

# **ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL**

## **ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS**

### **“DISEÑO Y SUPERVISIÓN DE MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTRICO Y DE TELEFONÍA DEL MERCADO CERRADO DEL SALTO EN LATACUNGA”**

**PROYECTO PREVIO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
“TECNÓLOGO EN ELECTROMECAÁNICA”**

**PICHUCHO GONZAGA GLADYS PAMELA**

pamelapimetal@gmail.com

**DIRECTOR: ING. CARLOS ALBERTO CHILUISA RIVERA**

c\_chiluisa\_epn@yahoo.com

**QUITO, ENERO DEL 2014**

## DECLARACIÓN

Yo, Gladys Pamela Pichucho Gonzaga bajo juramento que el trabajo aquí escrito es de mi autoría, que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional, y que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de este documento cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa intelectual vigente.

.....

Pichucho Gonzaga Gladys Pamela

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por: Pichucho Gonzaga Gladys Pamela, bajo mi supervisión.

.....

**Ing. Carlos Chiluisa Rivera**

**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## DEDICATORIA

El presente proyecto de titulación y toda mi carrera universitaria en la carrera de Tecnología Electromecánica está dedicado a:

Toda mi familia, en especial a mi MAMI LULY por darme su apoyo incondicional en todo momento, por ser uno de los pilares más importantes en mi vida, por sus sabios consejos que siempre me han sabido guiar, por cuidar de mí y de mis hermanos con la suficiente entrega y entereza, te amo mamita.

A mi compañero de carrera y de vida, mi esposo OSCAR, por haber compartido conmigo esta hermosa aventura, la paternidad.

A mis hermosos hijos LÍA y ELIAN quienes con solo su existencia me han brindado los mejores momentos de mi vida y me han dado la fuerza para continuar superando retos y alcanzando metas, es por ellos y para ellos todo mi esfuerzo y sacrificio, el cual lo hago con el corazón.

Al Ing. Carlos Chiluisa por su valiosa ayuda y sabio consejo en la consecución de este trabajo y por haber compartido sus conocimientos para hacernos a mí y a mis compañeros profesionales de calidad.

A todo el grupo de amigos con quienes formamos una estrecha y perdurable amistad, nos hemos ayudado siempre, en las buenas y en las malas. Gracias panas, en especial Nachito, por tu apoyo y acolite, por ser mi súper amigo de toda la vida.

**Pamela Pichucho**

## **AGRADECIMIENTO**

Quiero expresar mi gratitud a la Escuela Politécnica Nacional, y en especial al personal Docente de la Carrera de Tecnología Electromecánica, por haber contribuido en mi formación profesional durante el tiempo que he permanecido.

De igual manera mi gratitud al Ing. Carlos Chiluisa Rivera por su acertada conducción en el desarrollo del presente trabajo, y por todo el tiempo dedicado a la lucha por el bienestar de la Carrera y de la Escuela. Mil gracias

## INDICE

<b>Declaración</b>	.....	I
<b>Certificación</b>	.....	II
<b>Dedicatoria</b>	.....	III
<b>Agradecimiento</b>	.....	IV
<b>Índice</b>	.....	V
<b>Índice de figuras</b>	.....	VIII
<b>Resumen</b>	.....	XII
<b>Presentación</b>	.....	XIII
<b>Capítulo 1</b>	<b>INTRODUCCIÓN GENERAL</b> .....	<b>1</b>
1.1	Fundamentos de circuitos eléctricos.....	1
1.1.1	Corriente eléctrica.....	1
1.1.2	Circuito eléctrico .....	2
1.1.3	Conductores eléctricos .....	3
1.2	Instalaciones eléctricas industriales.....	8
1.2.1	Sistemas industriales de distribución de energía eléctrica ....	8
1.2.2	Puesta a tierra y sistemas de tierra .....	11
1.3	Cables para telefonía.....	18
1.3.1	Tipos de cables Telefónicos .....	19

<b>Capítulo 2</b>	<b>NORMAS ELÉCTRICAS PARA INSTALACIONES.....</b>	<b>26</b>
2.1	Clasificación de las instalaciones eléctricas .....	26
2.2	Condiciones generales para la disposición de las instalaciones de interiores de bajo voltaje .....	28
2.3	Canalizaciones .....	29
2.4	Tableros.....	39
2.4.1	Condiciones para la instalación de tableros .....	39
2.4.2	Cajas de conexiones .....	43
2.4.3	Conductores .....	44
2.4.4	Tableros de las instalaciones interiores.....	47
2.5	Circuitos de alumbrado.....	49
2.5.1	Cálculo de instalaciones de alumbrado de interiores.....	50
2.4.2	Principios del alambrado eléctrico .....	58
<b>Capítulo 3</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS ANTEPROYECTOS .....</b>	<b>63</b>
3.1	Cuadros comparativos de las cargas a instalarse por piso..	63
3.2	Estudio de carga y demanda .....	65
3.2.1	Procedimiento para la determinación de la demanda máxima unitaria .....	66
3.2.2	Procedimiento para la determinación de la demanda de diseño .....	69
3.2.3	Valores de referencia para la determinación de la demanda	70

<b>Capítulo 4</b>	<b>SUPERVISIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO</b>	<b>.....71</b>
4.1	Métodos de Supervisión	.....71
4.1.1	Verificación de las instalaciones eléctricas	.....71
4.1.2	Inspección de la instalación eléctrica	.....72
4.1.2.1	Punto de empalme	.....73
4.1.2.2	Tableros de protección	.....73
4.1.2.3	Circuitos	.....74
4.1.2.4	El sistema de tierra	.....74
4.2	Técnicas aplicadas para pruebas	.....76
4.2.1	Mediciones y ensayos de la instalación	.....76
4.2.2	Mediciones de aislamiento y puestas en marcha	.....77
4.2.2.1	Medición de aislamiento	.....77
4.2.2.2	Medición de la puesta a tierra	.....79
4.3	Diagnóstico de las inspecciones	.....87
4.4	Medidas de seguridad en la fase de supervisión	.....87
<b>Capítulo 5</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	<b>.....89</b>
5.1	Conclusiones	.....89
5.2	Recomendaciones	.....90
	<b>REFERENCIAS .BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>.....91</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>.....92</b>
	<b>PLANOS ELÉCTRICOS</b>	<b>.....108</b>



## INDICE DE FIGURAS

<b>Capítulo 1</b>	
1.1	Representación gráfica de corriente continua (C.C.) ..... 1
1.2	Representación gráfica de corriente alterna (C.A.).....2
1.3	Etapas de la energía eléctrica .....8
1.4	Ejemplo de diagrama trifilar .....9
1.5	Ejemplo de diagrama unifilar ..... 10
1.6	Simbología NEMA de equipos y elementos eléctricos industriales ..... 11
1.7	Puesta a tierra de un equipo.....12
1.8	Esquema de un sistema de puesta a tierra ..... 14
1.9	Electrodos de puesta a tierra. a) Barra o jabalina; b) Arreglo de electrodos en paralelo; c) Malla; d) Plato..... 15
1.10	Esquema de un sistema de puesta a tierra ..... 16
1.11	Esquema de medición de tierras ..... 17
1.12	Cable multipar para exterior auto-suspendido .....20
1.13	Cable multipar para exterior canalizado .....21
1.14	Cable Bifilar para exterior .....21
1.15	Cable multipar para interiores.....22
1.16	Cable bifilar para interiores .....23
1.17	Cable para puentes y conexiones.....23
1.18	El código de colores REA .....25

**Capítulo 2**

2.1	Esquema general de una instalación individual y una instalación múltiple.....	29
2.2	Canaletas tipo canal .....	30
2.3	Soporte recto .....	31
2.4	Curva vertical exterior a 45° y 90° .....	31
2.5	Curva vertical interior a 45° y 90° .....	32
2.6	Curva horizontal a 90° .....	32
2.8	Curva vertical para soportes.....	33
2.9	Reducciones rectas .....	34
2.10	Reducción lateral.....	34
2.11	T horizontal.....	34
2.12	T horizontal con expansión.....	35
2.13	T horizontal con reducción.....	35
2.14	T vertical para soportes .....	36
2.15	X vertical para soportes .....	36
2.16	X horizontal.....	37
2.17	X horizontal con expansión.....	37
2.18	X horizontal con reducción .....	38
2.19	Y horizontal derecha.....	38
2.20	Y horizontal izquierda .....	39

2.7 Cu

2.21	Tablero de la Tercera Planta Alta del Mercado del Salto Latacunga .....	49
2.22	Proceso para el método de los lúmenes.....	50
2.23	Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo .....	51
2.24	Determinación de la altura de suspensión de las luminarias.....	51
2.25	Cálculo del índice del local .....	52
2.26	Cálculo para la distribución de las luminarias.....	55
2.27	Plano de iluminancias.....	55
2.28	Iluminancia en un punto.....	57
2.29	Componente de la iluminancia en un punto.....	57
2.30	Plano simplificado.....	59

## Capítulo 4

4.1	Correcta utilización de elementos de seguridad .....	71
4.2	Elementos de inspección.....	73
4.3	Punto de empalme.....	73
4.4	Tablero de protección .....	74
4.5	Revisión de circuitos.....	75
4.6	Medidas de aislamiento entre conductores activos a tierra .....	78
4.8	Medición de la puesta a tierra en el Mercado del Salto Latacunga .....	80

4.9	Medición de resistencia de la malla terminada .....	81
4.10	Medición de resistividad del suelo .....	82
4.11	Medición de resistencia de la malla terminada .....	83
4.12	Profundidad de la zanja para la instalación de la malla .....	84
4.13	Varillas Cooperweld de alta camada .....	84
4.14	Preparación del punto de suelda .....	85
4.15	Preparación del punto de suelda .....	85
4.16	Punto de suelda varilla-cable.....	85
4.17	Tierra con polvo de carbón vegetal junto a varilla.....	86
4.18	Medición de la resistencia de pisos .....	87

## RESUMEN

Para el diseño del mercado cerrado del salto en Latacunga, se partió de la elaboración de planos eléctricos de los circuitos de iluminación y de fuerza, en los cuales se aprecia la correcta distribución de los elementos para cada caso y en los cuales nos basaremos para realizar la correcta supervisión de montaje del sistema eléctrico y de telefonía.

Para la selección correcta de los elementos para los circuitos tanto de iluminación como de fuerza se tendrá en cuenta todas las situaciones que se puedan presentar en el uso diario de las instalaciones del mercado.

El requerimiento para cada zona del mercado será diferente. Siendo así, por ejemplo en la sección de cárnicos, el uso de electrodomésticos como congeladores y refrigeradores provocará un aumento en la demanda eléctrica, mientras que para el área de frutas y verduras la demanda eléctrica no será tan alta, razón por la cual es muy importante conocer el correcto estudio de carga y demanda, para de esta manera suplir todas las necesidades eléctricas para todo el mercado.

De una buena instalación eléctrica depende el correcto funcionamiento de los aparatos eléctricos y el alargamiento de su vida útil, por esta razón es muy importante tomar todas las precauciones al momento de realizar la supervisión de montaje, tanto para precautelar la seguridad de los supervisores así como de los elementos eléctricos, por este motivo se da a conocer ciertos puntos fundamentales en la parte de seguridad industrial, que deben ser estudiados para evitar graves accidentes.

## PRESENTACIÓN

La información que se encuentra en este documento, está basada en el diseño y supervisión de montaje del sistema eléctrico y de telefonía del mercado cerrado del salto en Latacunga, en la que se encuentra conceptos de electricidad que es con lo cual va a trabajar el sistema de iluminación y de fuerza, además de la correcta distribución de los elementos que componen estos sistema.

El presente proyecto está estructurado de la siguiente manera en el primer capítulo se revisan conceptos básicos de circuitos eléctricos, con los cuales se tendrá una idea clara del funcionamiento de los mismos, en el segundo capítulo se revisan las normas eléctricas para instalaciones, en el tercer capítulo se describe cómo se realizó el estudio de carga y demanda de acuerdo a los requerimientos de las instalaciones, en el cuarto capítulo se revisan métodos y pruebas para la supervisión del correcto funcionamiento de las instalaciones eléctricas así como de puesta a tierra además de la seguridad que se debe tener al momento de su ejecución.

En la parte de los anexos se encuentra los planos eléctricos para los circuitos de fuerza y de iluminación, así como tablas de referencia para diferentes cálculos al momento de diseñar estos circuitos.

En nuestra sociedad la electricidad presente en los cables eléctricos y telefónicos es la forma energética más utilizada, por lo tanto una instalación eléctrica bien hecha y en buen estado significa, seguridad ahorro de energía y reducción de gastos; por esta razón se hace indispensable el realizar una instalación eléctrica y telefónica en apego a las normas vigentes.

# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN GENERAL

### 1.1. FUNDAMENTOS DE CIRCUITOS ELÉCTRICOS

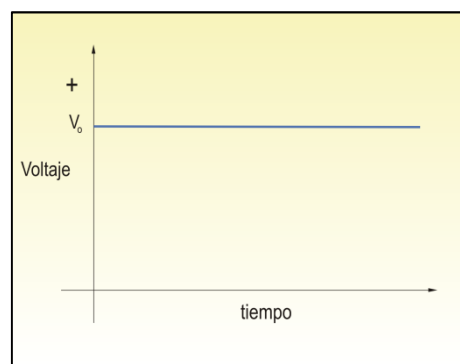
Se iniciará el presente trabajo estudiando los fundamentos de los circuitos eléctricos, definiciones y demás conocimientos necesarios que se aplicarán en el presente proyecto.

#### 1.1.1 CORRIENTE ELÉCTRICA

La corriente eléctrica o intensidad eléctrica es el flujo de carga eléctrica por unidad de tiempo que recorre un material. Se debe al movimiento de las cargas en el interior del material. Una corriente eléctrica, produce un campo magnético, un fenómeno que puede aprovecharse en el electroimán. Hay dos tipos de corriente eléctrica:

- **Corriente continua**

La corriente continua o corriente directa (C.C.), se refiere al flujo continuo de carga eléctrica a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial, que no cambia de sentido con el tiempo. A diferencia de la corriente alterna, en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección. Ver figura 1.1



*Figura 1.1 Representación gráfica de corriente continua (C.C.).*

- **Corriente alterna**

Se denomina corriente alterna, a la corriente eléctrica en la que la magnitud y el sentido varían cíclicamente. Utilizada genéricamente, la CA se refiere a la forma en la cual la electricidad llega a los hogares y a las empresas. Sin embargo, las señales de audio y de radio transmitidas por los cables eléctricos, son también ejemplos de corriente alterna.

En la figura 1.2 se puede ver la representación gráfica de una onda sinusoidal y las diferentes partes que la componen:

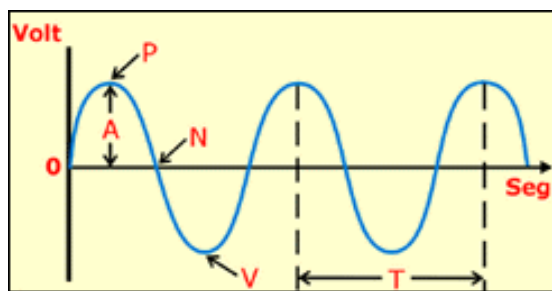


Figura 1.2 Representación gráfica de corriente alterna (C.A.).

De donde:

**A** = Amplitud de onda

**P** = Pico o cresta

**N** = Nodo o valor cero

**V** = Valle o vientre

**T** = Período

### 1.1.2 CIRCUITO ELÉCTRICO

Un circuito eléctrico puede consistir simplemente en una fuente de poder conectada a uno o más componentes, principalmente resistores, por medio de un alambre hecho de un material conductor, el circuito eléctrico simple constituye una fuente de poder que va a proporcionar una fuerza electromotriz estableciendo diferencias de potencial a través de los varios componentes del circuito e impulsando la corriente a través de ellos.



### 1.1.3. CONDUCTORES ELÉCTRICOS

La conductividad eléctrica es el movimiento de la carga eléctrica. La habilidad de diferentes sustancias para permitir el flujo de una carga está determinada por la movilidad de los electrones portadores de la carga o de los iones que contenga la sustancia.

- **Conductores de primer orden**

Los conductores de primer orden son aquellos que poseen conductancia eléctrica, en los cuales los portadores de la carga son los electrones. Se caracterizan por tener una conducción sin transferencia substancial de masa. La mayoría de los metales, el grafito y algunos óxidos muestran este tipo de conducción. A veces, a estos materiales se les conoce como conductores metálicos y su conductividad decrece cuando aumenta la temperatura.

- **Conductores de segundo orden**

Los conductores de segundo orden poseen conductancia iónica o electrolítica, y los portadores de la carga son los iones. Las soluciones acuosas con sales disueltas, los suelos y las sales iónicas son algunos ejemplos de este tipo de conductores. Su conductividad aumenta cuando se incrementa la temperatura.

- **Conductores mixtos o de tercer orden**

Algunos materiales, llamados comúnmente semiconductores, poseen tanto conductancia iónica como eléctrica. Su conductividad es demasiado baja en general, pero aumenta rápidamente con la temperatura.

La mayoría de los óxidos metálicos (NiO, ZnO, etc.) y algunos metales (Si, Ge, etc.) se agrupan dentro de esta categoría.

- **Capacidad de conducción de corriente de los conductores eléctricos**

La forma adecuada y correcta de interpretar los calibres de los conductores, así como encontrar su capacidad de corriente eléctrica en Amperes, es recurrir al N. E. C. (National Electrical Code) de los Estados Unidos

En la tabla 1.1, se puede conocer la capacidad en amperes de los diferentes calibres de conductores aislados con rangos de tensión de 0 a 2000 voltios.

Es conveniente aclarar que para conductores con un área transversal o sección transversal (en mm<sup>2</sup>) mayor del calibre designado como AWG 4/0, se hace una designación que está en función de su sección transversal o área en pulgadas<sup>2</sup>, para lo cual se emplea una unidad denominada el “Circular Mil”, siendo así como por ejemplo que un conductor de 250 MCM o 250 Kcmil, corresponde a aquel cuya sección sea de 250,000 C.M. (circulars mil) y así sucesivamente.

CALIBRE AWG o MCM	TIPOS T, TW, UF (60° C)		THW, THWN, RHW, XHW (75° C)		THHW, RHH, THHN, XHHW (90° C)		VINICON, AVA, AVL (110° C)	
	TUBO o DUCTO	EN AIRE	TUBO o DUCTO	EN AIRE	TUBO o DUCTO	EN AIRE	TUBO o DUCTO	EN AIRE
14	15	20	15	20	25	35	30	40
12	20	25	20	25	30	40	35	50
10	30	30	30	40	40	55	45	65
8	40	60	50	70	55	80	60	85
6	55	80	65	95	75	105	80	120
4	70	105	85	125	95	140	105	160
2	95	140	115	170	130	190	135	210
1/0	125	195	150	230	170	260	190	285
2/0	145	225	175	265	195	300	215	330
3/0	165	260	200	310	225	350	245	380
4/0	195	300	230	360	260	405	275	445
250	215	340	255	405	290	455	315	495
300	240	375	285	445	320	505	345	555
350	260	420	310	505	350	570	390	610
400	280	455	335	545	380	615	420	665
500	320	515	380	620	430	700	470	765
600	355	575	420	690	475	780	525	855
700	385	630	460	755	500	850	560	940
750	400	655	475	785	535	885	580	980
800	410	680	490	815	550	900	600	1 020
900	435	730	520	870				
1000	455	780	545	935	615	1 055	680	1 165

*Tabla 1.1 Valores de corriente en Amperios, permisibles según el calibre de cable.*

Fuente: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec\\_4.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen2/ciencia3/079/htm/sec_4.htm)

- **Definición del Circular Mil**

Se denomina Circular Mil a la sección de un círculo que tiene de diámetro 0.001 pulgadas. Si aplicamos la fórmula del área de un círculo y calculamos el área de ese círculo que tiene de diámetro 0.001 pulgada, tendremos:

$$A = \pi \times (r^2) \quad A = 0.00000785 \text{ pulgadas}^2 = 7.853 \times 10^{-7} \text{pulgadas}^2.$$

$$A = 0.000506707 \text{ mm}^2 = 5.067 \times 10^{-4} \text{mm}^2$$

- **Definición de Resistencia Eléctrica**

Es la propiedad que poseen los cuerpos de impedir la circulación de la corriente y a la vez de convertir energía eléctrica en calor. El símbolo de la resistencia se representa por la letra R, y se mide mediante el óhmetro, se representa con la letra griega omega ( $\Omega$ ).

- **Definición de Resistividad Eléctrica**

La resistividad es la resistencia eléctrica específica de cada material para oponerse al paso de una corriente eléctrica. La resistividad es la inversa de la conductividad, por tanto. Se designa por la letra griega Rho minúscula ( $\rho$ ) y se mide en ohmios metro ( $\Omega \cdot m$ ). Lo contrario a la resistividad es la conductividad. Un material con alta conductividad tiene baja resistividad y viceversa.

De esta manera se tiene que la resistencia al flujo de corriente es mínima cuando:

- a) el medio presenta baja resistividad (alta conductividad),
- b) existe una distancia pequeña para el flujo de corriente, y
- c) tenemos un área transversal grande para el flujo de corriente.

En cambio, la resistencia al flujo de corriente es máxima cuando:

- a) el medio presenta alta resistividad (baja conductividad),
- b) las distancias son grandes para el flujo de corriente, y
- c) el área transversal es pequeña para el flujo de corriente.

Las resistencias al flujo de corriente en sistemas de protección catódica en estos suelos pueden tener a veces valores menores a 1 ohm. La resistencia puede ser baja en un medio con una alta resistividad si el área transversal al flujo de corriente es grande.

En el siguiente cuadro se pueden apreciar los valores de resistividad de algunos elementos usados industrialmente:

<i>Material</i>	<i>Resistividad (W-cm)</i>
Aluminio	0.000003
Latón	0.000008
Hierro	0.000010
Plomo	0.000022
Mercurio	0.000094
Suelo típico	10 000
Vidrio	100 000 000 000
Agua de mar típica	30.00

*Tabla 1.2 Valores de resistividad típicos para ciertos materiales.*

- **Materiales aislantes utilizados**

Son materiales en los que las cargas se mueven con mucha dificultad y ofrecen una elevada resistencia al paso de la electricidad. Materiales: fibra de vidrio, yeso, caucho, lucita, ebonita, porcelana y algunos polímeros.

La conductancia en los aislantes es muy difícil, sin importar el tipo de mecanismo que participe en la conductividad.

