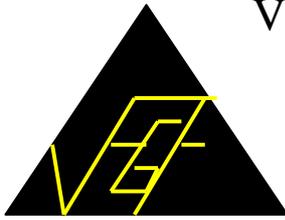
$\Phi = 2.186$  lúmenes La lámpara Led Ceiling Light MX501 – de Sylvania, tiene un flujo luminoso de 1.200 lúmenes y un consumo de 16W.

$$N = \Phi_t / \Phi \quad N = 2.186 / 1.200 \quad N = 1.8 \text{ lámparas} \quad N = 2$$

A causa de la forma y distribución de los baños, elegimos 4 luminarias para iluminar de forma eficiente esta área. Dos para la sección masculina y femenina y dos para el área común.

## Distribucion de las lámparas en el local

De la distribución de los aparatos de alumbrado en el área del local, depende la uniformidad de la iluminación de dicho local. Dependiendo del tipo de aparato de alumbrado (luminaria), su abertura y de la altura de montaje, depende la forma en que se



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

cortan los haces luminosos, de lo cual depende una mayor o menor cantidad de zonas oscuras o su ausencia total.

Si denominamos (e) como la distancia horizontal entre dos luminarias consecutivas y (h) la altura de la luminaria sobre el plano de trabajo, y la uniformidad de la iluminación, es función de la relación e/h.

Para este tipo de luminaria se toma la relación

$$e/h < 1.5 \quad e < 1.5h \quad e < 1.5 * 2.05 \quad e < 3m$$

Quiere decir que la distancia horizontal entre dos aparatos consecutivos debe ser menor de 33m, para logra una uniformidad aceptable. Se debe entender, que este es el límite; si dejamos los aparatos más juntos, más uniforme será la iluminación del local, pero se aumentará el número de lámparas.

Como ya sabemos el número de lámparas total, vamos a hacer una distribución tentativa y luego se comprueba, si cumple con la anterior relación.

Las luminarias de los extremos se ubican de acuerdo a:

$$é < e/2 \quad é < 3/2 \quad é < 1.5m$$

Tenemos un total de 4 luminarias para el área.

En este caso se distribuye de forma libre, teniendo en cuenta las divisiones.

## **Iluminancia horizontal resultante**

El área total incluye la zona común dentro de los baños

$$A_t = 3.4 * 3 + 3 * 1.4 = 14.4$$

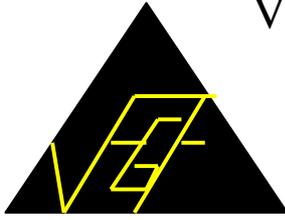
$$E_m = N * \Phi * u / A * L * d \quad E_m = 4 * 1200 * 0.7 / 14.4 * 1.0 \quad E_m = 233 \text{ Lux}$$

Vemos que la iluminación está arriba de los 150 Lux exigidos.

## **Eficiencia energética VEEI**

$$VEEI = P * 100 / S * E_m \quad VEEI = 4 * 16W * 100 / 14.4 * 233 \quad VEEI = 1.9W/m^2$$

Este valor está dentro de los valores permisibles para este tipo locales, en la tabla 440.1 de RETYLAP- grupo 1, cuyo máximo valor permitido es de 4.2W/m<sup>2</sup>.



**VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO**

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

### **Deslumbramiento (UGR)**

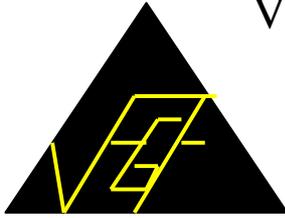
**El nivel de deslumbramiento se muestra en el cálculo efectuado con el programa RELUX PRO, para interiores. El cálculo se hace con una lámpara igual y un aparato de alumbrado similar.**

El nivel de deslumbramiento UGR, permitido por la norma para este tipo de locales, es de máximo 28 y el cálculo está en 16.2.

Se anexa cálculo efectuado con el programa Relux Pro.

Este mismo cálculo se hace extensivo a los demás lugares que requieren 150 Lux de Iluminancia en este edificio.