- **Definición de Voltaje Eléctrico**

El voltaje eléctrico entre dos puntos de conductor se define como el trabajo necesario para desplazar la unidad de carga entre uno y otro punto. A este voltaje se le llama también diferencia de potencial (d.d.p.), entre dichos puntos. La unidad de tensión eléctrica es el voltio, representado por la letra V.

El voltaje da una idea de la fuerza que tiene la corriente eléctrica, cuanto más voltaje, más fuerza. Hay convenciones a nivel mundial para categorizar distintos valores de voltaje. Por ejemplo de **0 Voltios a 1000 Voltios es Baja tensión; de 1000 Voltios a 30000 Voltios es Media Tensión y de 30000 a 60000 Voltios es Alta Tensión**. La Alta Tensión o Alto Voltaje es la que se utiliza para transportar la energía eléctrica a grandes distancias, ya que produce menos pérdidas en distancias largas y los conductores que la transportan no deben ser tan gruesos, comparados con los que se necesitaría si se utiliza Media Tensión.

- **Definición de Potencia**

Es el trabajo efectuado por la unidad de fuerza en la unidad de tiempo.

La potencia eléctrica es la relación de paso de energía de un flujo por unidad de tiempo; es decir, la cantidad de energía entregada o absorbida por un elemento en un tiempo determinado. La unidad en el Sistema Internacional de Unidades es el vatio (watt).

Cuando una corriente eléctrica fluye en cualquier circuito, puede transferir energía al hacer un trabajo mecánico o termodinámico. Los dispositivos convierten la energía eléctrica de muchas maneras útiles, como calor, luz (lámpara incandescente), movimiento (motor eléctrico), sonido (altavoz) o procesos químicos. La electricidad se puede producir mecánica o químicamente por la generación de energía eléctrica, o también por la transformación de la luz en las células fotoeléctricas. Por último, se puede almacenar químicamente en baterías.

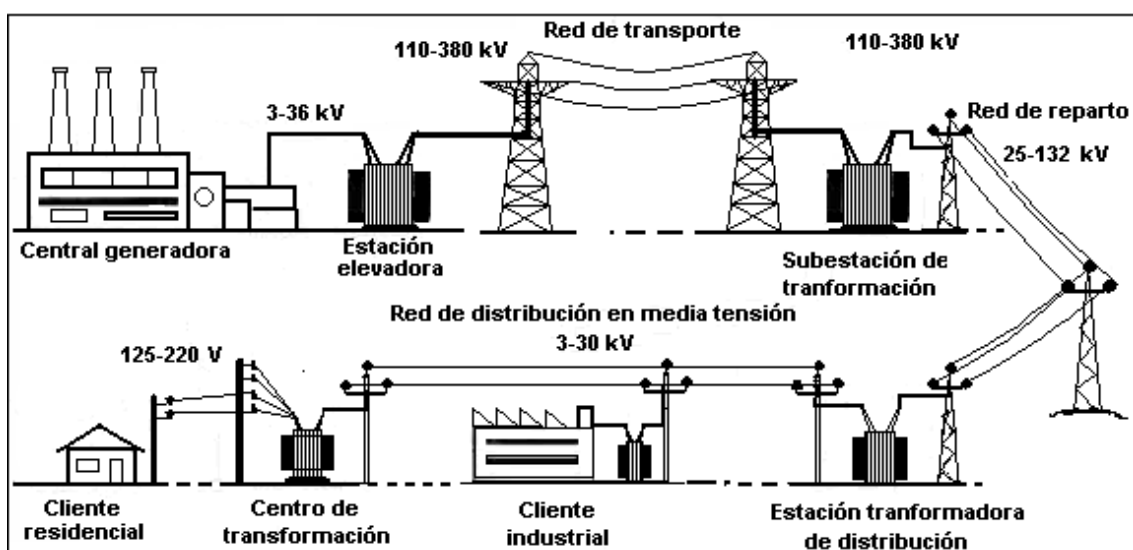
## 1.2. INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES

Las instalaciones eléctricas industriales, son el conjunto de elementos, aparatos y equipos que se encargan de la recepción, conducción, transformación, control, medición, protección, distribución y utilización de la energía eléctrica.

### 1.2.1 SISTEMAS INDUSTRIALES DE DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA.

Dentro del estudio de los sistemas eléctricos de potencia, debemos de conocer las diferentes etapas por las que pasa la energía eléctrica desde su generación, hasta su utilización por los consumidores o usuarios. Estas etapas podemos dividir las de la siguiente manera (Ver *Figura 1.3*):

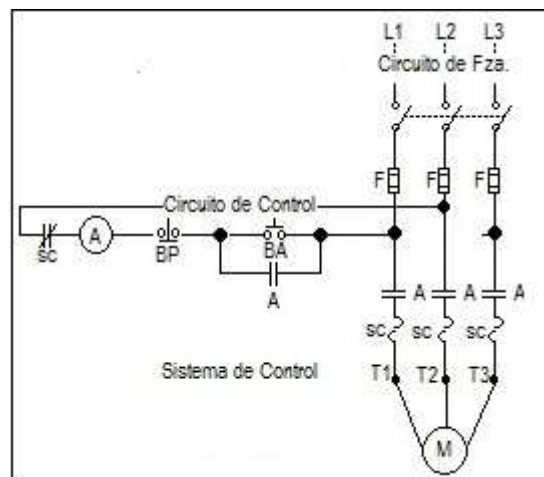
- Generación.
- Transformación de baja tensión para alta tensión.
- Transmisión en alta tensión.
- Transformación de alta tensión para baja tensión.
- Distribución.
- Utilización o consumo.



*Figura 1.3 Etapas de la energía eléctrica*

- **Diagrama trifilar**

Un diagrama trifilar es aquel diagrama que mediante el trazo de tres líneas más sus correspondientes símbolos NEMA nos permite interpretar todos y cada uno de los equipos, aparatos, dispositivos, etc. que forman parte de un sistema eléctrico de tres fases o comúnmente conocido como sistema eléctrico trifásico. Este tipo de diagrama va acompañado de sus respectivas leyendas y especificaciones técnicas de los equipos, tales como capacidad de transformadores, calibres de conductores, etc. (Ver *Figura 1.2*)



*Figura 1.4 Ejemplo de diagrama trifilar*

- **Diagrama unifilar**

Un diagrama unifilar, es aquel diagrama que mediante el trazo de una línea más sus correspondientes símbolos NEMA (un símbolo) nos permite interpretar todos y cada uno de los equipos, aparatos, dispositivos, etc. que forman parte de un sistema eléctrico de tres fases o comúnmente conocido como sistema eléctrico trifásico. Al igual que un diagrama trifilar, este tipo de diagrama va acompañado de sus respectivas leyendas y especificaciones técnicas de los equipos, tales como capacidad de transformadores, calibres de conductores, etc. Los sistemas de distribución eléctrica en sus diferentes arreglos básicos, se pueden analizar e interpretar, mediante los siguientes diagramas de tipo trifilar y unifilar. (Ver *Figura 1.5*)

- Sistema radial simple.
- Sistema radial con centros de carga.
- Sistema radial selectivo en el primario con centros de carga.
- Sistema secundario selectivo con centros de carga.
- Sistema primario en anillo con centros de carga.
- Sistema primario selectivo – red secundaria

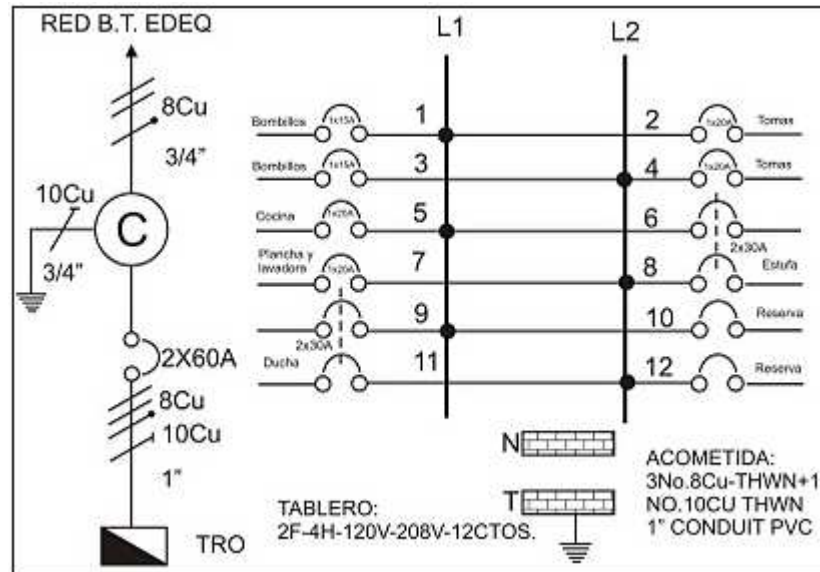


Figura 1.5 Ejemplo de diagrama unifilar




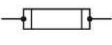
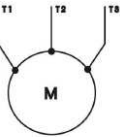
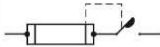


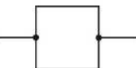

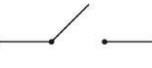
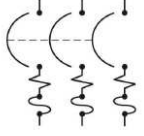

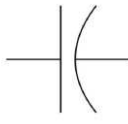
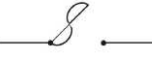

	<b>Generador</b>		<b>Fusible Limitador de Corriente</b>
	<b>Motor</b>		<b>Seccionador Fusible de Operación con Carga</b>
	<b>Transformador</b>		<b>Conexión a Tierra</b>
	<b>Interruptor de Potencia</b>		<b>Aparta Rayos ( protege de Sobre Voltage )</b>
	<b>Cuchilla Seccionadora o Desconectadora ( de operación sin carga )</b>		<b>Interruptor Termomagnético ( Breaker )</b>
	<b>Cuchilla Seccionadora o Desconectadora ( de operación con carga )</b>		<b>Condensador o Capacitor</b>
	<b>Cuchilla Fusible o Corta Circuito Fusible ( fusible de expulsión ) Protege de Sobre corriente.</b>		<b>Resistencia</b>

Figura 1.6 Simbología NEMA de equipos y elementos eléctricos industriales

## 1.2.2 PUESTA A TIERRA Y SISTEMAS DE TIERRA.

### Definición de puesta a tierra

Es el camino conductivo permanente y continuo con capacidad suficiente para conducir a tierra cualquier corriente de falla probable que le sea impuesta por diseño, de impedancia suficientemente baja para limitar la elevación de tensión sobre el terreno y facilitar la operación de los dispositivos de protección en el circuito.

### Definición de sistemas de tierra

Comprende todos los conductores, conectores, abrazaderas, placas de conexión a tierra o tuberías, y electrodos de puesta a tierra por medio de los cuales una instalación eléctrica es conectada a tierra. Un sistema de tierra consiste en la conexión de equipos eléctricos y electrónicos a tierra, para evitar que se dañen nuestros equipos en caso de una corriente transitoria peligrosa.

- **Utilidad en sistemas eléctricos actuales**

La red de tierras constituye un elemento importante de cualquier instalación eléctrica industrial, porque a ella deberán conectarse todas las partes metálicas o dispositivos, así como equipos que deberán permanecer a potencial de tierra ( $V=0$ ), por ejemplo: los pararrayos, los tanques de los transformadores, los tanques de interruptores de potencia, el neutro de la conexión estrella de un generador o de un transformador, los hilos de guarda de líneas de transmisión, los apartarrayos, torres, gabinetes, etc. En la figura 1.7 se puede ver un ejemplo de la utilidad de puesta a tierra.

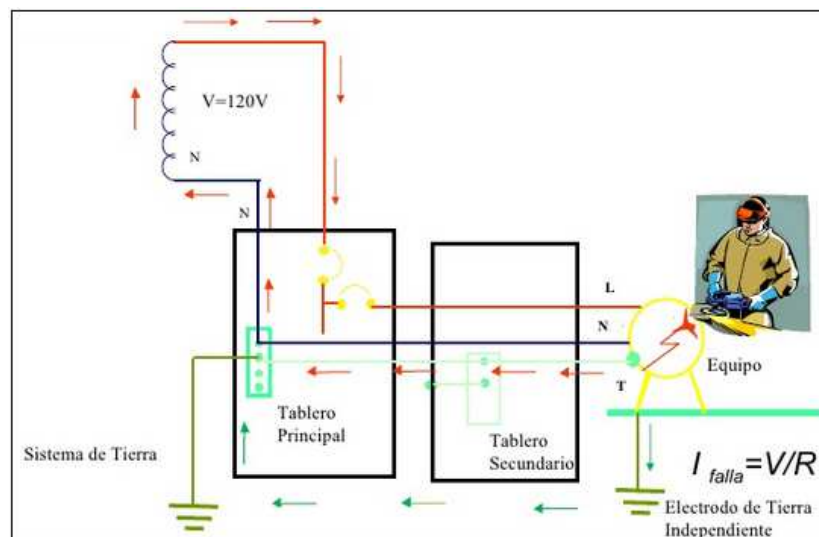


Figura 1.7 Puesta a tierra de un equipo.

- **Objetivos de la Red de Tierras**

Los objetivos de una red de tierra son los siguientes:

1. El objetivo de un sistema de puesta a tierra es principalmente brindar seguridad a las personas y proteger las instalaciones, equipos y bienes en general, al facilitar y garantizar la correcta operación de los dispositivos de protección.

2. Evitar que durante la circulación de corrientes de tierras, se puedan producir diferencias de potencial entre distintos puntos de la instalación eléctrica, que constituyan una condición insegura para el personal, que efectúe labores de operación o de mantenimiento en la instalación mencionada.
3. Facilitar mediante sistemas de relevadores de protección, la eliminación de fallas a tierra en las instalaciones eléctricas.
4. Aumentar el grado de confiabilidad y continuidad del servicio de suministro eléctrico en un sistema de potencia, sistema industrial o sistema comercial.
5. Proporcionar un circuito de muy baja resistencia a la circulación de corrientes de tierra, ya sea que se deban a una falla de corto circuito o a la operación de un pararrayos o apartarrayos.

- **Objetivos de los Sistemas de Tierras**

El propósito que se persigue con la existencia de los sistemas de tierra es:

1. Protección para el personal operativo, autorizado o no autorizado.
2. Protección a los equipos e instalaciones contra tensiones peligrosas.
3. Evitar que durante la circulación de falla a tierra, se produzcan diferencias de potencial entre distintos puntos de la instalación, proporcionando para esto, un circuito de muy baja impedancia para la circulación de estas corrientes.
4. Apego a normas y reglamentos públicos en vigor.

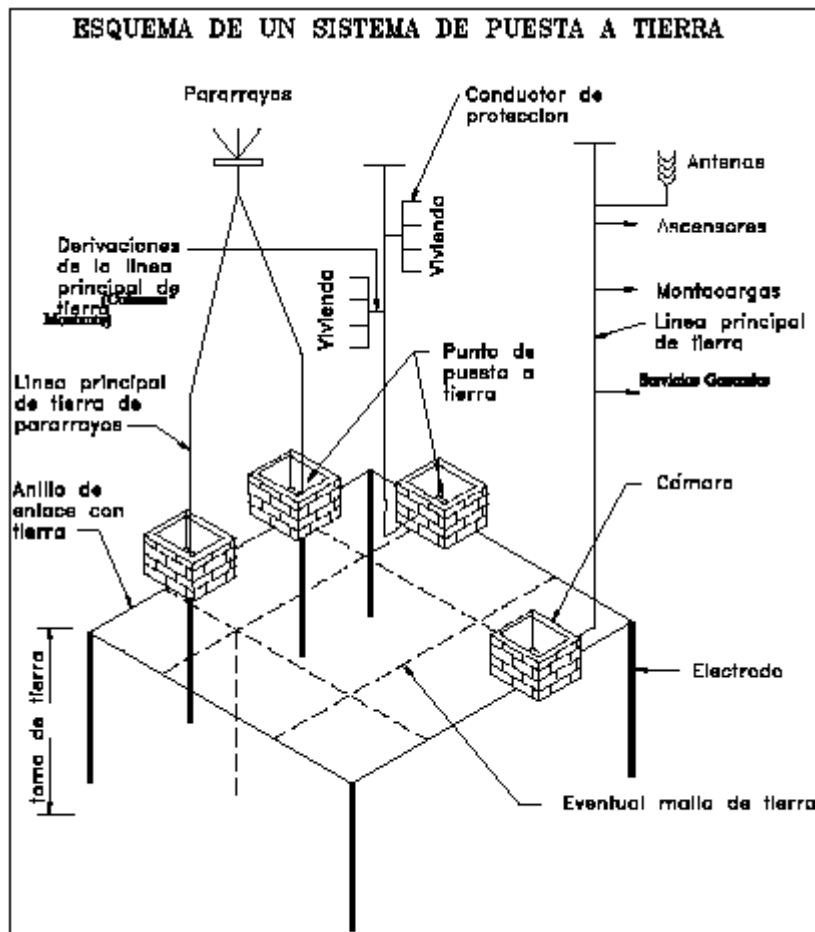


Figura 1.8 Esquema de un sistema de puesta a tierra

- **Elementos de la Red de Tierra**

1. Conductores:

Los conductores utilizados en estos sistemas son de cable conductor de cobre de calibres a 4/0 AWG dependiendo del sistema utilizado.

En nuestro medio se usa para la construcción de las mallas de tierra conductor de cobre sin aislamiento de calibre 2/0 y soldas exotérmicas.

2. Electrodo:

Los electrodos son las varillas que se clavan en los terrenos con el fin de encontrar zonas más húmedas y por lo tanto abatir la resistividad eléctrica del propio terreno. Para las mallas de tierra se usan varillas cooperweld de alta camada, con el fin de aumentar la vida útil de las mismas.

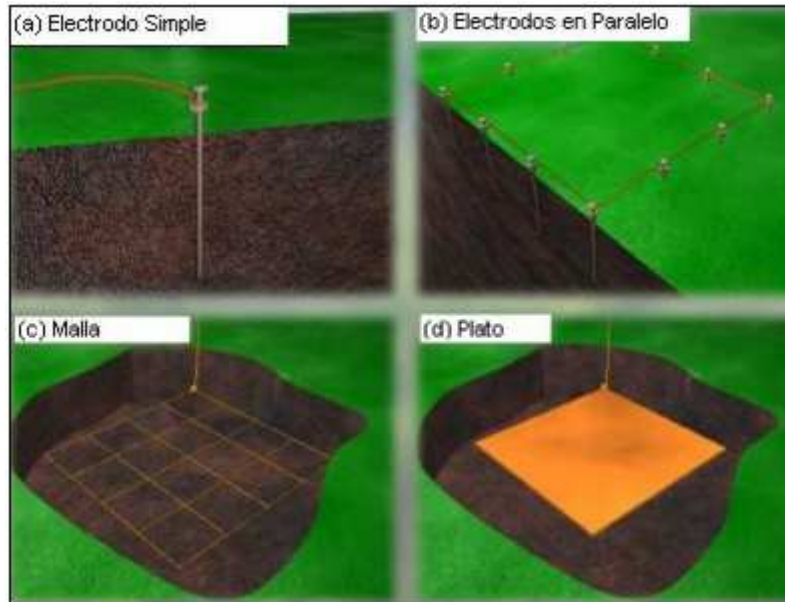
- **Importancia de los Sistemas de Conexión a Tierra.**

Un buen sistema de puesta a tierra es necesario para mantener buenos niveles de seguridad del personal, operación de los equipos y desempeño de los mismos.

La conexión a tierra es una parte vital de los sistemas de utilización de energía eléctrica. Existen dos tipos de referencias a tierra, el primero de ellos es la conexión a tierra del equipo que se utiliza para referir a tierra todos los elementos metálicos no energizados de los equipos.

El segundo tipo de referencia a tierra está constituido por el neutro de los sistemas eléctricos y forma parte integral de los circuitos de utilización; su función es mantener los voltajes del sistema en un valor fijo con respecto a tierra.

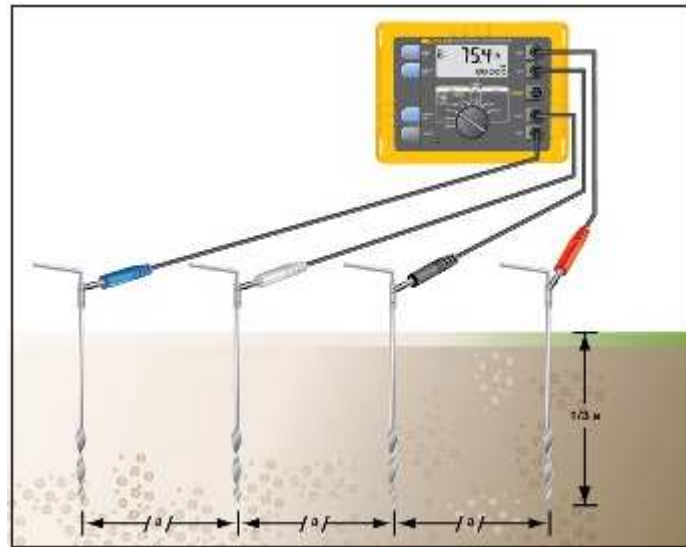
En la siguiente figura se puede apreciar algunos ejemplos de estos sistemas de puestas a tierra:



*Figura 1.9 Electrodo de puesta a tierra. a) Barra o jabalina; b) Arreglo de electrodos en paralelo; c) Malla; d) Plato*

- *Forma de medir la resistividad del suelo*

Para medir la resistividad del terreno, conecte el comprobador de resistencia de tierra tal y como se muestra en la figura 1.10



*Figura 1.10 Esquema de un sistema de puesta a tierra*

Como se puede ver, se colocan en el terreno cuatro picas en línea recta equidistantes entre ellas.

La distancia entre las picas debe ser al menos el triple que el valor de profundidad de la pica. Por lo tanto, si la profundidad de cada pica es de 30 cm, asegúrese de que la distancia entre las picas es como mínimo de 91 cm. El comprobador genera una corriente conocida a través de las dos picas exteriores y se mide la caída en el potencial de tensión entre las dos picas interiores. Mediante la Ley de Ohm ( $V = IR$ ), el comprobador calcula de forma automática la resistividad del terreno.

Dado que elementos como piezas de metal enterradas o acuíferos subterráneos distorsionan e invalidan a menudo los resultados de la medición, siempre se recomienda realizar mediciones adicionales en las que los ejes de las picas se hayan girado 90 grados. Al cambiar la profundidad y la distancia varias veces, se produce un perfil que puede determinar un sistema de resistividad del terreno adecuado.

Las mediciones de resistividad del terreno a menudo se ven distorsionadas por la existencia de corrientes de tierra y sus armónicos. Para impedir que esto ocurra, el comprobador emplea un sistema de control automático de frecuencia, el cual selecciona automáticamente la frecuencia de medición con la mínima cantidad de ruido que le permita obtener una lectura clara.

- *Forma de medir una malla de tierra.*

Para una correcta medición debemos colocar el testigo de tensión en un punto a potencial cero. Se procederá siempre de la siguiente manera.

Como aspectos previos:

Se deberá comprobar en todos los casos la ausencia de voltaje en tierra a medir. Si se observa presencia de voltaje en tierra, **no medir** y reparar la avería.

Tampoco debe medirse en caso de tormenta o precipitación atmosférica.

PROCEDIMIENTO:

A. Desconectar la toma de tierra del punto de puesta a tierra (regleta, borne etc.).

B. Conectar la toma de tierra al telurómetro.

C. Situar las sondas de tensión y de corriente en línea recta. Partiendo del punto de puesta a tierra, primero se coloca la de tensión y la más alejada la de corriente.

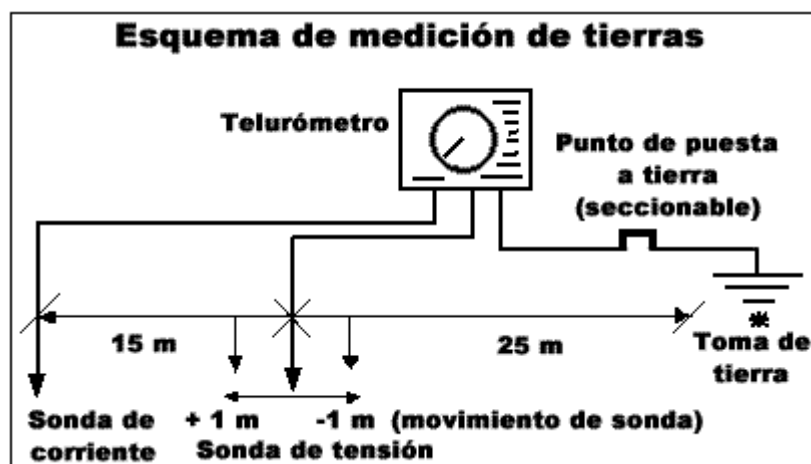


Figura 1.11 Esquema de medición de tierras

Se colocará la de tensión a 25 m del punto de puesta a tierra (seccionamiento) y la de corriente a 15 m adicionales (es decir a 40 m del punto de puesta a tierra).

Se efectuará la medición y se anotará el valor. Una vez obtenido este valor, se acerca la sonda de tensión 1 m respecto al punto anterior y se vuelve a medir.

Se repite la operación anterior pero esta vez alejándose 1 m respecto al punto anterior y se vuelve a medir. Si los dos nuevos valores son idénticos al inicial, o la diferencia es menos de (-3 %) o (+3 %) respectivamente, la medición se dará por correcta, puesto que estaríamos en zona lineal y se anotará en el informe del instalador como valor de resistencia de tierra (también se anotará la distancia de la sonda de tensión, en este caso 25 m).

Si las variaciones son mayores de las expresadas, alejaremos más ambas sondas. Así colocaremos la de tensión a 50 m y la de corriente a 30 m adicionales (es decir a 80 m del punto de puesta a tierra). Como puede verse las distancias son el doble que las anteriores. Como en el caso anterior se tomará la medición en este punto y las correspondientes al movimiento de alejamiento y acercamiento de la sonda de tensión de 1 m. Si por los valores obtenidos vemos que ya estamos en zona lineal daremos la medición por correcta. Si no es así colocaremos los testigos a 75 m y 45 m (120 m) respectivamente y repetiremos el procedimiento.

### **1.3. CABLES PARA TELEFONÍA**

#### **CABLE TELEFÓNICO**

En telefonía es común encontrar dentro de las conexiones, grandes cables telefónicos, que parten de cada oficina central, en forma aérea y subterránea y se extienden hacia los equipos del abonado.

Los cables que reparten el servicio telefónico, se denominan cables de abonado y los que salen de las centrales se denominan troncales o enlaces.



Los cables telefónicos, están constituidos por un grupo de hilos conductores (fabricados de cobre y con aislamiento), que se trenzan de a pares de acuerdo al color de cada uno de ellos. Estos pares son perfectamente identificables unos de otros, a partir de la normalización; siendo el número de estos, los que determinan la capacidad de los cables telefónicos.

Los cables telefónicos pueden ser armados de 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, 1800 ó 2200 pares, y son fabricados de diferentes longitudes así:

- De 10 a 50 pares, una longitud de 10000 metros.
- De 70 a 100 pares, una longitud de 5000 metros.
- De 150 a 400 pares, una longitud de 1000 metros.
- De 600 a 1200 pares, una longitud de 500 metros.
- De 1500 a 1800 pares, una longitud de 250 metros.

El cable UPT es el más utilizado en telefonía, ya que la memoria de aparatos se conectan a la central telefónica por medio de un par trenzado.

### **1.3.1. Tipos de cables telefónicos**

Según el tipo de aplicación y el lugar de instalación, dentro de los cables telefónicos se pueden considerar dos grandes grupos:

- Conductores para uso exterior
- Conductores para uso interior

- **Cables para uso exterior**

Los cables para uso exterior son utilizados en redes telefónicas troncales, primarias y secundarias; ya sea de forma subterránea o aérea.

En aplicaciones subterráneas, los conductores son instalados en ductos, canalizaciones o directamente enterrados; y en aplicaciones aéreas el conductor está suspendido del mensajero.

Dentro de los conductores telefónicos para exteriores, se consideran las acometidas, usadas para la conexión desde la caja de distribución telefónica,

hasta la caja de la acometida interna en la residencia del abonado.

Los cables para uso exterior más utilizados en el Ecuador son:

- Cable multipar para auto-suspendido ELAC.
- Cable multipar para canalizado ELAL- JF o EAP.
- Cable bifilar NEOPREN.

#### a) **Cable multipar para exterior auto-suspendido.**

Son cables relativamente fuertes (ver figura), con un aislamiento grueso de polietileno sólido de color negro, cuyo interior se encuentra relleno de petrolato o vaselina de petróleo, para impedir el ingreso del agua a su interior y protegidos por una cubierta estanca de aluminio-polietileno, para protegerlo de los campos eléctricos y magnéticos. Tiene además un cable de acero, compuesto por muchas hebras y que sirve para auto-soportar el peso y las fuerzas de tensiones, a las que está sometido el cable, cuando esta templado de poste a poste.



*Figura 1.12 Cable multipar para exterior auto-suspendido*

Estos cables, son del tipo ELAC y pueden ser armados con capacidades de 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200 y 300 pares.

#### b) **Cables multipar para exterior canalizado**

Estos cables, están constituidos de cobre, rellenos de petrolato o vaselina de petróleo, y protegidos por una cubierta estanca de aluminio-polietileno, que protege de los campos eléctricos y magnéticos, se encuentran protegidos externamente, con un aislamiento grueso de polietileno dual y no poseen mensajero (cable de acero).



*Figura 1.13 Cable multipar para exterior canalizado*

Estos cables presentan similares materiales y características eléctricas, que los cables multipares para exteriores auto-suspendido.

Cada conductor, consiste de un hilo de cobre electrolítico, recocido, estirado con regularidad, cilíndrico, de calidad, de resistencia y homogéneos, que presenta una resistividad de 1/58 ohmios. El diámetro del conductor es de 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 y 0.8 milímetros.

Estos cables, también denominados cables lisos, son del tipo ELAL – JF o EAP y pueden ser armados de 10, 20, 30, 50, 70, 100, 150, 200, 300, 400, 600, 900, 1200, 1500, y 1800 pares.

### **c) Cable Bifilar para exterior**

Es un cable auto-suspendido para intemperie, usado para extensiones como cable de acometida para abonados. Este cable, está constituido por dos conductores paralelos de acero, recubiertos de cobre y aislados con material termoplástico (PVC) de color negro o plomo, formado un solo cuerpo.



*Figura 1.14 Cable Bifilar para exterior*

Los conductores que conforman el cable, tienen un diámetro nominal de 0.8mm. y su aislamiento tiene un espesor de 1.2mm. Estos cables son del tipo NEOPREN y presentan una resistencia de 149Ω/km, y una atenuación 1.57 dB/km.

### - Cables para uso interior

Los cables para interiores son construidos con alambres de cobre suave, aislados con PVC.

Estos cables son empleados en aplicaciones residenciales, comerciales e industriales; e instalados en sitios secos, en tuberías, ductos, bandejas y canaletas.

Los cables para uso interno más utilizados en el Ecuador son:

- Cable multipar EKKX.
- Cable bifilar EKUA.

#### a) Cable multipar para interiores

Los cables multipares como su nombre lo indica, están constituidos por varios conductores de cobre, protegidos por una cubierta exterior de PVC, que puede ser de color plomo o crema.



*Figura 1.15 Cable multipar para interiores*

Estos cables son relativamente débiles, es decir que no soportan las inclemencias del medio, como la lluvia, el viento, el sol, etc., por lo que son empleados solamente, para el interior de los edificios.

Cada conductor que conforma el cable, consiste de un hilo de cobre puro, recocido y estañado, con un diámetro de 0.5mm.

Estos cables son del tipo EKKX y normalmente se encuentran con capacidades de 10, 20, 30, 50, 70, y 100 pares.

#### b) Cable bifilar para interiores

Los cables bifilares, están formados por dos conductores paralelos de cobre electrolítico, recocido, y aislados paralelamente, por un compuesto de PVC color blanco y sin cubierta.



*Figura 1.16 Cable bifilar para interiores*

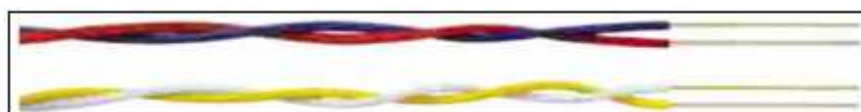
Cada conductor que conforma el cable presenta un diámetro de 0.6mm. y el aislamiento un espesor de 0.7 mm.

Estos cables son del tipo EKUA y se emplean para conectar al terminal del mismo abonado, con la caja de distribución de la red secundaria, los mismos que se conocen como líneas de abonados.

Otro tipo de cable que también se emplea en una red, es aquel usado para puentes y conexiones.

### **c) Cable para puentes y conexiones**

El cable para puentes y conexiones, es un cable, formado por dos conductores de 0.6 mm. de diámetro y trenzados juntos para formar un par.



*Figura 1.17 Cable para puentes y conexiones*

Estos cables son empleados para enlazar las secciones primaria y secundaria, de un armario de distribución principal, y dar continuidad a los circuitos, desde este, hasta la caja terminal.

Cada conductor que conforma el cable, consiste de un hilo de cobre electrolítico, recocido y estañado, aislado con una capa de PVC y nylon con un espesor de 0.35mm.

### **1.3.2. Identificación de cables telefónicos**

Se mencionó anteriormente, que un cable telefónico se encuentra constituido por un grupo de pares, los cuales están distribuidos en su interior en forma correlativa; los mismos que una red, necesitan ser perfectamente identificados para su posterior unión.

Para encontrar un par telefónico dañado o simplemente identificarlo, desde el punto del abonado, hasta las cajas de dispersión, o desde estas, hasta los armarios de distribución, es necesario algunos sistemas de identificación de pares, algunos de los cuales se mencionan a continuación:

- a) Numeración por código de colores. Código REA.
- b) Numeración con microteléfono y batería.
- c) Numeración con microteléfono y generador de señales.
- d) Numeración con amplificador.
- e) Numeración por capas
- f) Numeración por circuito de retorno
- g) Rectificación de pares

- **Numeración por código de colores.**

Con el fin de facilitar la identificación de los pares, y que estos sean reconocidos por los colores de su aislamiento, existe un código internacional de colores, denominado REA, que define 25 pares, combinando 10 colores, siendo 5 colores para los hilos A y 5 colores para los hilos B.

El código de colores REA se indica a continuación en el siguiente cuadro.

No. DEL PAR DE ACOMPAÑANTES	COLORES BASES HILO A	COLORES HILO B
1.26.51.76	Blanco	Azul
2.27.52.77	Blanco	Naranja
3.28.53.78	Blanco	Verde
4.29.54.79	Blanco	Café
5.30.55.80	Blanco	Gris
6.31.56.81	Rojo	Azul
7.32.57.82	Rojo	Naranja
8.33.58.83	Rojo	Verde
9.34.59.84	Rojo	Café
10.35.60.85	Rojo	Gris
11.36.61.86	Negro	Azul
12.37.62.87	Negro	Naranja
13.37.63.88	Negro	Verde
14.39.64.89	Negro	Café
15.40.65.90	Negro	Gris
16.41.66.91	Amarillo	Azul
17.42.67.92	Amarillo	Naranja
18.43.68.93	Amarillo	Verde
19.44.69.64	Amarillo	Café
20.45.70.95	Amarillo	Gris
21.46.71.96	Violeta	Azul
22.47.72.97	Violeta	Naranja
23.48.73.98	Violeta	Verde
24.49.74.99	Violeta	Café
25.50.75.100	violeta	Gris

Figura 1.18 El código de colores REA

Teniendo en cuenta que los cables mayores de 25 pares, están separados por cintas formando grupos de 25 pares cada uno así:

- Primera secuencia = pares del 01 al 25 cinta blanco azul.
- Segunda secuencia = pares del 26 al 50 cinta blanco naranja.
- Tercera secuencia = pares del 51 al 75 cinta blanco verde.
- Cuarta secuencia = pares del 76 al 100 cinta blanco café.

## CAPITULO II

### NORMAS ELÉCTRICAS PARA INSTALACIONES

#### 2.1. CLASIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS.

Se le llama instalación eléctrica al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica, desde el punto de suministro hasta los equipos que la utilicen. Entre estos elementos se incluyen: tableros, interruptores, transformadores, bancos de capacitares, dispositivos, sensores, dispositivos de control local o remoto, cables, conexiones, contactos, canalizaciones, y soportes. Las instalaciones eléctricas pueden ser abiertas (conductores visibles), aparentes (en ductos o tubos), ocultas, (dentro de paneles o falsos plafones), o ahogadas (en muros, techos o pisos).

Para facilitar la comprensión y el estudio de las instalaciones eléctricas, se las puede clasificar de la siguiente manera:

- De acuerdo al nivel de voltaje se pueden tener las siguientes instalaciones:
  - a) Instalaciones no peligrosas. Cuando su voltaje es igual o menor de 12 volts.
  - b) Instalaciones de baja tensión. Cuando el voltaje con respecto a tierra no excede 750 volts.
  - c) Instalación de medio voltaje. Aunque no existen límites precisos podría considerarse un rango entre 1000 y 46000 volts. En medio voltaje es muy común encontrar instalaciones con motores de más de 200 hp que operan con un voltaje de 4160 volts entre fases y 2400 volts entre fase y neutro.
  - d) Instalaciones de alto voltaje. Cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente.
  
- Por el nivel de voltaje predominante:
  - a) Instalaciones residenciales, son las de casa habitación.
  - b) Instalaciones industriales, se encuentran en el interior de las fábricas,



generalmente son de mayor potencia comparadas con la anterior.

- c) Instalaciones comerciales, respecto a su potencia son de tamaño comprendido entre las dos anteriores.
- d) Instalaciones en edificios, ya sea de oficinas, residencias, departamentos o cualquier otro uso, y pudieran tener su clasificación por separado de las anteriores.
- e) Hospitales.
- f) Instalaciones especiales.

➤ Por la forma de instalación:

- a) Visible: se puede ver directamente.
- b) Oculta: no se puede ver por estar dentro de muros, pisos, techos, etc. de los locales.
- c) Aérea: está formada por conductores paralelos, soportados por aisladores, usan el aire como aislante, pudiendo estar los conductores desnudos o forrados. En algunos casos se denomina también línea abierta.
- d) Subterránea: establecida debajo del piso, sin importar la forma de soporte o material del piso.

➤ Por el lugar de la instalación:

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales según, el lugar donde se ubiquen:

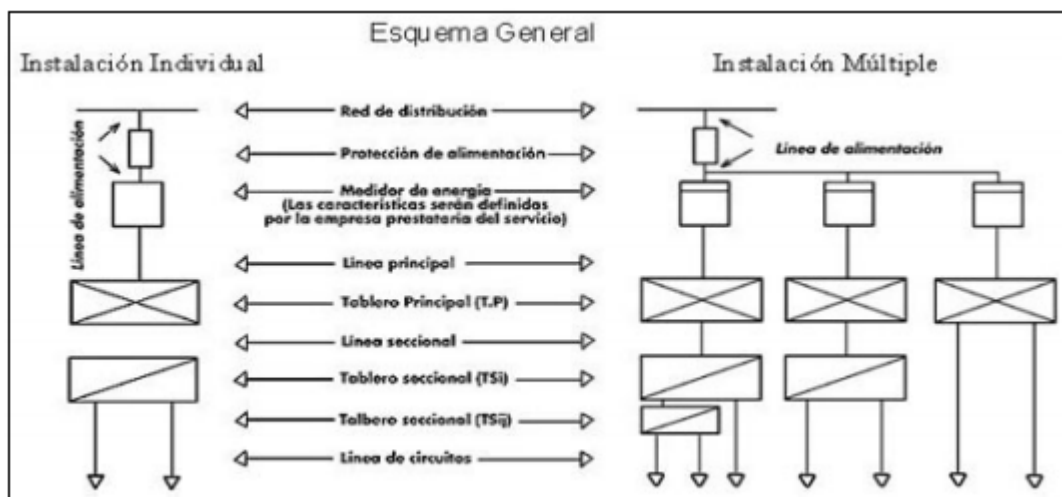
- a) Las instalaciones normales pueden ser interiores o exteriores. Están a la intemperie, deben de tener los accesorios necesarios (cubiertas, empaques y sellos) para evitar la penetración del agua de lluvia aun en condiciones de tormenta.
- b) Se consideran instalaciones especiales a aquellas colocadas en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible

- Dentro de estas clasificaciones también se subdividen por el tipo de lugar:
- a) **Lugar seco**, aquellos no sujetos normalmente a derrames de líquidos.
  - b) **Lugar húmedo**, los parcialmente protegidos por aleros, corredores techados pero abiertos, así como lugares interiores que están sujetos a un cierto grado de humedad pos-condensación, tal como sótanos, depósitos refrigerados o similares.
  - c) **Lugar mojado**, donde se tienen condiciones extremas de humedad, tales como intemperie, lavado de automóviles, instalaciones bajo tierra en contacto directo con el suelo, etc...
  - d) **Lugar corrosivo**, se pueden encontrar expuestas a sustancias químicas corrosivas.
  - e) **Lugar peligroso**, en donde las instalaciones están sujetas a peligro de incendio o explosión debido a gases o vapores inflamables, polvo o fibras combustibles dispersas en el aire

## **2.2. CONDICIONES GENERALES PARA LA DISPOSICIÓN DE LAS INSTALACIONES DE INTERIORES DE BAJO VOLTAJE.**

Se establece las condiciones mínimas que deberán cumplir las instalaciones eléctricas para preservar la seguridad de las personas y de los bienes, así como asegurar la confiabilidad de su funcionamiento. Rige para las instalaciones en inmuebles destinados a viviendas, comercios, oficinas y para las instalaciones en locales donde se cumplan funciones similares, inclusive las temporarias o provisorias, con voltajes alternos de hasta 1.000 V (valor eficaz) entre fases y con frecuencia nominal de 60 Hz.

Las instalaciones eléctricas en inmuebles deberán ajustarse como mínimo a alguno de los esquemas básicos indicados en la figura 2.1.



### 2.3. CANALIZACIONES

Las canalizaciones eléctricas sirven para proporcionar protección mecánica a los conductores, ya que los aísla físicamente y confina cualquier problema de calor o chispas producidas por falla de aislamiento.

Existe una gran variedad de medios para contener a los conductores eléctricos conocidos como canalizaciones eléctricas; algunas son de uso común y otras se usan en aplicaciones específicas.

Las canalizaciones eléctricas son los elementos utilizados para conducir los conductores eléctricos entre las diferentes partes de la instalación eléctrica. Las instalaciones eléctricas persiguen proveer de resguardo, seguridad a los conductores a la vez de propiciar un camino adecuado por donde colocar los conductores.

Canalización es un conducto cerrado diseñado para contener cables alambres buses-ductos, pueden ser metálicas o no metálicas. Aquí se incluyen los tipos de tuberías, ductos, canaletas, etc. Que se utilizan para protegerlos del medio ambiente y esfuerzos mecánicos que pudieran tener haciéndola instalación más segura.

- **Canaletas para cables.**

Las canaletas o pasos de cable son conjuntos prefabricados en secciones rectas las cuales pueden unir para formar sistemas de canalizaciones en general se tienen disponibles tres tipos de canaletas para cables.

- **Canaletas de paso.**

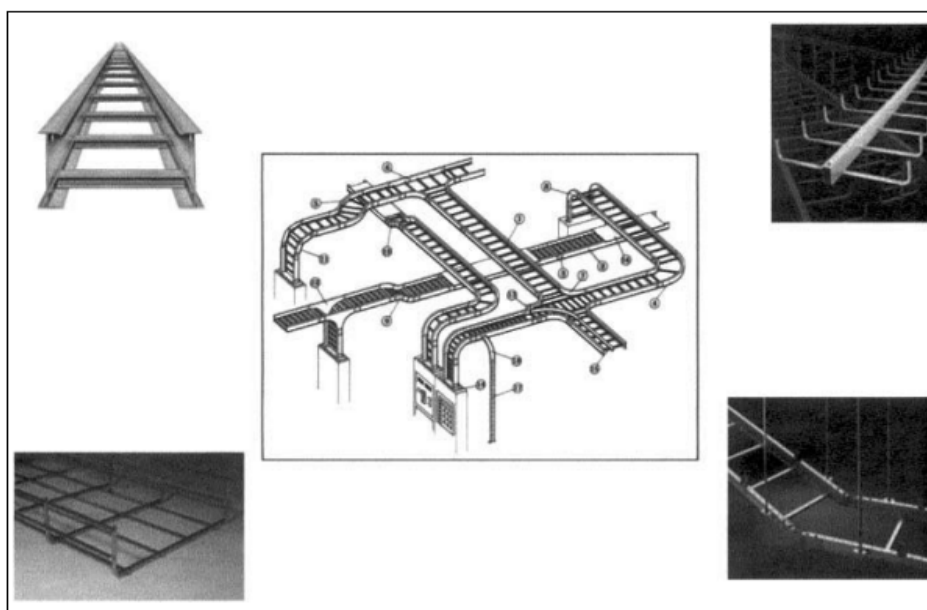
Tienen un fondo continuo, ya sea ventilado o no ventilado y con anchos estándar de 15, 22, 30 y 60 cm, este tipo se usa cuando los conductores son pequeños y requieren de un transporte completo. Riel lateral conductores

- **Canaleta tipo escalera.**

Estas son de construcción muy sencilla consisten de dos rieles laterales unidos o conectados por barrotes individuales, por lo general se usan como soporte para los cables de potencia se fabrican en anchos estándar de 15, 22, 30, 45, 60 y 75 cm de materiales de acero y aluminio.