Se deberá instalar un sistema de alumbrado de emergencia, con lámparas tipo led, con batería recargable, cuya autonomía sea de mínimo 1 hora.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## ANALISIS DE RIESGOS DE ORIGEN ELECTRICO

En toda instalación eléctrica pueden existir riesgos potenciales, que deben identificarse y minimizarse. Los puntos de posible riesgo son:

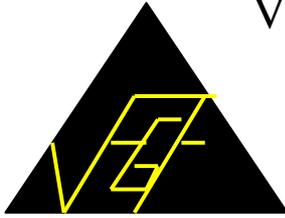
**1.- Gabinete de protecciones AE311.** Es un gabinete metálico para intemperie, con barraje y breakers de protección. Un breaker totalizador y dos breakers para las acometidas de laboratorio y aires acondicionados. Es de frente muerto, al abrir sus puertas, no hay partes energizadas expuestas y además está dentro de un cerramiento en malla eslabonada para aislar la subestación. No hay riesgo de contacto.

**2a.- Acometida de BT subterránea.** Es una parte de acometida bajo tierra, por ductos existentes en el lugar y cajas de distribución existentes. No hay puntos de empalmes. No hay riesgo de contacto.

**2b.- Acometida de BT sobre pared y cielo raso.-** La otra parte de la acometida adosada a la pared, va por ducto conduit galvanizado tipo IMC, si va al exterior del edificio o por ducto conduit EMT, si esta al interior. La parte de acometida que va por cielo raso, va por ducto conduit Schedule 40 y está a 3 metros de alto. No hay posibilidad de contacto.

**3.- Tableros de distribución.-** Son tableros en lámina de hierro, incrustados en la pared, o sobrepuestos, con tapa y donde no hay posibilidad de contacto con partes energizadas.

**4.- Instalaciones internas de uso final.-** Las instalaciones internas deben construirse de acuerdo a la Norma NTC-2050/98, El Retie y Retilap. La calidad de los materiales debe garantizarse mediante la presentación de los respectivos Certificados de conformidad de producto Retie y la calidad técnica de la obra debe garantizarla la ejecución por parte de técnicos y profesionales capacitados y con amplia experiencia en la construcción de obras. **No hay riesgo eléctrico.**



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Córdoba Mz. A Casa 12

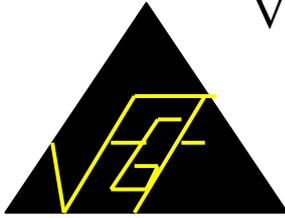
Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Todos los herrajes deben ser galvanizados en caliente
- Los cables de marcas certificadas
- El conductor de la acometida al tablero TL es (3No. 4+6)Cu. AWG-THWN+6-desnudo  $\phi$ 1.1/2" PVC una parte y galvanizado IMC o EMT al final. Desde red BT hasta el Tablero.
- El conductor de la acometida al tablero TA es (3No. 8+8)AWG-THWN+8Cu.  $\phi$ 1" PVC una parte y galvanizado IMC o EMT al final. Desde red BT hasta tabler.
- Todos los circuitos deben estar perfectamente identificados y marcados
- Todos los gabinetes, Tableros y cajas deben estar aterrizados
- Todos los gabinetes, Tableros y cajas deben estar perfectamente identificados
- En lugares como baños, lavamanos, mesones de cocina y demás sitios con fuentes de agua cerca, se deben instalar solo tomacorrientes con protección por falla a tierra GFCI.
- Los tomas a 220V ubicados cerca a lavaplatos, como los calentadores de agua, se deben proteger con un interruptor bipolar diferencial.
- Se deben conservar las distancias de seguridad exigidas por el RETIE
- Los cables utilizados en las redes internas de este laboratorio, deben tener aislamiento con bajo contenido de halógenos o sea AWG-HFFRLS.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

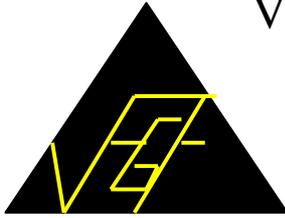
Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

- Los ductos a utilizar serán tuberías plásticas tipo Schedule 40, la cual se puede usar en cielo raso, o tipo EMT si están a la vista.
- Las instalaciones internas deben hacerse, teniendo en cuenta la norma NTC-2050/98 Sección 517, el Reglamento de Instalaciones Eléctricas RETIE y el RETILAP.
- Se deberá disponer de un sistema de iluminación de emergencia, conformado por lámparas tipo led, de consumo entre 5W y 10W, con batería recargable, cuya autonomía sea de mínimo una hora.