- **Canaleta tipo canal.**

Estas están constituidas de una sección de canal ventilada se usan por lo general para soportar cables de potencia sencillos, múltiples o bien varios cables de control, se fabrican de acero o aluminio con anchos de 7.5 o 10 cm



*Figura 2.2 Canaletas tipo canal*

- **Soporte recto**

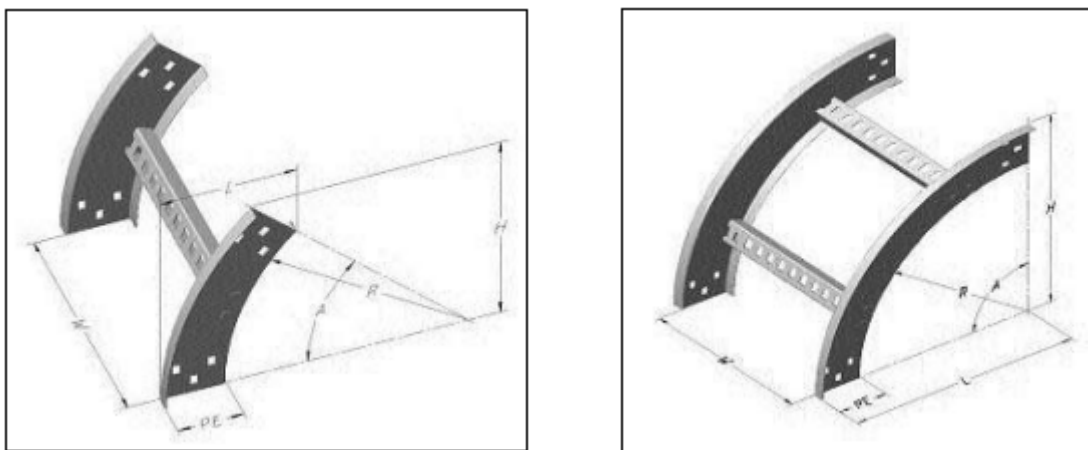
Soporte para cables que no presenta derivación, cambio de dirección o de tamaño. Se ofrece en un largo de 3,66 m.



*Figura 2.3 Soporte recto*

- **Curva vertical exterior**

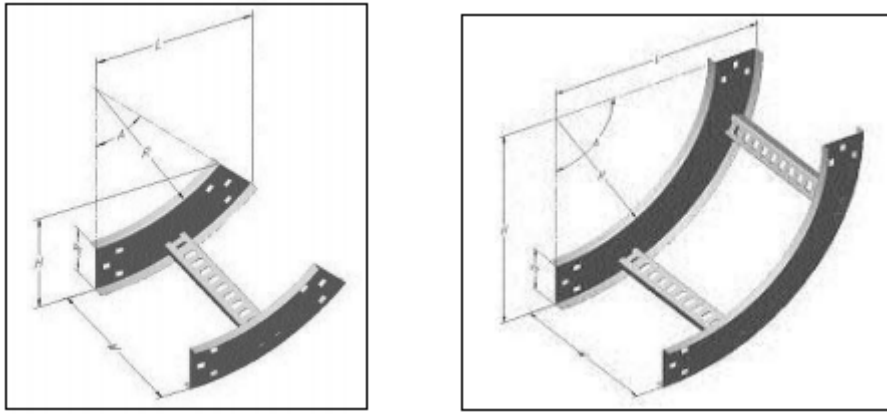
Accesorio que permite el cambio de dirección de un soporte recto para cables hacia abajo del plano horizontal. Se ofrece a 45° y 90°.



*Figura 2.4 Curva vertical exterior a 45° y 90°.*

- **Curva vertical interior**

Accesorio que permite el cambio de dirección de un soporte recto para cables hacia arriba del plano horizontal. Se ofrece a 45° y 90°.

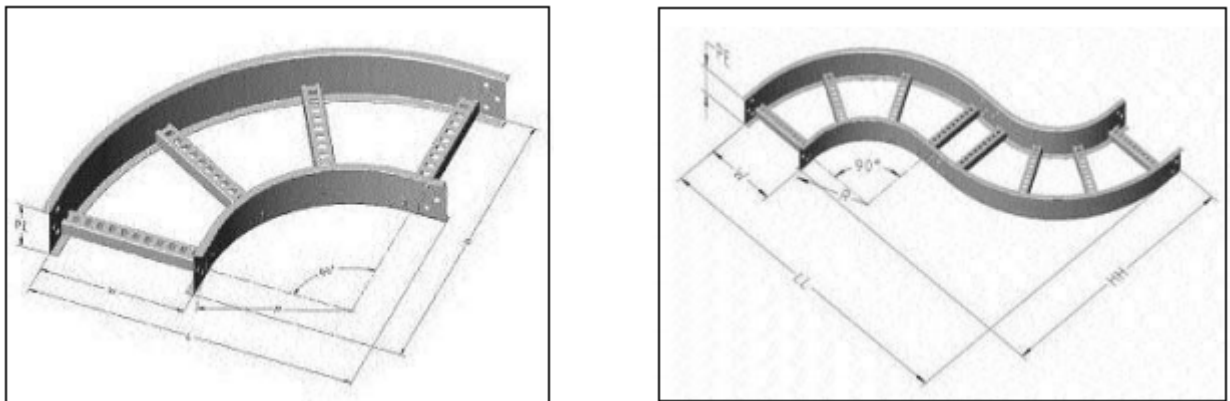


*Figura 2.5 Curva vertical interior a 45° y 90°.*

- **Curva horizontal a 90°**

Accesorio que permite el cambio de dirección de un soporte recto para cables en el plano horizontal 90°.

Se ofrece en dos diseños: curva horizontal sencilla a 90° y arreglo encontrado con dos charolas curvas horizontales a 90°.

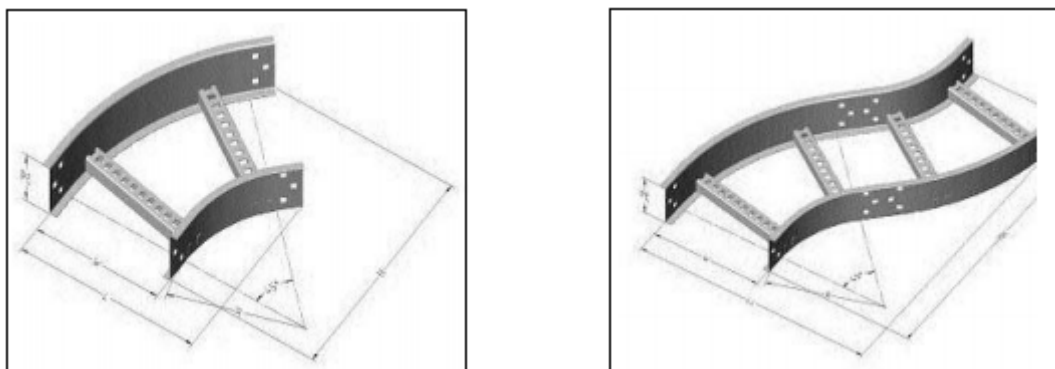


*Figura 2.6 Curva horizontal 90°.*

- **Curva horizontal a 45°**

Accesorio que permite el cambio de dirección de un soporte recto para cables en el plano horizontal 45°.

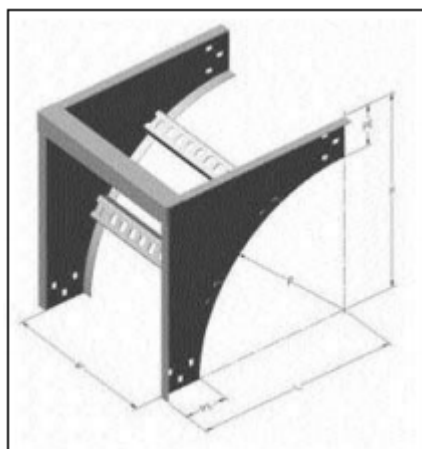
Se ofrece en dos diseños; curva horizontal sencilla a 45° y arreglo encontrado con dos charolas curvas horizontales a 45°.



*Figura 2.7 Curva horizontal a 45°.*

- **Curva vertical para soportes**

Accesorio que permite el cambio de dirección de un soporte recto para cables, hacia abajo del plano horizontal, ofreciendo dos direcciones para el acomodo de cables.



*Figura 2.8 Curva vertical para soportes.*

- **Reducciones rectas, laterales derechas o laterales izquierdas**

Accesorios que permiten la unión de tramos rectos de diferentes anchos en el mismo plano.

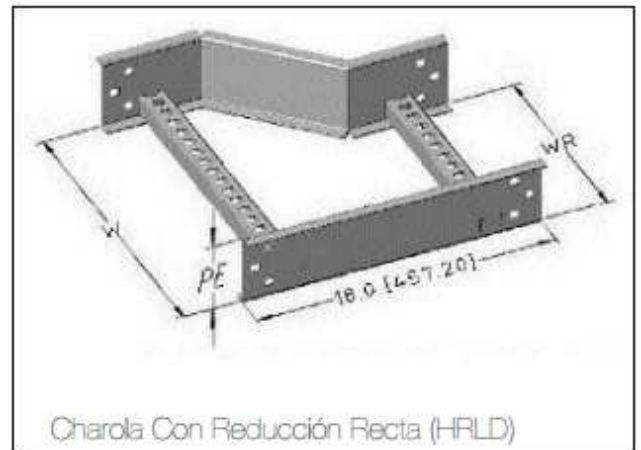


Figura 2.9 Reducciones rectas, (derecha e izquierda).

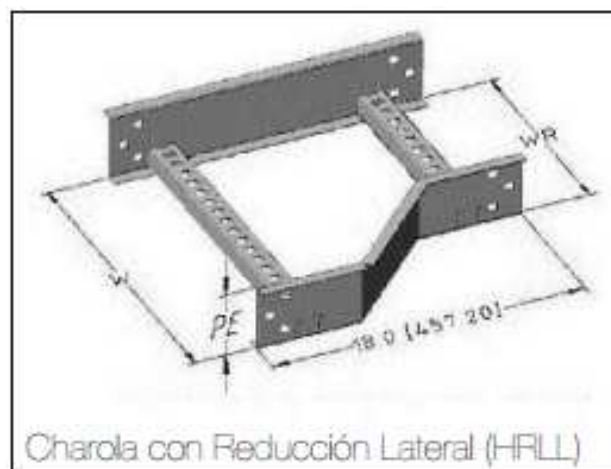


Figura 2.10 Reducción lateral.

- **T horizontal**

Accesorio que une soportes rectos para cables en tres direcciones a intervalos de  $90^\circ$  y específicamente diseñada para plano horizontal.

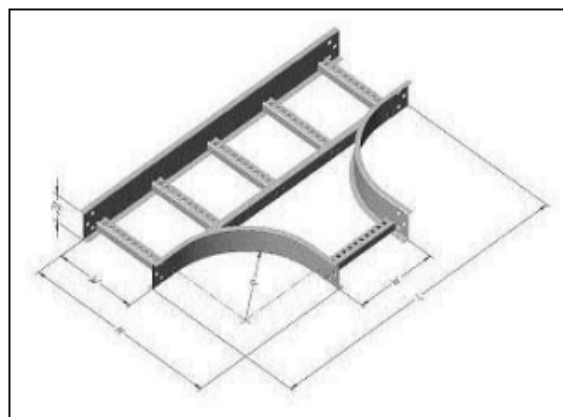
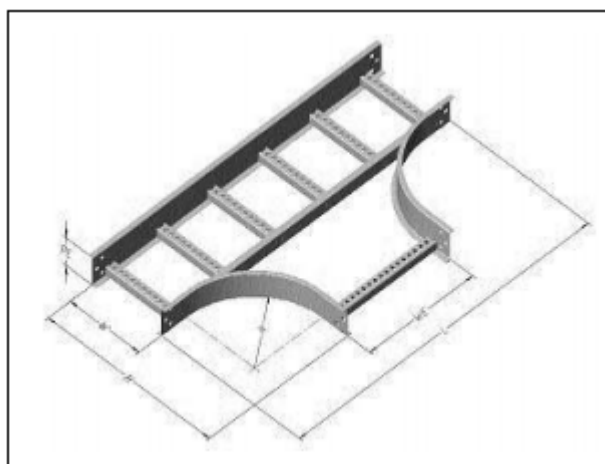


Figura 2.11 T horizontal.



- **T horizontal con expansión**

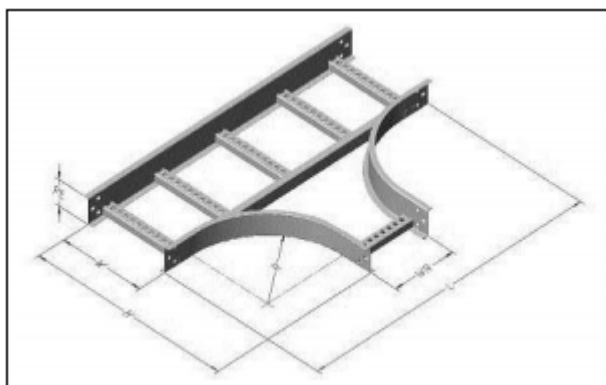
Accesorio que une soportes rectos para cables en tres direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano horizontal. Dos soportes rectos para cables del mismo ancho y uno de mayor ancho que los anteriores.



*Figura 2.12 T horizontal con expansión.*

- **T horizontal con reducción**

Accesorio que une soportes rectos para cables en tres direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano horizontal. Dos soportes rectos para cables del mismo ancho y uno de menor ancho que los anteriores.



*Figura 2.13 T horizontal con reducción.*

- **T vertical para soportes**

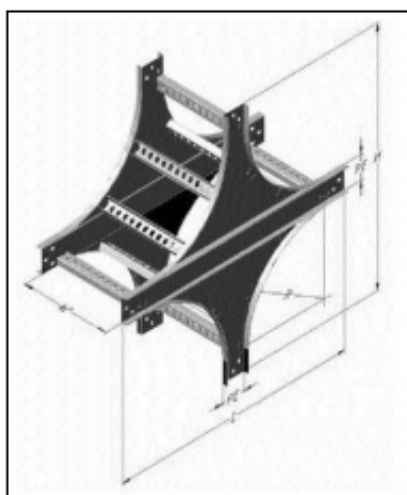
Accesorio que une soportes rectos para cables en tres direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano vertical.



*Figura 2.14 T vertical para soportes.*

- **X vertical para soportes**

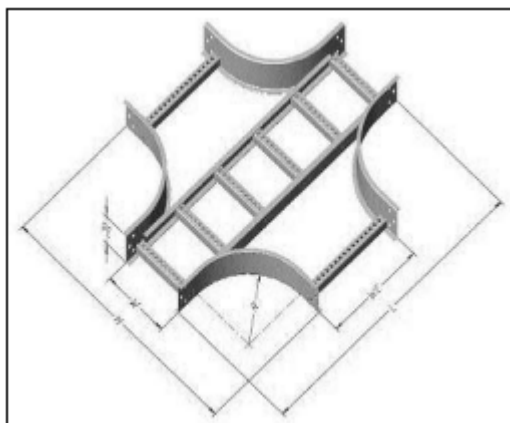
Accesorio que une soportes rectos para cables, en cuatro direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano vertical.



*Figura 2.15 X vertical para soportes.*

- **X horizontal**

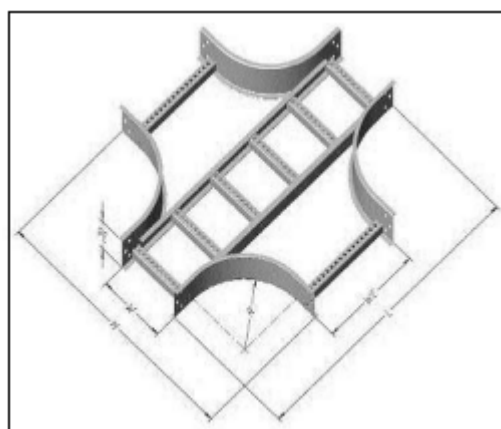
Accesorio de un soporte para cables que une tramos rectos, en cuatro direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano horizontal.



*Figura 2.16 X horizontal.*

- **X horizontal con expansión**

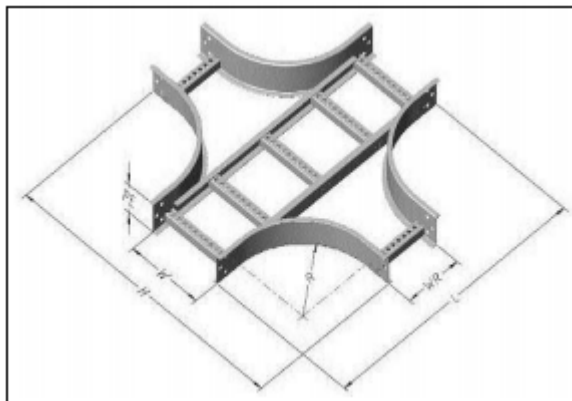
Accesorio de un soporte para cables que une tramos rectos, en cuatro direcciones a intervalos de 90° y específicamente diseñada para plano horizontal. Dos soportes rectos para cables del mismo ancho y dos de mayor ancho que los anteriores.



*Figura 2.17 X horizontal con expansión.*

- **X horizontal con reducción**

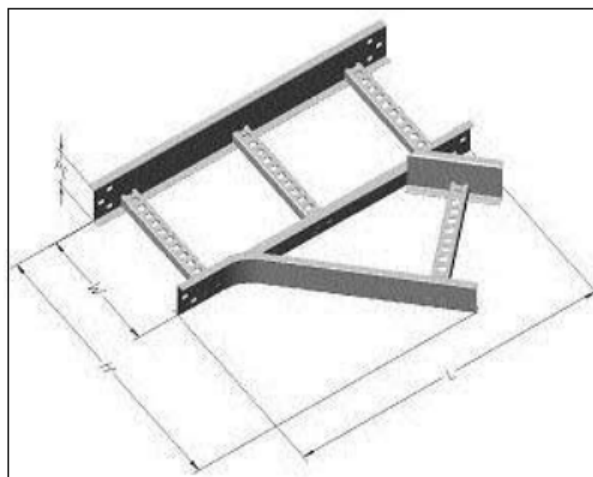
Accesorio de un soporte para cables que une tramos rectos, en cuatro direcciones a intervalos de  $90^\circ$  y específicamente diseñada para plano horizontal. Dos soportes rectos para cables del mismo ancho y dos de menor ancho que los anteriores.



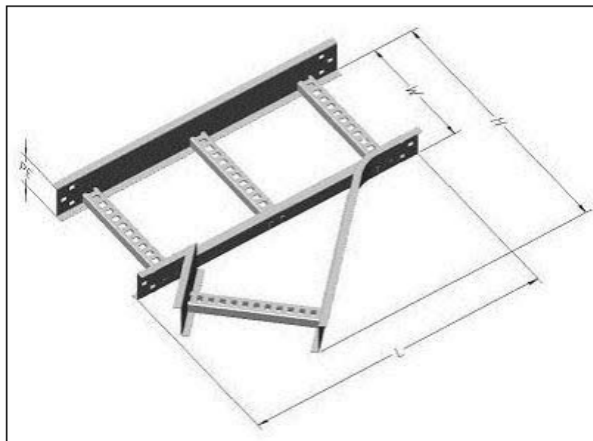
*Figura 2.18 X horizontal con reducción.*

- **Y horizontal derecha o izquierda**

Accesorio que permite una derivación de un soporte recto para cables a la derecha o la izquierda, en el plano horizontal.



*Figura 2.19 Y horizontal derecha.*



*Figura 2.20 Y horizontal izquierda.*

## **2.4. TABLEROS**

Los tableros, también llamados cuadros, gabinetes, paneles, consolas o armarios eléctricos de bajo voltaje, principales, de distribución, de protección o de control que alojen elementos o aparatos de potencia eléctrica de 24 V o más o sean de uso exclusivo para este propósito.

### **2.4.1. CONDICIONES PARA LA INSTALACIÓN DE TABLEROS**

Para bajo voltaje son adaptados de las normas UL 67, UL 508, NTC 3475, NTC 3278, NTC-IEC 60439-3, NTC 2050, y su cumplimiento será comprobado mediante Certificado de Conformidad.

- a. Tanto el cofre como la tapa de un tablero general de acometidas auto soportado (tipo armario), deben ser construidos en lámina de acero, cuyo espesor y acabado debe resistir los esfuerzos mecánicos, eléctricos y térmicos, así como los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm.

El tablero puede tener instrumentos de medida de corriente para cada una de las fases, de tensión entre fases o entre fase y neutro (con o sin selector), así como lámparas de indicación de funcionamiento del sistema (normal o emergencia).

- b. El tablero de distribución, accesible sólo desde el frente; debe construirse en lámina de acero de espesor mínimo 0,9 mm para tableros hasta de 12 circuitos y en lámina de acero de espesor mínimo 1,2 mm para tableros desde 13 hasta 42 circuitos.
- c. Los encerramientos de estos tableros deben resistir los efectos de la humedad y la corrosión, verificados mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm, conforme a la NTC 1156 o la ASTM 117.
- d. Se admite la construcción de encerramientos plásticos o una combinación metal-plástico para los tableros de distribución, siempre que sean auto extinguidos (soportar la prueba del hilo a 650 °C durante 30 segundos) sin sostener la llama cuando se retire el hilo.
- e. Los tableros deben ser resistentes al impacto contra choques mecánicos mínimo grado IK 05 y tener un grado de protección contra sólidos no mayores de 12,5 mm, líquidos de acuerdo al lugar de operación y contacto directo, mínimo IP 2XC o su equivalente NEMA .
- f. Los compuestos químicos utilizados en la elaboración de las pinturas para aplicarse en los tableros, no deben contener TGIC (Isocianurato de Triglicidilo).
- g. Todo tablero debe tener su respectivo diagrama unifilar actualizado.

- **PARTES CONDUCTORAS DE CORRIENTE DE TABLEROS DE BAJA TENSIÓN.**

Las partes conductoras de los tableros deberán cumplir los siguientes requisitos:

- a. Toda parte conductora de corriente debe ser rígida y construida en plata, una aleación de plata, cobre, aleación de cobre, aluminio, u otro metal que se haya comprobado útil para esta aplicación. No se debe utilizar el hierro o el acero en una parte que debe conducir corriente.
- b. Para asegurar los conectores a presión y los barrajes se deben utilizar tornillos de acero, tuercas y clavijas de conexión. El cobre y el latón no son aceptables para recubrir tornillos de soporte, tuercas y terminales de clavija de conexión, pero se acepta un revestimiento de cadmio, cinc, estaño o plata. Todo terminal debe llevar tornillos de soporte de acero en conexión con una placa terminal no ferrosa.
- c. La capacidad de corriente de los barrajes de fase no debe ser menor que la proyectada para los conductores del alimentador del tablero. Todos los barrajes, incluido el del neutro y el de tierra se deben montar sobre aisladores.
- d. La disposición de las fases de los barrajes en los tableros trifásicos, debe ser A, B, C, tomada desde el frente hasta la parte posterior; de la parte superior a la inferior, o de izquierda a derecha, vista desde el frente del tablero.
- e. Todas las partes externas del panel deben ser puestas sólidamente a tierra mediante conductores de protección y sus terminales se deben identificar con el símbolo de puesta a tierra.

- f. Todos los elementos internos que soportan equipos eléctricos deben estar en condiciones de resistir los esfuerzos electrodinámicos producidos por las corrientes de falla del sistema. Las dimensiones, encerramientos y barreras deben permitir espacio suficiente para alojamiento de los terminales y curvaturas de los cables.
- g. Las partes fabricadas con materiales aislantes serán resistentes al calor, al fuego y a la aparición de caminos de fuga. La puerta o barrera que cubre los interruptores automáticos debe permitir su desmonte dejando puntos eléctricos al alcance (contacto directo) solamente mediante el uso de una herramienta.

- **TERMINALES DE ALAMBRADO DE TABLEROS DE BAJO VOLTAJE.**

Los terminales de alambrado de los tableros deben cumplir los siguientes requisitos:

- a. Un terminal, tal como un conector de alambre a presión o un tornillo de sujeción, debe encargarse de la conexión de cada conductor diseñado para instalarse en el tablero en campo y debe ser del mismo tipo al utilizado durante los ensayos de cortocircuito.
- b. Cada circuito de derivación debe disponer de un terminal de salida para la conexión de los conductores de neutro o tierra requeridos.
- c. El fabricante debe indicar las características físicas, eléctricas y mecánicas correspondientes del tablero de acuerdo con el uso recomendado.
- d. Debe indicarse la tensión de trabajo del tablero y la capacidad de corriente de los barrajes de las fases, el neutro y la tierra.



- e. Debe proveerse un barraje aislado para los conductores neutros del circuito alimentador y los circuitos derivados.
- f. No se permite la unión de varios terminales eléctricos mediante cable o alambres para simular barrajes en aplicaciones tanto de fuerza como de control.
- g. El tablero debe tener un barraje para conexión a tierra del alimentador, con suficientes terminales de salida para los circuitos derivados.
- h. La instalación del tablero debe tener en cuenta el código de colores establecido en las normas correspondientes e identificar cada uno de los circuitos

#### **2.4.2. CAJAS DE CONEXIONES**

Las cajas y en general los elementos utilizados como encerramientos de aparatos eléctricos deben cumplir los siguientes requisitos adaptados de las normas NTC 2958, UL 50, UL 746C, IEC60670-1, IEC 60670-24 e IEC 60998-2-5, y demostrar su cumplimiento mediante el certificado de producto.

- **REQUISITOS DE INSTALACIÓN**

- a. Las cajas y canaletas deben instalarse de conformidad con los lineamientos del Capítulo 3 de la NTC 2050 Primera Actualización.
- b. Las cajas utilizadas en las salidas para artefactos de alumbrado (portalámparas), deben estar diseñadas para ese fin y no se permite la instalación de cajas rectangulares.
- c. En paredes o cielorrasos de concreto, ladrillo o cualquier otro material no combustible, las cajas deberán ser instaladas de modo que el borde frontal de dicha caja no se encuentre a más de 15 mm de la superficie de acabado

final; cuando por razones constructivas no se pueda cumplir este requisito se debe instalar suplementos a la caja, aprobados para ese uso; en todo caso se deberá garantizar el encerramiento, la estabilidad mecánica del aparato o equipo a instalar y las distancias de seguridad. En paredes o cielorrasos construidos en madera u otro material combustible, las cajas deberán quedar a ras o sobresalir de la superficie de acabado.

- **REQUISITOS DE PRODUCTO**

- a. Ser resistentes a la corrosión. Para cajas pintadas con esmalte o recubrimiento anticorrosivo, este debe aplicarse por dentro y por fuera de la caja después de realizado el maquinado y verificarse **mediante pruebas bajo condiciones de rayado en ambiente salino, durante al menos 400 horas, sin que la progresión de la corrosión en la raya sea mayor a 2 mm**. Para cajas galvanizadas se debe aplicar ensayos de corrosión de acuerdo con lo establecido en normas internacionales para cada tipo de galvanizado.
- b. Las cajas de acero de volumen inferior a 1640 cm<sup>3</sup>, deben estar fabricadas en lámina de no menos 0,9 mm de espesor o su equivalente calibre 20.
- c. Las cajas metálicas de volumen mayor de 1640 cm<sup>3</sup>, deben estar construidas de modo que sean rígidas y resistentes a los esfuerzos mecánicos que se requieran. Si son de lámina de acero el espesor de la lámina no debe ser inferior a 0,9 mm.

### **2.4.3. CONDUCTORES**

Los conductores usados en redes de distribución deben cumplir los requerimientos eléctricos y mecánicos para las condiciones donde sean instalados y deben contar con el certificado de producto de cumplimiento con las normas del INEN.

- **CONDUCTORES AÉREOS.**

- a. En ningún momento los conductores deben ser sometidos a tensiones mecánicas por encima de las especificadas como de rotura y el tendido en redes aéreas no debe pasar el 25% de la tensión de rotura.
- b. Deben instalarse con los herrajes apropiados al tipo y propiedades de material y calibre del conductor.
- c. En el diseño se debe en cuenta el criterio de pérdidas técnicas en la selección del conductor económico.
- d. En áreas donde no se puedan garantizar las distancias de seguridad, deberá utilizarse conductores aislados o semiaislados.
- e. Los empalmes de conductores aéreos deben garantizar operar por lo menos al 90% de la tensión de rotura sin que el conductor se deslice.
- f. Los conectores o uniones con otros conductores deberán ser de materiales apropiados que no produzcan par galvánicos, que pongan en riesgo de rotura el conductor.
- g. Cuando se observe deterioro del conductor por la pérdida de hilos, afectaciones por arcos o cortocircuitos que disminuyan su voltaje de rotura, deberá cambiarse o tomarse las acciones correctivas.

- **CONDUCTORES SUBTERRÁNEOS**

- a. Se entenderá por canalización subterránea a aquella en que los ductos o los conductores van enterrados directamente en el suelo.  
No se considerará canalización subterránea a aquella que se instale en la losa de cimentación de una construcción.

- b. Al realizar un proyecto de canalizaciones subterráneas, deberá efectuarse un estudio cuidadoso de las condiciones del terreno y las instalaciones; en función de estas condiciones se determinará el tipo de canalización a emplear y sus características de construcción. Entre las condiciones de terreno que afectan a las características de las canalizaciones subterráneas está la presencia de capas freáticas superficiales, nivel de precipitaciones pluviales en la zona, estabilidad, composición química del terreno, etc.
- c. Se podrán usar como sistema de canalización subterránea conductores aislados tendidos directamente en tierra, tuberías metálicas y tuberías no metálicas rígidas o semirrígidas.
- d. Conductores tendidos directamente en tierra, se utilizarán sólo los conductores aprobados para este uso.
- e. No se permite el tendido de conductores directamente en: tierra en jardines, bajo calzadas, recintos pavimentados o sitios sobre los cuales se levanten construcciones definitivas.
- f. En caso de que los conductores tendidos directamente en tierra deban cruzar bajo una calzada, este cruce deberá hacerse a través de un ducto apropiado que cubra todo el tramo.
- g. Tuberías metálicas. Se utilizarán tuberías de acero galvanizado rígidas para uso pesado o tuberías metálicas flexibles aprobadas para este uso, de acuerdo a lo prescrito en las secciones
- h. En las canalizaciones subterráneas se considerará el uso de pozos o cajas de revisión tipos A, B o C, especificadas en 8.2.13.
- i. En canalizaciones subterráneas está prohibido el tendido directo, sin ductos, de conductores tipo TW, THW, THHN, THWN, NSYA. Se deben usar conductores tipo TTU.

#### 2.4.4. TABLEROS DE LAS INSTALACIONES INTERIORES

Un tablero eléctrico es una caja o gabinete que contiene los dispositivos de conexión, maniobra, comando, medición, protección, alarma y señalización, con sus cubiertas y soportes correspondientes, para cumplir una función específica dentro de un sistema eléctrico. La fabricación o ensamblaje de un tablero eléctrico debe cumplir criterios de diseño y normativas que permitan su funcionamiento correcto una vez energizado, garantizando la seguridad de los operarios y de las instalaciones en las cuales se encuentran ubicados.

Los equipos de protección y de control, así como los instrumentos de medición, se instalan por lo general en tableros eléctricos, teniendo una referencia de conexión estos pueden ser.

- Diagrama Unifilar
- Diagrama de Control
- Diagrama de interconexión

Las instalaciones eléctricas interiores están tipificadas en las normas y corresponde a las instalaciones que se efectúan a partir de la acometida hasta los puntos de utilización.

En términos generales comprende a las acometidas, los alimentadores, subalimentadores, tableros, sub-tableros, circuitos derivados, sistemas de protección y control, sistemas de medición y registro, sistemas de puesta a tierra y otros.

##### - TIPOS DE TABLEROS ELÉCTRICOS

Según su ubicación en la instalación eléctrica, los tableros eléctricos se clasifican en:

- **Tablero principal de distribución:** Este tablero está conectado a la línea eléctrica principal y de él se derivan los circuitos secundarios. Este tablero contiene el interruptor principal.

- **Tableros secundarios de distribución:** Son alimentados directamente por el tablero principal. Son auxiliares en la protección y operación de subalimentadores.
- **Tableros de paso:** Tienen la finalidad de proteger derivaciones que por su capacidad no pueden ser directamente conectadas alimentadores o subalimentadores. Para llevar a cabo esta protección cuentan con fusibles.
- **Gabinete individual del medidor:** Este recibe directamente el circuito de alimentación y en él está el medidor de energía desde el cual se desprende el circuito principal.
- **Tableros de comando:** Contienen dispositivos de seguridad y maniobra.

Aplicaciones de los tableros eléctricos según el uso de la energía eléctrica

Como sabemos, la energía eléctrica tiene múltiples usos. Puede tener uso industrial, doméstico, también es posible utilizarla en grandes cantidades para alumbrado público, entre otros. Por otro lado, los tableros eléctricos tienen, según el uso de la energía eléctrica, las siguientes aplicaciones:

- Tablero Residencial ó Centro de Carga (TR)
- Centro de Distribución de Potencia (CDP)
- Centro de Fuerza (CDF)
- Centro de Control de Motores (CCM)
- Tableros de Distribución (TD)
- Tableros de Alumbrado (TA)
- Consolas y Pupitres de Mando (CPM)
- Celdas de Seccionamiento (CSEC)
- Subestaciones (S/E)

### - **Tableros de medidores**

La instalación de los medidores en tableros de compartimientos múltiples resuelve en poco espacio el montaje, la conexión y la lectura.

Los tableros de medidores instalados en del Mercado del Salto Latacunga fueron instalados en cuartos de fácil acceso, y alejados de otras instalaciones, tales como las de agua, gas, teléfono, etc.

Fueron colocados un total de cuatros tableros, distribuidos uno por cada piso como se puede apreciar en la siguiente figura:



*Figura 2.21 Tablero de la Tercera Planta Alta del Mercado del Salto Latacunga*

## **2.5. CIRCUITOS DE ALUMBRADO**

Un circuito de alumbrado es aquel que suministra energía solamente a los aparatos y elementos de alumbrado.

Se considerará instalación de alumbrado a toda aquella en que la energía eléctrica se utilice preferentemente para iluminar el o los recintos considerados, sin perjuicio que a la vez se le utilice para accionar artefactos electrodomésticos o máquinas pequeñas similares conectadas a través de enchufes.

Por razones de operación, facilidad de mantenimiento y de seguridad, las instalaciones de alumbrado se dividirán en circuitos, los cuales, en lo posible, deberán servir áreas de radio limitado.

Cada circuito de alumbrado estará formado por centros de consumo, entendiéndose por tales a los artefactos de iluminación que se instalen en puntos físicos determinados o a los enchufes hembra que permitan la conexión de artefactos susceptibles de conectarse a este tipo de circuitos.

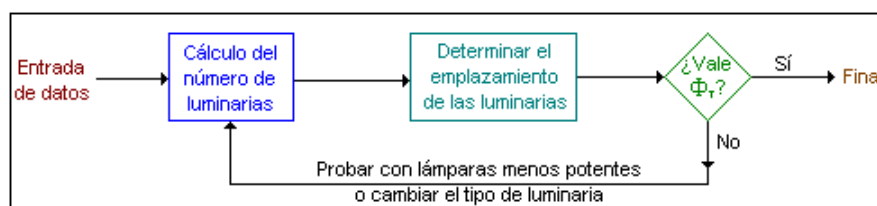
### 2.5.1. CÁLCULO DE INSTALACIONES DE ALUMBRADO DE INTERIORES

El cálculo de los niveles de iluminación de una instalación de alumbrado de interiores es bastante sencillo. A menudo nos bastará con obtener el valor medio del alumbrado general usando el método de los lúmenes.

Para los casos en que requiramos una mayor precisión o necesitemos conocer los valores de las iluminancias en algunos puntos concretos como pasa en el alumbrado general localizado o el alumbrado localizado recurriremos al método del punto por punto.

- **Método de los lúmenes**

La finalidad de este método es calcular el valor medio en servicio de la iluminancia en un local iluminado con alumbrado general. Es muy práctico y fácil de usar, y por ello se utiliza mucho en la iluminación de interiores cuando la precisión necesaria no es muy alta como ocurre en la mayoría de los casos. El proceso a seguir se puede explicar mediante el siguiente diagrama de bloques:

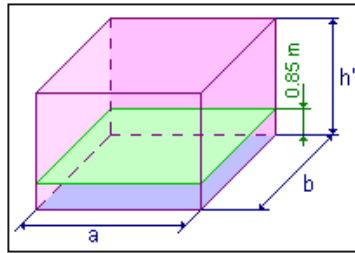


*Figura 2.22 Proceso para el método de los lúmenes*

#### Datos de entrada

- Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo (la altura del suelo a la superficie de la mesa de trabajo), normalmente de 0.85 m.

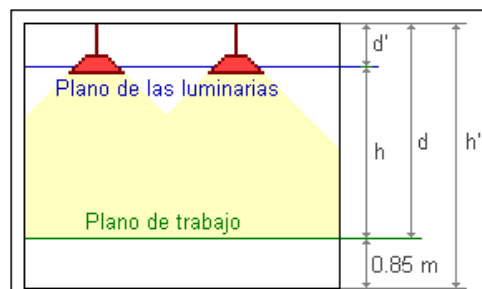




*Figura 2.23 Dimensiones del local y la altura del plano de trabajo*

Determinar el nivel de iluminancia media ( $E_m$ ). Este valor depende del tipo de actividad a realizar en el local y podemos encontrarlos tabulados en las normas y recomendaciones que aparecen en la bibliografía.

- Escoger el tipo de lámpara (incandescente, fluorescente...) más adecuada de acuerdo con el tipo de actividad a realizar.
- Escoger el sistema de alumbrado que mejor se adapte a nuestras necesidades y las luminarias correspondientes.
- Determinar la altura de suspensión de las luminarias según el sistema de iluminación escogido.



*Figura 2.24 Determinación de la altura de suspensión de las luminarias*

Donde:

- $h$ : altura entre el plano de trabajo y las luminarias
- $h'$ : altura del local
- $d$ : altura del plano de trabajo al techo
- $d'$ : altura entre el techo y las luminarias

Locales de altura normal (oficinas, viviendas, aulas...)	Lo más altas posibles
Locales con iluminación directa, semidirecta y difusa	Mínimo: $h = \frac{2}{3} \cdot (h' - 0.85)$ Optimo: $h = \frac{4}{5} \cdot (h' - 0.85)$
Locales con iluminación indirecta	$d' \approx \frac{1}{4} \cdot (h' - 0.85)$ $h \approx \frac{3}{4} \cdot (h' - 0.85)$

- Calcular el **índice del local (k)** a partir de la geometría de este. En el caso del **método europeo** se calcula como:

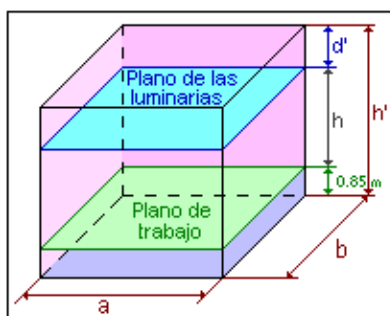


Figura 2.25 Cálculo del índice del local

Sistema de iluminación	Índice del local
Iluminación directa, semidirecta, directa-indirecta y general difusa	$k = \frac{a \cdot b}{h \cdot (a + b)}$
Iluminación indirecta y semiindirecta	$k = \frac{3 \cdot a \cdot b}{2 \cdot (h + 0.85) \cdot (a + b)}$

Donde **k** es un número comprendido entre 1 y 10. A pesar de que se pueden obtener valores mayores de 10 con la fórmula, no se consideran pues la diferencia entre usar diez o un número mayor en los cálculos es despreciable.

- Determinar los **coeficientes de reflexión** de techo, paredes y suelo. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabado. Si no disponemos de ellos, podemos tomarlos de la siguiente tabla.

	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	claro	0.5
	medio	0.3
Paredes	claro	0.5
	medio	0.3
	oscuro	0.1
Suelo	claro	0.3
	oscuro	0.1

En su defecto podemos tomar 0.5 para el techo, 0.3 para las paredes y 0.1 para el suelo.

- Determinar el **factor de utilización** ( $\eta$ , CU) a partir del índice del local y los factores de reflexión. Estos valores se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. En las tablas encontramos para cada tipo de luminaria los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Si no se pueden obtener los factores por lectura directa será necesario [interpolar](#).

Tipo de aparato de alumbrado	Índice del local k	Factor de utilización ( $\eta$ )								
		Factor de reflexión del techo								
		0.7			0.5			0.3		
		Factor de reflexión de las paredes								
		0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1	0.5	0.3	0.1
	1	.28	.22	.16	.25	.22	.16	.26	.22	.16
	1.2	.31	.27	.20	.30	.27	.20	.30	.27	.20
	1.5	.39	.33	.26	.36	.33	.26	.36	.33	.26
	2	.45	.40	.35	.44	.40	.35	.44	.40	.35
	2.5	.52	.46	.41	.49	.46	.41	.49	.46	.41
	3	.54	.50	.45	.53	.50	.45	.53	.50	.45
	4	.61	.56	.52	.60	.56	.52	.60	.56	.52
	5	.63	.60	.56	.63	.60	.56	.62	.60	.56
	6	.68	.63	.60	.66	.63	.60	.65	.63	.60
	8	.71	.67	.64	.69	.67	.64	.68	.67	.64
	10	.72	.70	.67	.71	.70	.67	.71	.70	.67

Ejemplo de tabla del factor de utilización

- Determinar el **factor de mantenimiento** ( $f_m$ ) o **conservación** de la instalación. Este coeficiente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual podemos tomar los siguientes valores:

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

### Cálculos

- Cálculo del flujo luminoso total necesario. Para ello aplicaremos la fórmula

$$\Phi_T = \frac{E \cdot S}{\eta \cdot f_m}$$

onde:

- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total
  - E es la iluminancia media deseada
  - S es la superficie del plano de trabajo
  - $\eta$  es el factor de utilización
  - $f_m$  es el factor de mantenimiento
- Cálculo del número de luminarias (redondeado por exceso).

$$N = \frac{\Phi_T}{n \cdot \Phi_L}$$

donde:

- N es el número de luminarias
- $\Phi_T$  es el flujo luminoso total
- $\Phi_L$  es el flujo luminoso de una lámpara
- n es el número de lámparas por luminaria

### Emplazamiento de las luminarias

Una vez hemos calculado el número mínimo de lámparas y luminarias procederemos a distribuir las sobre la planta del local. En los locales de planta rectangular las luminarias se reparten de forma uniforme en filas paralelas a los ejes de simetría del local según las fórmulas:

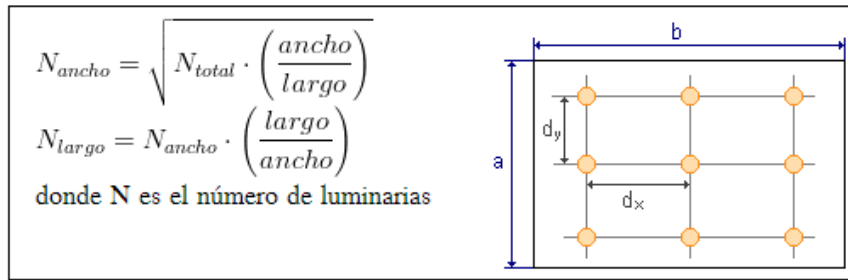


Figura 2.26 Cálculo para la distribución de las luminarias

La distancia máxima de separación entre las luminarias dependerá del ángulo de apertura del haz de luz y de la altura de las luminarias sobre el plano de trabajo. Veámoslo mejor con un dibujo:

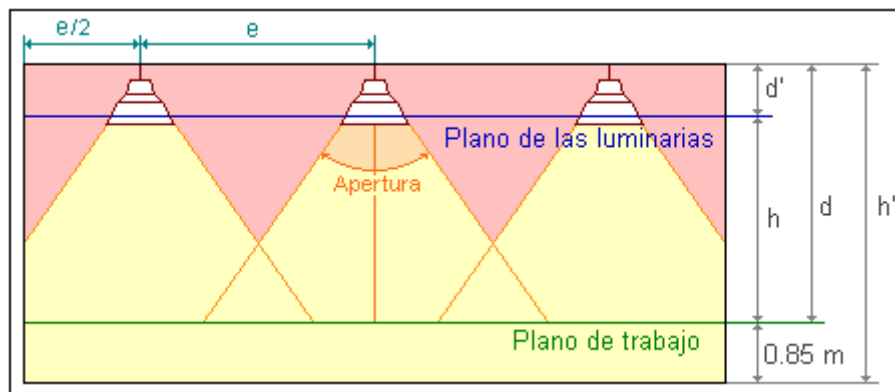


Figura 2.27 Plano de luminarias.