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

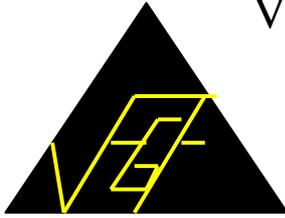
Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

## CANTIDADES DE OBRA

• Gabinete AE311 para alojar totalizador de 3x80 A -50KA, un interruptor termomagnético de 3x70 A-50KA y un interruptor termomagnético de 3x30 A -50KA- Son en caja moldeada. Barraje en platina De Cu. 1/8"x1". Frente muerto.	U	1
• Cárcamo de (0.3x0.6x0.8)m para montar gabinete AE311.	U	1
• Acometida (3No2+4)Cu. Awg-thwn+4, entre trans- Formador y gabinete AE311. Pases en 8 ductos PVC de 3".	Mts	4
• Acometida parcial (3No4+6)Cu. Awg-thwn+6Cu. Desnudo, por ducto existente, desde gabinete AE311 Y caja No. 3.	Mts	22
• Acometida parcial (3No4+6)Cu. Awg-thwn+6Cu. Desnudo, por ducto galv. IMC de 1.1/2", desde caja 3 hasta caja de paso de 40x40x20Cms	Mts	5
• Acometida parcial (3No4+6)Cu. Awg-thwn+6Cu. Desnudo, por ducto galv. EMT de 1.1/2", desde caja de paso de 40x40x20Cms hasta tablero TL.	Mts	27
• Acometida parcial (3No8+8)Cu. Awg-thwn+8Cu. Desnudo, por ducto existente, desde gabinete AE311 Y caja No. 3.	Mts	22
• Acometida parcial (3No8+8)Cu. Awg-thwn+8Cu. Desnudo, por ducto galv. IMC de 1", desde caja 3 hasta caja de paso de 40x40x20Cms	Mts	5
• Acometida parcial (3No8+8)Cu. Awg-thwn+8Cu. Desnudo, por ducto galv. EMT de 1", desde caja de paso de 40x40x20Cms hasta tablero TA.	Mts	27
• Tablero trifásico de 18 circuitos 225 A-240V-5H(3F-N-T)- Espacio para totalizador.	U	1
• Tablero trifásico de 36 circuitos 225 A-240V-5H(3F-N-T)- Espacio para totalizador.	U	1
• Caja de paso metálica de (40x40x20)Cms	U	3
• Salidas para iluminación tipo led	U	17
• Salidas para tomacorriente normal. Ver plano	U	29
• Salidas para tomas GFCI. Ver plano.	U	4
• Luminaria tipo led panel de 40W/3.600 lumenes	U	8



# VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

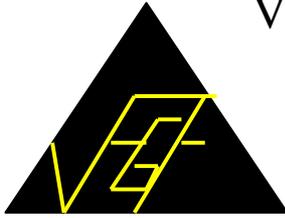
IBAGUE – TOLIMA

- 
- |  |   |   |
|--|---|---|
| • Luminaria tipo led de 16W/1200 lúmenes- Bala               | U | 9 |
| • Salida para luminaria de emergencia. Incluye Lum.          | U | 7 |
| • Salida tomacorriente bifásico 30 A-220V                    | U | 2 |
| • Salida para aire acondicionado y café expreso<br>20 A-220V | U | 5 |

**VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO**

**Ing. Eléctrico**

**MP: 66205-13751**



**VICTOR HUGO GUAYARA FIERRO**

INGENIERO ELECTRICO

U. T. P

Av. Ambalà B/Còrdoba Mz. A Casa 12

Tel: 2667487 Cel. 315-8743116

IBAGUE – TOLIMA

---

## **REGISTRO FOTOGRAFICO**



Detalle de subestación eléctrica y bloque No. 12 Universidad del Tolima.