Como puede verse fácilmente, mientras más abierto sea el haz y mayor la altura de la luminaria más superficie iluminará aunque será menor el nivel de iluminancia que llegará al plano de trabajo tal y como dice la ley inversa de los cuadrados. De la misma manera, vemos que las luminarias próximas a la pared necesitan estar más cerca para iluminarla. Las conclusiones sobre la separación entre las luminarias las podemos resumir como sigue:

Tipo de luminaria	Altura del local	Distancia máxima entre luminarias
intensiva	> 10 m	$e \leq 1.2 h$
extensiva	6 - 10 m	$e \leq 1.5 h$
semiextensiva	4 - 6 m	
extensiva	$\leq 4 m$	$e \leq 1.6 h$
distancia pared-luminaria: $e/2$		

Si después de calcular la posición de las luminarias nos encontramos que la distancia de separación es mayor que la distancia máxima admitida quiere decir que la distribución luminosa obtenida no es del todo uniforme. Esto puede deberse a que la potencia de las lámparas escogida sea excesiva. En estos casos conviene rehacer los cálculos probando a usar lámparas menos potentes, más luminarias o emplear luminarias con menos lámparas.

### Comprobación de los resultados

Por último, nos queda comprobar la validez de los resultados mirando si la iluminancia media obtenida en la instalación diseñada es igual o superior a la recomendada en las tablas.

$$E_m = \frac{n \cdot \Phi_L \cdot \eta \cdot f_m}{S} \geq E_{tablas}$$

- **Método del punto por punto**

El método de los lúmenes es una forma muy práctica y sencilla de calcular el nivel medio de la iluminancia en una instalación de alumbrado general.

Pero, qué pasa si queremos conocer cómo es la distribución de la iluminación en instalaciones de alumbrado general localizado o individual donde la luz no se distribuye uniformemente o cómo es exactamente la distribución en el alumbrado general. En estos casos emplearemos el método del punto por punto que nos permite conocer los valores de la iluminancia en puntos concretos.

Consideraremos que la iluminancia en un punto es la suma de la luz proveniente de dos fuentes: una componente directa, producida por la luz que llega al plano de trabajo directamente de las luminarias, y otra indirecta o reflejada procedente de la reflexión de la luz de las luminarias en el techo, paredes y demás superficies del local.

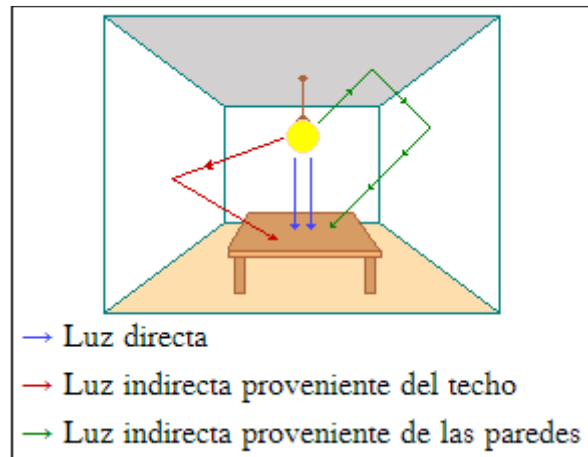


Figura 2.28 Iluminancia en un punto

En el ejemplo anterior podemos ver que sólo unos pocos rayos de luz serán perpendiculares al plano de trabajo mientras que el resto serán oblicuos. Esto quiere decir que de la luz incidente sobre un punto, sólo una parte servirá para iluminar el plano de trabajo y el resto iluminará el plano vertical a la dirección incidente en dicho punto.

En general, para hacernos una idea de la distribución de la iluminancia nos bastará con conocer los valores de la iluminancia sobre el plano de trabajo; es decir, la iluminancia horizontal. Sólo nos interesará conocer la iluminancia vertical en casos en que se necesite tener un buen modelado de la forma de los objetos (deportes de competición, escaparates, estudios de televisión y cine, retransmisiones deportivas...) o iluminar objetos en posición vertical (obras de arte, cuadros, esculturas, pizarras, fachadas...)

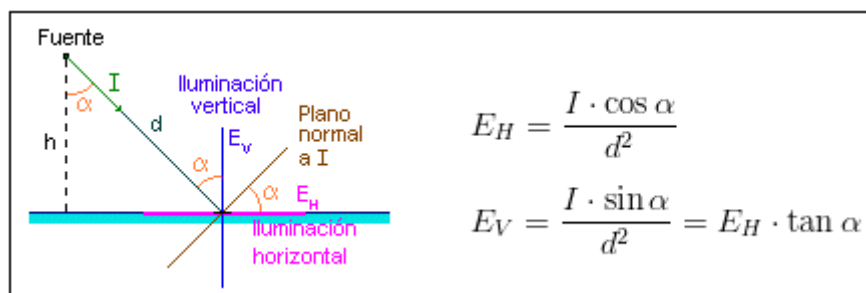


Figura 2.29 Componentes de la iluminancia en un punto

Para utilizar el método del punto por punto necesitamos conocer previamente las características fotométricas de las lámparas y luminarias empleadas, la disposición de las mismas sobre la planta del local y la altura de estas sobre el plano de trabajo. Una vez conocidos todos estos elementos podemos empezar a calcular las iluminancias. Mientras más puntos calculemos más información tendremos sobre la distribución de la luz. Esto es particularmente importante si trazamos los diagramas isolux de la instalación.

Como ya hemos mencionado, la iluminancia horizontal en un punto se calcula como la suma de la componente de la iluminación directa más la de la iluminación indirecta. Por lo tanto:

$$E = E_{\text{directa}} + E_{\text{indirecta}}$$

### 2.5.2. PRINCIPIOS DEL ALAMBRADO ELÉCTRICO

El alambrado de una instalación eléctrica consiste básicamente de tres etapas:

1. **Elaboración de planos**, en los cuales se indica por medio de símbolos convencionales la localización de los principales elementos de la instalación.

2. **Las indicaciones necesarias para el alambrado y diagrama de conexiones para cada uno de los elementos** de la instalación. Esto es particularmente importante para la instalación misma y sobre todo para el electricista que aún no tiene experiencia.

3. **Los detalles mismos de la ejecución** de cada una de partes de la instalación eléctrica, como son: formas de ejecutar las conexiones, número de conductores por elemento, etc.

El conocimiento general de estas tres etapas en el inicio del cálculo o proyecto de una instalación eléctrica, permitirá disponer de la información necesaria para el cálculo propiamente dicho de la instalación eléctrica.

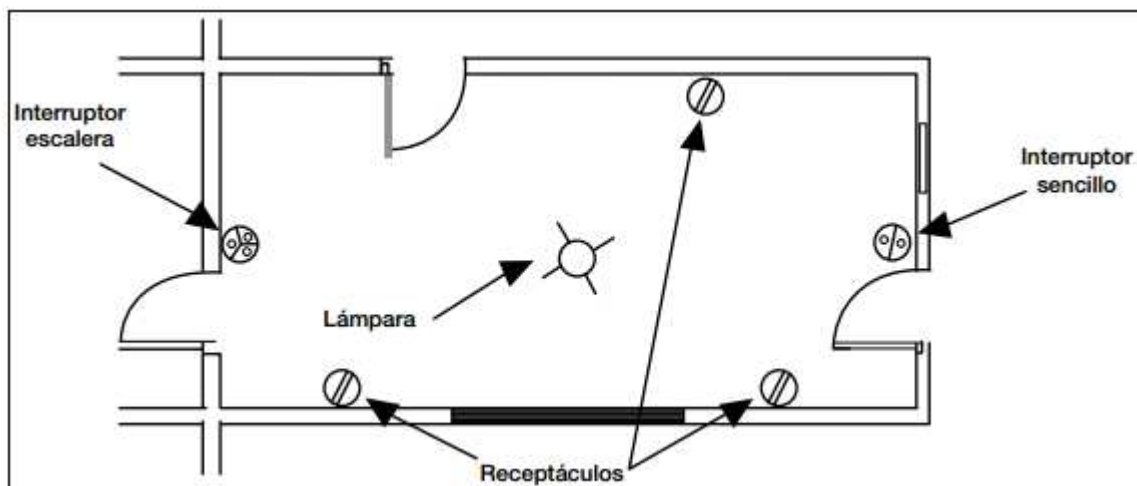


- **Los dibujos o planos para la instalación eléctrica**

Cuando se preparan dibujos o planos arquitectónicos para construir una casa habitación se debe procurar que éstos contengan toda la información y dimensiones necesarias para poder llevar el proyecto hasta su última etapa. De estos planos se hacen reproducciones, llamadas heliográficas.

La correcta lectura e interpretación de estos planos se adquiere a través del tiempo, pero un buen inicio se puede adquirir con la ayuda de una guía sistemática que permita tener una mejor idea práctica del problema.

En la siguiente figura se muestra el principio básico de estos diagramas:



*Figura 2.30. Plano simplificado*

- **Elaboración de los diagramas de alambrado**

Acabamos de ver los elementos que aparecen en el plano de la instalación eléctrica de una casa habitación.

Lo siguiente para el proyectista y/o instalador es cómo crear el sistema eléctrico de la instalación a partir de los planos eléctricos.

En esta parte se trata el problema de cómo analizar los circuitos eléctricos para su instalación, es decir cómo se prepara un plano eléctrico para la construcción y el alambrado y cómo se deben alambra los distintos componentes de la instalación, como es el caso de contactos, apagadores y lámparas, así como elementos adicionales.

El objetivo es aprender a interpretar los planos de una casa habitación, ya que a partir de esto es fácilmente comprensible la instalación eléctrica de otro tipo de locales. Para esto resulta conveniente tratar por separado cada uno de los componentes de la casa habitación, es decir cada una de las áreas (recámaras, sala, comedor, cocina, baño, etc.), tratando siempre de generalizar el procedimiento. Con base en esto es posible tener una idea más clara de cómo hacerlo para cualquier caso particular. Recuérdese que el objetivo final es tener una instalación eléctrica funcionando.

- **Detalles del alambrado**

A fin de simplificar los diagramas y para evitar confusiones en la interpretación de los mismos, se usará la siguiente notación:

- *Código de colores para canalizaciones*

Los conductores de una canalización eléctrica se identificarán según el siguiente Código de Colores:

**Neutro**    Blanco

**Tierra**    Verde

**Fases**    Cualquier color excepto blanco y verde

Para secciones superiores a No. 4 AWG (21.2 mm<sup>2</sup>) si el mercado nacional sólo ofreciera conductores con aislamiento de color negro, se deberán marcar los conductores cada metro, con cinta aislante del color correspondiente u otro método que garantice la permanencia en el tiempo de la marca, respetando el código de colores establecido.

- *Tamaño y capacidad nominal del conductor*

- **Capacidad de conducción**

Los conductores deben tener suficiente capacidad de conducción de corriente para transportar la de la carga alimentada y deben tener una resistencia mecánica adecuada.

- **Tamaño nominal mínimo del conductor**

Los conductores deben tener un tamaño nominal no menor a 8 AWG (8,37 mm<sup>2</sup>) si son de cobre o a 6 AWG (13,30 mm<sup>2</sup>) si son de aluminio, o lo que establezca la empresa eléctrica suministradora local.

- **Conductor de neutro**

Un conductor de neutro debe tener un calibre nominal que considere si el tipo de carga es lineal o no lineal y el número de fases de la acometida y lo que establezca la empresa eléctrica suministradora local en cuanto al máximo desequilibrio y contenido armónico permitido en un sistema.

- **Cálculo del neutro**

El REBT permite reducir la sección del neutro en acometidas trifásicas, suponiendo que las fases estén equilibradas.

Sección mínima 10 mm<sup>2</sup> en Cobre y 16 mm<sup>2</sup> en Aluminio, caídas de tensión máximas: Contadores totalmente centralizados 0,5 %, Contadores en plantas 1 %.

Cálculo de secciones de fase método general (UNE 20.460-5-523) Conductores Unipolares de cobre RZ1-K. Secciones de neutro y diámetro de tubos (Guía BT-14):

Tubo o canal sobre superficie. I máxima (A)	Tubo enterrado. I máxima (A)	FASE (mm <sup>2</sup> )	NEUTRO (mm <sup>2</sup> )	Diámetro tubos (mm)
60	77	10	10	75
80	100	16	10	75
106	128	25	16	110
131	152	35	16	110
159	188	50	25	125
202	224	70	35	140
245	268	95	50	140
284	304	120	70	160
338	340	150	70	160
386	384	185	95	180
455	440	240	120	200

- **Número de conductores en tuberías metálicas**

Si se trata de una instalación en tubería metálica el número máximo de conductores debe estar basado en que la suma de áreas de los conductores no exceda del 40% de la sección útil de la tubería.

- *Código de colores en tubos conduit*

Todas las tuberías a la vista deberán ser pintadas en todo su recorrido o al menos en tramos utilizando franjas de mínimo 20 cm. espaciadas como máximo 3 metros. Todos los cajetines o cajas de paso o terminación deben ser pintados en su totalidad.

## CAPITULO III ANÁLISIS DE LOS ANTEPROYECTOS

### 3.1. CUADROS COMPARATIVOS DE LAS CARGAS A INSTALARSE POR PISO

**ESTUDIO DE CARGA MERCADO CERRADO DEL  
SALTO LATACUNGA (SEGÚN PLANOS APROBADO  
POR EL MUNICIPIO) 2012-05-15**

**ESTUDIO DE CARGA MERCADO CERRADO DEL  
SALTO LATACUNGA (DE ACUERDO AL PROGRAMA  
DE LA EEQSA) 2012-05-15**

PLANTA BAJA (PARQUEADERO)	
125	LÁMPARAS 1X40 W
30	AHORRADORES
21	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS 300W
0	TOMACORRIENTES 3Ø ESPECIALES 30A
0	REFLECTORES DE NEON PARA FACHADA
0	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 100 W
0	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 150 W
0	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 400 W

PLANTA BAJA (PARQUEADERO)	
125	LÁMPARAS 1X40 W
30	AHORRADORES
36	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS
2	TOMACORRIENTES 3Ø ESPECIALES 30A
36	REFLECTORES DE NEON PARA FACHADA
80	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 100 W
12	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 150 W
35	REFLECTORES DE MERCURIO HALOGENADO 400 W

PRIMERA PLANTA ALTA (LEGUMBRES)	
99	LÁMPARAS 3X36 W
50	AHORRADORES
89	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS 300W
0	TOMACORRIENTES 2Ø ESPECIALES 20A

PRIMERA PLANTA ALTA (LEGUMBRES)	
92	LÁMPARAS 3X36 W
66	AHORRADORES
211	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS
2	TOMACORRIENTES 2Ø ESPECIALES 20A

SEGUNDA PLANTA ALTA (CARNICOS)	
88	LÁMPARAS 3X36 W
61	AHORRADORES
125	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS 300W
0	TOMACORRIENTES 3Ø ESPECIALES 30A

SEGUNDA PLANTA ALTA (CARNICOS)	
88	LÁMPARAS 3X36 W
61	AHORRADORES
125	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS
38	TOMACORRIENTES 3Ø ESPECIALES 30A

**ESTUDIO DE CARGA MERCADO CERRADO  
DEL SALTO LATACUNGA (SEGÚN PLANOS  
APROBADO POR EL MUNICIPIO) 2012-05-**

**15**

<b>TERCERA PLANTA ALTA (PATIO DE COMIDAS)</b>	
219	LÁMPARAS 3X36 W
68	AHORRADORES
108	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS
0	TOMACORRIENTES 2Ø ESPECIALES 20A
0	GRADAS ELÉCTRICAS
0	ASCENSORES

<b>EQUIPO ELÉCTRICO ADICIONAL</b>	
4	MOTORES 10HP 225V GRADAS
3	MOTORES 20 HP 220V ASCENSORES
1	LUCES EXTERIORES 5 KVA

**ESTUDIO DE CARGA MERCADO CERRADO DEL SALTO  
LATACUNGA (DE ACUERDOAL PROGRAMA DE LA  
EEQSA) 2012-05-15**


<b>TERCERA PLANTA ALTA (PATIO DE COMIDAS)</b>	
219	LÁMPARAS 3X36 W
68	AHORRADORES
108	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS
12	TOMACORRIENTES 2Ø ESPECIALES 20A
2	GRADAS ELÉCTRICAS
2	ASCENSORES

<b>EQUIPO ELÉCTRICO ADICIONAL</b>	
4	MOTORES 10HP 225V GRADAS
3	MOTORES 20 HP 220V ASCENSORES
1	LUCES EXTERIORES 5 KVA

➤ **ANALISIS:**

- Al comparar las propuestas realizadas, en primera instancia, se puede observar bastante diferencia con respecto al número de elementos que se van a instalar, así como los criterios tomados para cubrir las diferentes necesidades que presenta cada planta.
- Se podría decir que los criterios tomados a consideración tanto para el Municipio de Latacunga como para la Empresa Eléctrica Quito son muy diferentes en cuanto a distribución y cantidad, motivo por el cual la propuesta presentada por control eléctrico y electrónico fue aprobada.

### 3.2. ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA

	EMPRESA	<b>ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA</b>				HOJA 1 DE 1		
	ELECTRICA QUITO S.A.					FECHA:	13/11/08 aa/mm/dd	
NOMBRE DEL PROYECTO:		MERCADO DEL SALTO						
ACTIVIDAD TIPO:		COMERCIALIZACIÓN ALIMENTOS						
LOCALIZACION:		LATACUNGA						
USUARIO TIPO:		A						
NUMERO DE USUARIOS:		1						
<b>PLANILLA PARA LA DETERMINACION DE DEMANDAS UNITARIAS DE DISEÑO</b>								
ITEM	DESCRIPCIÓN	CANT	Pn (W)	FFUn (%)	CIR (W)	FSn (%)	DMU (W)	
1	LAMPARAS 2 x 40	323	80	90	23256	90	20.930	
2	FOCOS AHORRADORES	200	25	90	4500	90	4.050	
3	TOMACORRIENTES DOBLES POLARIZADOS	482	300	60	86760	50	43.380	
4	TOMACORRIENTES 3Ø ESPECIALES 30 AMP	60	600	60	21600	50	10.800	
5	TOMACORRIENTES 2Ø ESPECIALES 30 AMP	40	500	60	12000	50	6.000	
6	GRADAS ELECTRICAS	2	7460	90	13428	90	12.085	
7	ASCENSORES	3	14920	90	40284	90	36.256	
8	LUCES EXTERIORES	1	5000	70	3500	60	2.100	
<b>TOTAL</b>					205328		135.601	
Factor de Diversidad		1						
Factor de Potencia FP		0,98	Factor de Demanda FDM=DMU(w)/CIR(w)					0,66
<b>DMU (kVA)</b>		<b>138,37</b>						
Ti (%)		1,50	DEMANDA TOTAL DIVERSIFICADA (KVA)					144,52
(1+Ti/100)^10		1,16						
<b>DMUp (kVA)</b>		<b>160,58</b>						
Ing. Carlos Chiluisa LP: 03-17-2852								
Observaciones: Se necesita instalar un transformador de 175 KVA								

Se ha tomado en cuenta los valores de referencia que la EEQ ha establecido como guía para el diseño de las redes de distribución a ser instaladas.

Los criterios y valores que se recomiendan, se orientan principalmente al diseño de redes de distribución en urbanizaciones residenciales que constituyen el caso más frecuente: sin embargo, para proyectos que consideren otras aplicaciones diferentes, la metodología y los principios generales que se establecen en la Norma son igualmente válidos.

### **3.2.1. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA MÁXIMA UNITARIA:**

Para cada caso particular, el proyectista, en función de factores tales como la localización del proyecto en relación a centros urbanos desarrollados, división y uso del suelo, características de las obras de infraestructura previstas, área y características de los edificios a construir, etc., establecerá como resultado de un análisis fundamentado, los valores de la demanda unitaria a considerar para el diseño.

El propósito es la determinación del valor de la demanda máxima unitaria correspondiente al consumidor representativo de un grupo de consumidores que presentan características predominantes homogéneas, como es el caso general en un proyecto de urbanización.

A continuación se desarrolla el procedimiento para la determinación de la demanda, aplicable a los casos usuales.

**a. Determinación de la Carga Instalada del consumidor de máximas posibilidades:** considerar aquel consumidor que en función de los factores analizados pudiera disponer del máximo número de artefactos de utilización y establecer un listado de los mismos con el número de referencia, columna 1; descripción, columna 2; cantidad, columna 3, y potencia (**P<sub>n</sub>**), columna 4.



**b. Carga Instalada del Consumidor Representativo:** Para cada una de las cargas individuales anotadas en la columna 4, se establece un factor denominado “**Factor de Frecuencia de Uso (FFUn)**” que determina la incidencia en porcentaje de la carga correspondiente al consumidor de máximas posibilidades sobre aquel que tiene condiciones promedio y que se adopta como representativo del grupo para propósitos de estimación de la demanda de diseño.

El **FFUn**, expresado en porcentaje, será determinado para cada una de las cargas instaladas en función del número de usuarios que se considera que disponen del artefacto correspondiente dentro del grupo de consumidores; vale decir, que aquellos artefactos esenciales de los cuales dispondrán la mayor parte de los usuarios tendrán un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior y aquellos que se consideren accesorios o suntuarios y cuya utilización sea limitada por su costo o su disponibilidad en el mercado tendrán un factor de magnitud media y baja. El factor se anota en la columna 5.

En la columna 6, se anota para cada Renglón el valor de la Carga Instalada por Consumidor Representativo (CIR), computada de la expresión  $CIR = P_n \times FFUn \times 0,01$

(Columna 6 = Columna 4 x Columna 5 x 0,01).

**c. Determinación de la Demanda Máxima Unitaria (DMU)**, definida como el valor máximo de la potencia que en un intervalo de tiempo de 15 minutos es suministrada por la red al consumidor individual.

La Demanda Máxima Unitaria (Columna 8) se determina a partir de la Carga Instalada del Consumidor Representativo CIR, obtenida en la columna 6 y la aplicación del Factor de Simultaneidad  $FS_n$  para cada una de las cargas instaladas, el cual determina la incidencia de la carga considerada en la demanda coincidente durante el período de máxima solicitud que tiene lugar, para consumidores residenciales, en el intervalo comprendido entre las 19 y 21 horas.

El Factor de Simultaneidad, expresado en porcentaje será establecido por el Proyectista para cada uno de las cargas instaladas, en función de la forma de utilización de aparatos y artefactos para una aplicación determinada. En general, los servicios básicos de uso comunitario tales como: iluminación, calefacción, entretenimiento, etc., tendrán un factor cuya magnitud se ubicará en el rango superior, mientras que aquellas cargas que corresponden a servicios de aplicación específica como lavadoras, secadoras, bombas de agua, etc., se caracterizan por un factor de magnitud media y baja.

Anotar, para cada renglón en la Columna 7 el Factor de Simultaneidad  $FS_n$  establecido y en la columna 8 el valor de la Demanda Máxima Unitaria, DMU, computada de la expresión  $DMU = CIR \times FS_n \times 0,01$  (Columna 8 = Columna 6 x Columna 7 x 0,01).

El Factor de Demanda **FDM** definido por la relación entre la Demanda Máxima Unitaria

**DMU** y la Carga Instalada **CIR** indica la fracción de la carga instalada que es utilizada simultáneamente en el período de máxima solicitud y permite evaluar los valores adoptados por comparación con aquellos en instalaciones existentes similares.

**d. Proyección de la Demanda:** la Demanda Máxima Unitaria obtenida expresada en Vatios, es convertida a kilovatios y kilovoltamperios, mediante la reducción correspondiente y la consideración del factor de potencia que, en general, para instalaciones domiciliarias se encuentran en el rango de 0,9 a 0,95.

- **Proyección de la Demanda:** El valor obtenido de la Demanda Máxima Unitaria **-DMU-** es válido para las condiciones iniciales de la instalación; para efectos del diseño debe considerarse los incrementos de la misma que tendrá lugar durante el período de vida útil de la instalación que en caso de las redes de distribución en áreas residenciales, se originan en la intensificación progresiva en el uso de artefactos domésticos.

Este incremento progresivo de la demanda que tiene una relación geométrica al número de años considerado, se expresa por un valor índice acumulativo anual “**Ti**” que permite determinar el valor de la Demanda Máxima Unitaria proyectada -**DMUp**- para un período de “**n**” años a partir de las condiciones iniciales, de la siguiente expresión:

$$\mathbf{DMUp = DMU (1 + Ti / 100)n}$$

### **3.2.2. PROCEDIMIENTO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA DE DISEÑO:**

Para el dimensionamiento de los elementos de la red y para el cómputo de la caída de tensión, debe considerarse el hecho de que a partir de cada uno de los puntos de los circuitos de alimentación, incide un número variable de consumidores, el mismo que depende de la ubicación del punto considerado en relación a la fuente y a las cargas distribuidas; puesto que, las demandas máximas unitarias no son coincidentes en el tiempo, la potencia transferida hacia la carga es, en general, menor que la sumatoria de las demandas máximas individuales.

En consecuencia, el valor de la Demanda a considerar para el dimensionamiento de la red en un punto dado, debe ser calculado de la siguiente expresión:

$$\mathbf{DD = DMUp \times N / FD}$$

Donde DD, es la Demanda de Diseño, DMUp es la Demanda Unitaria proyectada, N es el número de abonados que inciden sobre el punto considerado de la red y FD, el factor de Diversidad que es dependiente de N y del tipo de consumidor

**3.2.3. VALORES DE REFERENCIA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA DEMANDA:**

USUARIO TIPO	DMU kVA	Ti
A	14 – 8,1	1,5 – 2,5
B	8 – 4,1	2,5 – 4,0
C	4 – 2,1	4,0 – 5,5
D	2 – 1,3	5,5 – 6,5
E	1,2 – 0,8	6,5

En todo caso, para el diseño se adoptarán como mínimo los valores límites inferiores correspondientes a cada usuario tipo.

## CAPÍTULO IV

### SUPERVISIÓN DE LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO

La supervisión del Mercado del Salto Latacunga se la realizó de manera constante en todas las fases de la ejecución, en base a los planos de las instalaciones, así como en los esquemas y diagramas eléctricos dando cumplimiento y respetando todas las normas establecidas.

Para estas verificaciones fueron necesarios instrumentos de medición como: multímetro, amperímetro, telurómetro entre otros, tomando en cuenta todas las precauciones que garanticen la seguridad tanto de los supervisores así como la de los equipos, como se observa en la figura 4.1, todas las personas se encuentran utilizando su respectivo casco.



*Figura 4.1 Correcta utilización de elementos de seguridad*

#### 4.1. MÉTODOS DE SUPERVISIÓN

##### 4.1.1. VERIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS

**El control y la calidad** de una instalación eléctrica se denominan supervisión eléctrica y es un proceso que debe estar presente en todas las fases de la ejecución de una obra eléctrica y especialmente, cuando esta ha concluido y se entrega para el servicio.

**La supervisión eléctrica** es una evaluación constante de la calidad y seguridad del trabajo realizado.

**La seguridad** de los usuarios de estas instalaciones y de sus bienes es el producto de un trabajo efectuado con idoneidad y ética profesional. Considerando que muchas etapas de una instalación solo serán conocidas por quienes la ejecuten, es de vital importancia que la labor técnica sea bien realizada.

Las normas establecen que toda instalación eléctrica, antes de ser puesta en servicio por el usuario, debe ser inspeccionada y sometida a diversas pruebas o ensayos, a fin de verificar que ella ha sido bien realizada y cumple con los estudios y especificaciones inherentes al proyecto. Lo mismo se exige para las extensiones y modificaciones de instalaciones existentes.

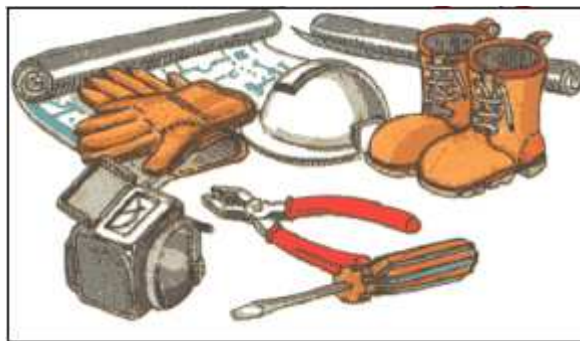
#### **4.1.2. INSPECCIÓN DE LA INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Los técnicos encargados de la supervisión de las instalaciones eléctricas, cuando éstas han finalizado, deberán disponer para su labor de toda la documentación relacionada con la obra eléctrica, esto es:

- Planos definitivos de las instalaciones.
- Esquemas y diagramas eléctricos.
- Tablas, características y especificaciones técnicas de los componentes de la instalación.
- Memoria de cálculo del proyecto.
- Elementos de inspección (escalas, herramientas e instrumentos para desarrollar las mediciones finales).

Durante la realización de la inspección y de los ensayos o pruebas a las instalaciones, deben tomarse todas las precauciones que garanticen la seguridad de las personas encargadas de la supervisión, así como, las que eviten daños al equipamiento y a la propiedad.

La inspección de las instalaciones, de ser visual, precede a las pruebas finales y es realizada a través de la inspección física de la instalación, esto es, recorriéndola desde el punto de empalme hasta el último elemento de cada circuito de la instalación.



*Figura 4.2 Elementos de inspección*

La inspección visual permite hacerse una idea globalizada de la instalación y de las condiciones técnicas de la ejecución, revisando los siguientes aspectos:

#### **4.1.2.1. Punto de empalme.**

Verificar que todos los empalmes hayan sido ejecutados en las cajas de unión o en pozos de revisión según la norma NEC.

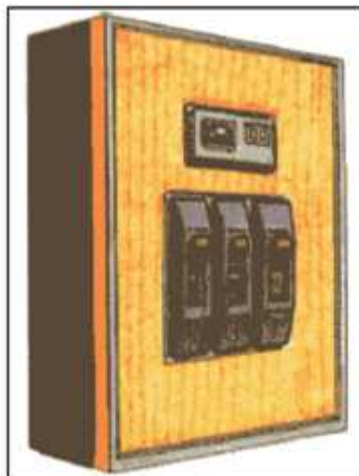


*Figura 4.3 Punto de empalme*

#### **4.1.2.2. Tableros de protección**

Verificar las condiciones de:

- **Estructura de caja:** pintura terminación tamaño.
- **Ubicación:** altura de montaje, fijación y presentación.
- **Componentes:** protecciones, alambrado, barras, llegada y salida de ductos, boquillas, tuercas, etc.



*Figura 4.4 Tablero de protección*

#### 4.1.2.3. Circuitos

Al momento de revisarlos se debe verificar:

El dimensionamiento de líneas: revisando la sección de los conductores, de acuerdo con las cargas instaladas.

- **Los ductos:** sus diámetros y las bajantes a las cajas de revisión o tableros de distribución.
- **Las cajas de derivación:** inspeccionar la continuidad de líneas, el estado mecánico de los conductores, y coples, la ausencia de rebabas y la limpieza.
- **Las cajas de interruptores y enchufes:** el estado mecánico de unión al elemento, la llegada de ductos y la calidad de los dispositivos.

#### 4.1.2.4. El sistema de tierra

Se debe diferenciar lo que significa puestas a tierra y el sistema de tierra.

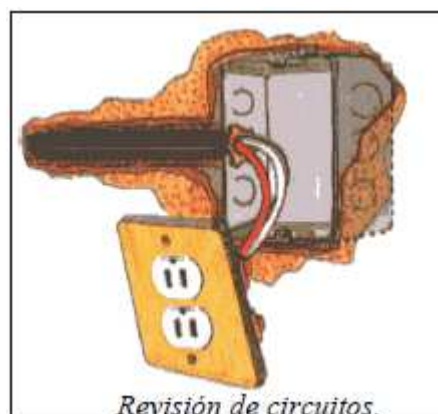
Las puestas a tierra son las mallas constituidas con varillas COOPERWELD y unidas con conductor de cobre desnudo generalmente de 2/0 o 4/0, dependiendo del terreno, la impedancia del equipo a ser aterrizado y en concordancia con los cálculos realizados para la determinación del número de varillas según las normas IEEE std 142-1991 capítulo 4.1.2 (RECOMMENDED ACCEPTABLE VALUES).



El sistema de tierra es la distribución de las conexiones a los diferentes equipos, tableros de distribución, máquinas etc. Se debe tener cuidado que no se formen lazos entre las conexiones de puesta a tierra, ya que si se presenta ese caso, todo el sistema quedaría inutilizado.

En resumen la inspección visual y el análisis, tiene el objetivo de verificar que los componentes o elementos permanentemente conectados cumplen las siguientes condiciones.

- Requisitos de seguridad normalizados por reglamentos legales.
- Materiales correctamente seleccionados e instalados de acuerdo con las disposiciones de las Normas correspondientes.
- Materiales y equipos instalados en buenas condiciones estructurales, es decir, no dañados
- visiblemente, de modo que puedan funcionar sin falta de la seguridad necesaria;
- Medidas de protección contra choques eléctricos por contacto directo e indirecto;
- Conductores dimensionados adecuadamente y con sus correspondientes dispositivos de protección a las sobrecargas;
- Conductores con sus correspondientes dispositivos de seccionamiento y de comando;
- Accesibles para la operación y mantención de sus instalaciones y elementos.



*Figura 4.5 Revisión de circuitos*

## **4.2. TÉCNICAS APLICADAS PARA PRUEBAS**

Para que la verificación de la instalación eléctrica sea completa no solamente son necesarias las inspecciones visuales periódicas, sino también un plan de acción y esto se logra estableciendo una política de mantenimiento preventivo, que constará básicamente del restablecimiento de los materiales eléctricos defectuosos y la realización de pruebas eléctricas

Además, toda instalación eléctrica debe ser sometida a una prueba de funcionamiento, la cual consiste básicamente en probar a la instalación conectando todas las cargas existentes, esto permitirá saber si las protecciones soportan la cantidad de corriente para las cuales están diseñadas, además permite realizar muchas mediciones de corriente en conductores y ver si estos tienen la capacidad necesaria.

### **4.2.1. MEDICIONES Y ENSAYOS DE LA INSTALACIÓN**

En esta etapa de la supervisión se recurre al uso de instrumentos para verificar, entre otros detalles, el estado de los aislamientos y puestas a tierra, factores de gran importancia para la seguridad de los usuarios de la instalación eléctrica.

Dentro de los ensayos y mediciones se recomienda considerar lo siguiente:

- Continuidad de los conductores de las tierras de servicio y de protección.
- Separación eléctrica de los circuitos
- Resistencia de aislamiento de la instalación
- Resistencia de pisos
- Medición de las resistencias de los electrodos de la tierra de protección
- Verificación de las características de los dispositivos de protección contra contactos indirectos y directos.
- Verificación de las características de los dispositivos de protección contra contactos indirectos y directos.
- Verificación de las características de los dispositivos contra cortocircuito y sobrecargas.

- Verificación de polaridades
- Ensayos de tensión
- Ensayos de funcionamiento

Los ensayos o pruebas antes mencionadas, además de asegurar el correcto funcionamiento de un sistema o circuito eléctrico, están destinados a proteger al operador, evitando que corra el riesgo de quedar sometido a tensiones peligrosas por contacto directo o indirecto.

Por esto es fundamental que se cumplan las normas correspondientes.

## **4.2.2. MEDICIONES DE AISLAMIENTOS Y PUESTAS EN MARCHA**

### **4.2.2.1. Medición de aislamiento**

Los conductores activos de una instalación eléctrica (neutro y fases), deben estar unidos entre sí y con tierra a través de los aislantes que los recubren, para controlar dicha imperfección o corriente de fuga, la cual se genera cuando se aplica una tensión entre los conductores por el paso de pequeñas cantidades de corriente a través de los aislantes.

Para instalaciones de hasta 100 metros de longitud se acepta que la corriente de fuga en la salida de la protección general entre un conductor activo (fase o neutro) y tierra, o entre los dos conductores activos, no sea superior a un miliampere (mA).

Dicho de otro modo, la resistencia que el aislamiento opone al paso de la corriente de fuga, o resistencia de aislamiento mínima debe ser:

- De 300.000 ohm para la instalación cuya tensión de servicio sea hasta 220volts.
- Para instalaciones con tensión de servicio superior a 220volts, se aceptará una resistencia de aislamiento de 1000 ohms por cada volt de tensión de servicio, es decir, si la tensión de servicio es de 440 volts, la resistencia de aislamiento mínima es 440.000 ohms.

Las pruebas o ensayos de aislamiento que se deben realizar durante la supervisión eléctrica son:

- Aislamiento entre cada conductor activo y tierra.
- Aislamiento entre conductores activos.

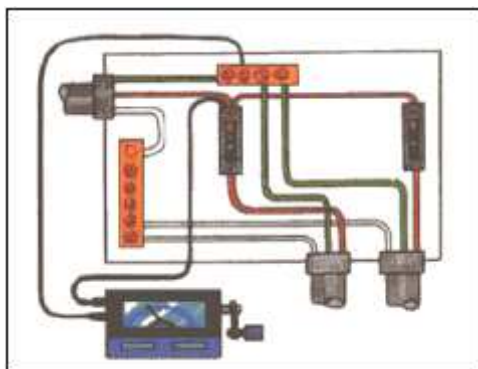
Para hacer ambas mediciones, la instalación debe estar en las siguientes condiciones:

Sin alimentación de energía eléctrica:

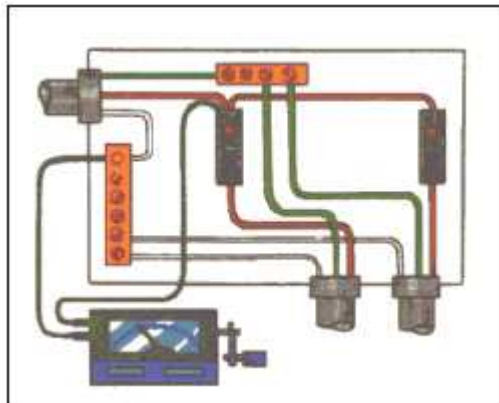
- Ningún receptor conectado. Es decir sin focos en los portalámparas, y sin equipos o aparatos conectados a los enchufes.
- Los interruptores que controlan a los receptores deben estar conectados, para continuidad eléctrica de la instalación.

Para realizar la prueba de aislamiento, se debe contar con un instrumento llamado "**MEGGER**", que mide la resistencia de aislamiento.

Para efectuar el ensayo de la medida de resistencia de aislamiento, se debe conectar el instrumento a la instalación tal como se muestra en la figura 4.5, para cada una de las mediciones indicadas anteriormente



*Figura 4.6 Medidas de aislamiento entre conductores activos a tierra*



*Figura 4.7 Medidas de aislamiento entre conductores activos.*

#### **4.2.2.2. Medición de la puesta a tierra**

La puesta a tierra de protección debe tener un valor específico, de acuerdo a los requerimientos de las medidas de seguridad contra tensiones por contactos indirectos.

Las mediciones de supervisión eléctrica, para las protecciones contra contactos indirectos son dos:

1. Medida de la tierra de protección
2. Medida de tierra para la protección diferencial.

Los objetivos de la puesta a tierra son:

- Conducir a tierra (al suelo) todas las corrientes producidas por una falla de aislamiento que haya energizado las carcasas de los equipos eléctricos.
- Evitar que en las carcasas metálicas de los equipos eléctricos aparezcan tensiones que resulten peligrosas para la vida humana.
- Permitir que la protección del circuito (el disyuntor magneto-térmico) despeje la falla en un tiempo no superior a los 5 segundos.
- Controlar el nivel de voltaje que aparece en las carcasas de los equipos eléctricos ante una falta de aislamiento, para que éste no alcance valores superiores a los voltajes de seguridad, es decir, 65 volts, en ambientes secos o de bajo riesgo eléctrico (habitaciones interiores secas) y 24 volts, en ambientes húmedos o de alto riesgo eléctrico (a la intemperie, zonas de humedad permanente, baños, etc.)

Para efectuar el ensayo de medición de una puesta a tierra, se deben tener presente las siguientes condiciones previas:

- La instalación debe estar sin energía
- Se deben retirar las puestas a tierra de la instalación. Es decir, se debe desconectar la conexión del conductor de puesta a tierra, con la toma a tierra principal (electrodo o barra copperweld).
- La medición se efectúa utilizando un instrumento especial para la evaluación de puestas a tierras, en este caso conocido como telurómetro.
- Este instrumento posee tres terminales, los cuales deben ser conectados como lo indica la siguiente fotografía:



*Figura 4.8 Medición de la puesta a tierra en el Mercado del Salto Latacunga.*

- Uno de los terminales se conecta a la puesta a tierra de la instalación (electrodo copperweld).
- Los otros dos terminales se conectan a dos barras pilotos, que se deben clavar en el terreno a distancias pertinentes.
- Posteriormente se efectúa la medición presionando el botón indicado
- El valor de la resistencia de la puesta a tierra aparecerá en la pantalla hasta que se estabilice como lo indica la siguiente figura 4.8.



*Figura 4.9 Medición de resistencia de la malla terminada*

En la primera medición de tierra realizada en el *Mercado del Salto Latacunga*, se obtuvo un valor de resistividad del suelo de  $27.6 \Omega$  se diseña la malla de tierra que servirá para descargar la energía estática de los equipos eléctricos y electrónicos que se encuentran dentro del mercado.

- **MEDICIÓN DE LA RESISTIVIDAD DEL SUELO DEL MERCADO DEL SALTO LATACUNGA**

Día y fecha de la medición: 19 de Febrero del 2013

Hora de muestreo: 16:00 horas

Estado climático: Normal

Temperatura ambiente:  $15^{\circ} \text{C}$

Firmeza del suelo: Normal

Compactación del suelo: Normal

El método de medición utilizado es el recomendado por la **Norma IEEE Standard 80 del Dr. F. Wenner del U.S. Bureau of Standards.**

Mediante la Instalación de cuatro electrodos de pequeña dimensión enterrados a una profundidad **B** e instalados en línea recta separados a iguales distancias **A**. Los dos electrodos extremos son de corriente y los dos electrodos intermedios son de potencial, la relación Voltaje a Corriente representa la resistencia mutua **R**, relación que, en aparatos modernos, es mostrado directamente en pantalla. Para la condición **A**  $\gg$  **B**, la resistividad está dada por la relación:

$$P = 2 \pi A R \quad (\Omega - m)$$

- En razón del temporal y de las condiciones del suelo, se hizo una medición en la dirección longitudinal al extremo sur-occidental del terreno con electrodos instalados a 10 metros de distancia. La norma indicada establece que, si bien no es rigurosamente exacto, la resistividad aparente medida representa el promedio de la resistividad del suelo a la profundidad A, en nuestro caso hasta los 10 metros. .
- El Resistivímetro utilizado en las mediciones es de tecnología digital, marca AEMC INSTRUMENTS, Modelo 4630, tiene como características generales: Autorango 0 a 2000  $\Omega$ , frecuencia de operación 128 Hz de onda cuadrada, voltaje < 42 pico y precisión del 2%  $\pm$  1 ct.
- El suelo donde se encuentra construido el Mercado del Salto tiene como componentes roca y cascajo por lo que el valor de resistividad es alto, 27.6  $\Omega$ . (Ver figura 4.10).



*Figura 4.10 Medición de resistividad del suelo*

- En menor proporción la resistividad se ve afectada por la temperatura del suelo y es claro que variará en función del contenido de humedad, dependiendo del ciclo estacional, elevándose en períodos secos y disminuyendo en lluviosos. Para efectos de cálculo se puede considerar que no superará los 50  $\Omega$ -m.

#### **a) CRITERIOS DE DISEÑO Y CÁLCULO DE LA RESISTENCIA DE TIERRA**

Para el diseño se ha tomado como referencia la Norma **IEEE Std 142: "IEEE Recommended Practice for Grounding of Industrial and Commercial Systems"** para el caso de Sistemas sólidamente puestos a tierra.



El diseño contempla tomas de tierra en diferentes puntos del área que ocupa el Mercado del Salto tratando en lo posible de acortar la distancia desde esto hasta el punto de descarga (malla de tierra en el pozo de revisión).

De acuerdo al cálculo realizado se debía instalar 6 varillas coperweld de alta camada, al realizar la excavación el suelo tenía y un alto contenido de roca volcánica por lo que se procedió a cortar las varillas por la mitad quedando una malla de tierra con 12 puntos de suelda, se realiza la medición de la malla de tierra dando como resultado  $2.8 \Omega$  el cual está dentro de la norma. (Ver figura 4.11)



*Figura 4.11 Medición de resistencia de la malla terminada*

## **b) CRITERIOS PARA LA INSTALACIÓN**

Fundamentados en las recomendaciones de la Norma y en la experiencia se han aplicado los siguientes criterios para la instalación de la malla:

- Se ha enterrado la malla a una profundidad de 120 cm en suelo tratado (Ver figura 4.12).



*Figura 4.12 Profundidad de la zanja para la instalación de la malla.*

- Para suplir el efecto de la corrosión y garantizar duración se ha escogido el conductor de cobre desnudo 2/0 de 19 hilos AWG.
- Con el mismo criterio, las varillas de cooperweld escogidas son de alta camada (Ver figura 4.13), es decir recubiertas con una capa de cobre de 254 micras, que asegura no solo más duración que las normales, sino garantiza mayor contacto con el suelo.



*Figura 4.13 Varillas Cooperweld de alta camada*

- Soldas autofundentes que garantizan contacto y duración (Ver figuras 4.14 y 4.15).



*Figuras 4.14 y 4.15 Preparación del punto de suelda*

### **c) ETAPAS DE CONSTRUCCIÓN**

El punto de suelda se realiza utilizando un molde cable-varilla-cable para conductor 2/0 con suelda de 115 gr. (ver fotografía 4.16).



*Figura 4.16 Punto de suelda varilla-cable*

- Con el fin de mejorar la estabilidad eléctrica del suelo y mantener una conductividad adecuada se agregó junto a las varillas coperweld una mezcla de tierra con polvo de carbón vegetal, el mismo que no es soluble y es un elemento iónico (Ver figura 4.17).



*Figura 4.17 Tierra con polvo de carbón vegetal junto a varilla*

#### 4.2.2.3. Medición de la resistencia de pisos

Para establecer si un piso es aislante, se efectuará una medida de resistencia colocando sobre el piso un paño húmedo de forma cuadrada y de aproximadamente 270mm de lado sobre el cual se colocará una placa metálica limpia, sin óxido, de forma cuadrada y de 250mm por lado, sobre esta última se colocará una placa de madera de igual dimensión y de un espesor mínimo de 20mm, el conjunto se cargará con un peso de aproximadamente 70kg.

Se medirá la tensión mediante un voltímetro de resistencia interna  $R_i$  de aproximadamente 33,000 ohms, sucesivamente entre:

- Un conductor de fase y la placa metálica; esta tensión la llamaremos  $V_1$ .
- La resistencia buscada estará dada por la relación:

$$R_p = R_i \times \left( \frac{V_1}{V_2} - 1 \right) (\Omega)$$

En un mismo local se efectuarán por lo menos tres mediciones. Si existe un elemento conductor en la zona, por lo menos una de las mediciones deberá hacerse a una distancia de un metro.

Para que el piso sea considerado aislante, ninguna de las mediciones deberá arrojar valores inferiores a 50,000 ohms.

La disposición descrita aquí no es aplicable a sistemas o circuitos con neutro aislado de tierra.

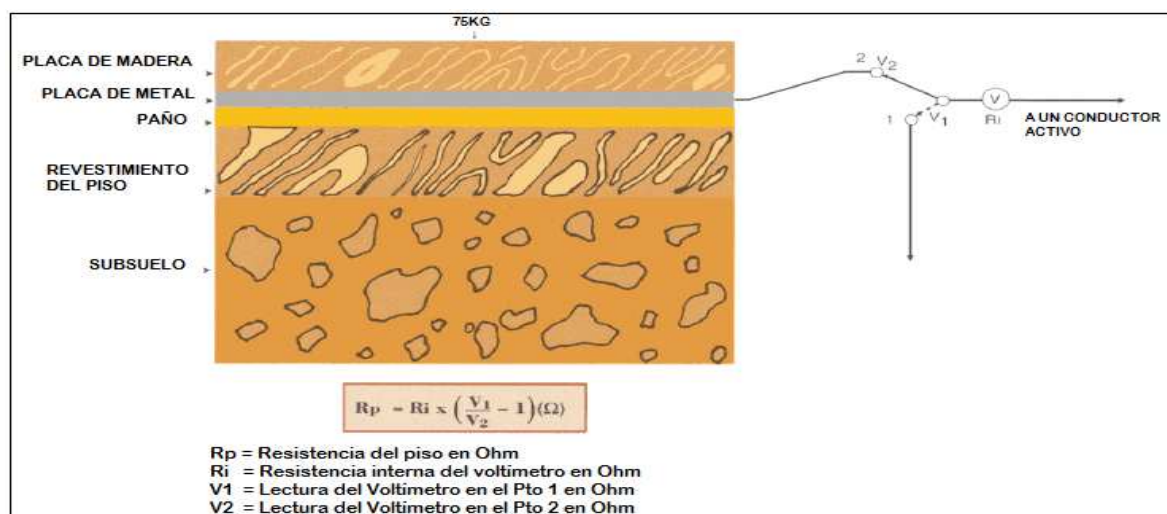


Figura 4.18 Medición de la resistencia de pisos.

### 4.3. DIAGNÓSTICO DE LAS INSPECCIONES

Al finalizar todo proceso de inspección se deberá notificar las fallas y por ende las correcciones que se tenga que hacer en la instalación eléctrica, estas se hacen en las labores de mantenimiento, una vez corregidas las fallas que se encuentren en la instalación el inspector concederá un certificado favorable, que representaría una instalación libre de riesgos. También se puede dar el caso que una vez realizada la inspección y encontrados defectos en la instalación eléctrica no se realice las labores de mantenimiento, es decir no se corrijan los errores, por lo tanto el inspector despachará un certificado negativo o no favorable de la instalación eléctrica, lo que se traducirá en una instalación que tiene riesgos que podrían llevar a incendios por causas eléctricas.

### 4.4. MEDIDAS DE SEGURIDAD EN LA FASE DE SUPERVISIÓN

Los riesgos representados por la electricidad son de diversos tipos. Entre ellos merecen citarse:

- a) La descarga a través de ser humano.
- b) La producción de un incendio o explosión

### **DESCARGA A TRAVÉS DE SER HUMANO**

Si el individuo no aislado toca uno de los polos de un conductor la electricidad se descargará a tierra a través de su cuerpo. En cambio, si el contacto se realiza simultáneamente con los dos polos del conductor, el cuerpo del individuo servirá para cerrar el circuito.

La magnitud del daño producido por una descarga eléctrica depende de la intensidad de la corriente (amperaje), de la duración de la misma y de la trayectoria recorrida en el cuerpo del sujeto.

Dado que en el momento de la descarga eléctrica el individuo pasa a formar parte del circuito hay que tener en cuenta otros factores tales como su mayor o menor conductividad, por ejemplo, el estado de humedad de la piel influye, ya que si ésta está mojada disminuye su resistencia al pasaje de la corriente, es decir que el sujeto se vuelve mejor conductor.

El peligro de muerte es mayor cuando la corriente eléctrica atraviesa órganos vitales en su paso por el individuo: corazón (fibrilación), pulmones, sistema nervioso (paro respiratorio).

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. CONCLUSIONES**

- El objetivo general propuesto en el presente proyecto de titulación se ha logrado cumplir, es decir se ha realizado la supervisión durante la ejecución y montaje del sistema eléctrico y de telefonía del Mercado Cerrado del Salto en Latacunga.
- Se ha realizado la selección de los materiales adecuados cumpliendo las normas de seguridad, así como con los estándares necesarios para garantizar el buen funcionamiento del sistema.
- Mediante la elaboración de este proyecto se ha realizado el estudio de carga adecuado para dimensionar de manera correcta el sistema eléctrico y de telefonía del Mercado Cerrado del Salto en Latacunga, con el fin de mejorar su funcionamiento y brindar más comodidad tanto para vendedores como para clientes.

## **5.2. RECOMENDACIONES:**

- Es recomendable realizar las pruebas pertinentes siguiendo todas las normas de seguridad para evitar accidentes en la realización de estas.
- Se sugiere utilizar adecuadamente los materiales y herramientas apropiados para este tipo de instalaciones.
- El diseño, la correcta instalación, así como mantenimiento y monitoreo del sistema de puesta a tierra de una instalación eléctrica, es fundamental para proporcionar seguridad al personal así como para el buen desempeño del sistema eléctrico.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- <http://www.arqhys.com/casas/clasificacion-instalaciones-electricas.html>
- <http://es.scribd.com/doc/6146216/REGLAMENTO-TECNICO-DE-INSTALACIONES-ELECTRICAS>
- <http://gerardo-galicia.blogspot.com/2013/06/el-alto-medio-y-bajo-voltaje-rangos.html>
- <http://descubriendolaingenieriaelectromecanica.wikispaces.com/INSTALACIONES+ELECTRICAS>
- [http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\\_electricas.pdf](http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones_electricas.pdf)
- <http://es.scribd.com/doc/16155171/tableros-electricos>
- <http://www.uv.mx/personal/jdominguez/files/2012/10/Manual-de-Instalaciones-Electricas-en-BT-2009.pdf>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1752/1/CD-1545%282008-06-18-10-39-12%29.pdf>
- <http://edison.upc.edu/curs/llum/iluminacion-interiores/calculo-alumbrado-interior.html>

# ANEXOS

**TABLA DE ILUMINANCIAS  
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

<b>AMBIENTES</b>	<b>ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)</b>	<b>CALIDAD</b>
<u>Áreas generales en edificios</u>		
Pasillos, corredores	100	D – E
Baños	100	C – D
Almacenes en tiendas	100	D – E
Escaleras	150	C – D
<u>Líneas de ensamblaje</u>		
Trabajo pesado (ensamble de maquinarias)	300	C – D
Trabajo normal (industria liviana)	500	B – C
Trabajo fino (ensambles electrónicos)	750	A – B
Trabajo muy fino (ensamble de instrumentos)	1500	A – B
<b>Industrias químicas y plásticos</b>		
En procesos automáticos	150	D – E
Plantas al interior	300	C – D
Salas de laboratorios	500	C – D
Industria farmacéutica	500	C – D
Industrias del caucho	500	C – D
Inspección	750	A – B
Control de colores	1000	A – B
<u>Fábricas de vestimenta</u>		
Planchado	500	A – B
Costura	750	A – B
Inspección	1000	A – B
<u>Industrias eléctricas</u>		
Fabricación de cables	300	B – C
Bobinados	500	A – B
Ensamblaje de partes pequeñas	1000	A – B
Pruebas y ajustes	1000	A – B
Ensamble de elementos electrónicos	1500	A – B
<u>Industrias alimentarias</u>		
Procesos automáticos	200	D – E
Áreas de trabajo general	300	C – D
Inspección	500	A – B
<u>Trabajos en vidrio y cerámica</u>		
Salas de almacén	150	D – E
Áreas de mezclado y moldeo	300	C – D
Áreas de acabados manuales	300	B – C
Áreas de acabados mecánicos	500	B – C
Revisión gruesa	750	A – B
Revisión fina – Retoques	1000	A – B
<u>Trabajos en hierro y acero</u>		
Plantas automáticas	50	D – E
Plantas semi – automáticas	200	D – E
Zonas de trabajo manual	300	D – E
Inspección y control	500	A – B

[http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\\_electricas.pdf](http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones_electricas.pdf)

**TABLA DE ILUMINANCIAS  
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

<b>AMBIENTES</b>	<b>ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)</b>	<b>CALIDAD</b>
<b>Industrias de cuero</b>		
Áreas de trabajo en general		
Prensado, curtiembre, costura	300	B – C
Producción de calzados	750	A – B
Control de calidad	1000	A - B
<b>Trabajos de maquinado ( forjado – torno )</b>		
Forjado de pequeñas piezas	200	D – E
Maquinado en tornillo de banco	400	B – C
Maquinado simple en torno	750	A – B
Maquinado fino en torno e inspección de pequeñas partes	1500	A – B
<b>Talleres de pintado</b>		
Preparación de superficies	500	C – D
Pintado general	750	B – C
Pintado fino, acabados, control	1000	A – B
<b>Fábricas de papel</b>		
Procesos automáticos	200	D – E
Elaboración semi automática	300	C – D
Inspección	500	A – B
<b>Imprentas – Construcción de libros</b>		
Salas de impresión a máquina	500	C – D
Encuadernado	500	A – B
Composición, edición, etc.	750	A – B
Retoques	1000	A – B
Reproducciones e impresiones a color	1500	A – B
Grabados en acero y cobre	2000	A – B
<b>Industrias textiles</b>		
Área de desembalaje	200	D – E
Diseño	300	D – E
Hilados, cardados, teñidos	500	C – D
Hilados finos, entrelazados	750	A – B
Cosido, inspección	1000	A – B
<b>Industrias en madera</b>		
Aserradero	200	D – E
Ensamble en tornillo de banco	300	C – D
Trabajo con máquinas	500	B – C
Acabados	750	A – B
Inspección control calidad	1000	A – B
<b>Oficinas</b>		
Archivos	200	C – D
Salas de conferencia	300	A – B
Oficinas generales y salas de cómputo	500	A – B
Oficinas con trabajo intenso	750	A – B
Salas de diseño	1000	A – B
<b>Centros de enseñanza</b>		
Salas de lectura	300	A – B
Salones de clase, laboratorios, talleres, gimnasios	500	A – B

(http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\_electricas.pdf)

**TABLA DE ILUMINANCIAS  
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

AMBIENTES	ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)	CALIDAD
<u>Tiendas</u>		
Tiendas convencionales	300	B – C
Tiendas de autoservicio	500	B – C
Tiendas de exhibición	750	B – C
<u>Edificios Públicos</u>		
Salas de cine	150	B – C
Salas de conciertos y teatros	200	B – C
Museos y galerías de arte	300	B – C
Iglesias		
- nave central	100	B – C
- altar y púlpito	300	B – C
<u>Viviendas</u>		
Dormitorios		
- general	50	B – C
- cabecera de cama	200	B – C
Baños		
- general	100	B – C
- área de espejo	500	B – C
Salas		
- general	100	B – C
- área de lectura	500	B – C
Salas de estar	100	B – C
Cocinas		
- general	300	B – C
- áreas de trabajo	500	B – C
Área de trabajo doméstico	300	B – C
Dormitorio de niños	100	B – C
<u>Hoteles y restaurantes</u>		
Comedores	200	B – C
Habitaciones y baños		
- general	100	B – C
- local	300	B – C
Áreas de recepción, salas de conferencia	300	B – C
Cocinas	500	B – C
<u>Subestaciones eléctricas al interior</u>	200	
Alumbrado general	500	B – C
Alumbrado local	50	A – B
<u>Alumbrado de emergencia</u>		B – C

([http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\\_electricas.pdf](http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones_electricas.pdf))

**TABLA DE ILUMINANCIAS  
PARA AMBIENTES AL INTERIOR**

<b>AMBIENTES</b>	<b>ILUMINANCIA EN SERVICIO (lux)</b>	<b>CALIDAD</b>
<u>Hospitales – Centros Médicos</u>		
Corredores o pasillos		
- durante la noche	50	A – B
- durante el día	200	A – B
Salas de pacientes		
- circulación nocturna	1	A – B
- observación nocturna	5	A – B
- alumbrado general	150	A – B
- exámenes en cama	300	A – B
Salas de exámenes		
- alumbrado general	500	A – B
- iluminación local	1000	A – B
Salas de cuidados intensivos		
- cabecera de cama	50	A – B
- observación local	750	A – B
Sala de enfermeras	300	A – B
Salas de operaciones		
- sala de preparación	500	A – B
- alumbrado general	1000	A – B
- mesa de operaciones	100000	A – B
Salas de autopsias		
- alumbrado general	750	A – B
- alumbrado local	5000	A – B
Laboratorios y farmacias		
- alumbrado general	750	A – B
- alumbrado local	1000	A – B
Consultorios		
- alumbrado general	500	A – B
- alumbrado local	750	A – B

[http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\\_electricas.pdf](http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones_electricas.pdf)

**CALIDAD DE LA ILUMINACIÓN POR TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD**

<b>CALIDAD</b>	<b>TIPO DE TAREA VISUAL O ACTIVIDAD</b>
A	Tareas visuales muy exactas
B	Tareas visuales con alta exigencia. Tareas visuales de exigencia normal y de alta concentración
C	Tareas visuales de exigencia y grado de concentración normales; y con un cierto grado de movilidad del trabajador.
D	Tareas visuales de bajo grado de exigencia y concentración, con trabajadores moviéndose frecuentemente dentro de un área específica.
E	Tareas de baja demanda visual, con trabajadores moviéndose sin restricción de área.

[http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones\\_electricas.pdf](http://www.storetech.pe/manuales/instalaciones_electricas.pdf)





APROBACION DE PROYECTO

**NOMBRE DEL PROYECTO:** MERCADO DEL SALTO LATACUNGA

**DIRECCION:** Calle Antonia Vela y Félix Valencia - Latacunga

**PROYECTISTA:** Ing. Oscar Mallitasig Panchi

**N° PP-2012-114**  
**LIC.PROF. N° 03-18-219 EPN**

**DIRECCION TECNICA:**

El proyecto en mención se deberá construir con las siguientes recomendaciones:


- Para iniciar la construcción del proyecto, el Ingeniero Constructor solicitará por escrito a Presidencia se designe un Fiscalizador.
- Para la recepción del proyecto deberá presentar una solicitud dirigida a la Presidencia, adjuntando facturas del material; protocolo de pruebas del transformador; de no cumplir con lo anterior no se procederá a la recepción.
- Si en la construcción se modifican las características de diseño del proyecto, se deberá anexar plano de construcción y hojas de estacamiento definitivas previamente aprobadas por el Fiscalizador.
- Las luminarias deberán ser IP 65 en el campo optoelectrico y 65 en la parte mecánica. Además, por disposición de la Dirección Técnica se deberá utilizar cable antihurto (cable preensamblado XLPE) en los circuitos secundarios.
- Una vez que el proyecto entre en funcionamiento deberá realizar el estudio del factor de potencia, de tal manera que presente 0.95 por lo menos.
- El alimentador primario, ELEPCO S.A. podrá utilizar para extender el servicio a otros usuarios.
- El usuario tramitará los derechos de peso y sitios para colocación de sensores y anclajes.
- La aprobación del presente diseño tiene una vigencia de dos años.
- El sistema de medición coordinará con la Dirección Comercial.

**PAGO DE DERECHOS DE:**

- ELEPCO S.A. - APROBACION DE PROYECTO POR.
- FACTIBILIDAD DE SERVICIO POR.
- RED PRIMARIA Y SUBESTACIONES.

150 KVA TRIFASICO  
150 KVA TRIFASICO  
150 KVA TRIFASICO

FECHA: Latacunga, 7 de Agosto del 2012

  
RESPONSABLE

**DIRECCION COMERCIAL:**

Se ha procedido a aprobar el presente proyecto con las características que arriba se detallan.

FECHA: \_\_\_\_\_

RECIBIDO POR: \_\_\_\_\_





## MEMORIA TECNICA

### CONTENIDO

#### SECCION 1: ANTECEDENTES

- 1.1 ANTECEDENTES.
- 1.2 ALCANCE Y OBJETIVOS.

#### SECCION 2: REDES EXISTENTES

- 2.1 DIAGNOSTICO

#### SECCION 3: REDES PROYECTADAS

- 3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.
- 3.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO.
  - 3.2.1 RED DE MEDIO VOLTAJE.
  - 3.2.2 RED DE BAJO VOLTAJE
  - 3.2.3 CENTRO DE TRANSFORMACION
  - 3.2.4 PROTECCIONES
  - 3.2.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA ✓
  - 3.2.6 MEDICION ✓
- 3.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA.

#### SECCION 4: ANEXOS

- 4.1 ANEXO 1: ESTUDIO DE CARGA Y DEMANDA.
- 4.2 ANEXO 2: HOJA DE ESTACAMIENTO
- 4.3 ANEXO 3: LISTA DE MATERIALES.
- 4.4 ANEXO 4: PLANOS DE MEDIO VOLTAJE Y  
BAJA VOLTAJE
- 4.5 ANEXO 5: DIAGRAMAS UNIFILARES



## **SECCION 1: ANTECEDENTES**

### **1.1 ANTECEDENTES.**

El Proyecto "MERCADO DEL SALTO LATACUNGA" perteneciente al GAD Municipal del Cantón Latacunga sector la matriz.

El proyecto en mención se requiere la instalación de un centro de transformación trifásico, razón por la cual se realiza el presente estudio a fin de dimensionar apropiadamente la capacidad del centro de transformación y dotar el servicio adecuado dentro de los términos de calidad y acorde a los requerimientos de la misma.

### **1.2 ALCANCE Y OBJETIVOS.**

#### **1.2.1 ALCANCE**

Dotar el servicio eléctrico al proyecto "MERCADO DEL SALTO LATACUNGA" por parte de ELEPCO S.A. para que pueda entrar en operación diferentes plantas del mercado como son:

- Iluminación del parqueadero,
- Iluminación de la primera planta (legumbres),
- Iluminación de la segunda planta (cármicos),
- Iluminación de la tercera planta (Patio de comidas).

Garantizando el funcionamiento de todo su equipo eléctrico e instalaciones en condiciones de operación de manera normal.

#### **1.2.2 OBJETIVOS**

- Satisfacer la demanda de potencia y energía que requiere el proyecto eléctrico "MERCADO DEL SALTO LATACUNGA" para entrar en



## DISELECTRIC

Diseño y Distribución de Redes Eléctricas

---

operación diferentes maquinarias requeridas para la misma tomando en cuenta una expansión de la carga en el futuro.

- Realizar el diseño de redes subterráneas y del montaje del transformador analizando parámetros técnicos- económicos de todos los materiales y equipos a utilizar para evitar posibles sobredimensionamientos y costos elevados.

### SECCION 2: RED EXISTENTE.

#### 2.1 DIAGNOSTICO.

Existe el alimentador Brigada Patria la Calera # 02SR13B1S1 de Medio Voltaje Trifásica a 13.2 kV, del cual se derivara una red en medio voltaje trifásica en forma subterránea hasta llegar a la cámara de transformación ubicado en la planta baja; en el cual se montara un transformador de 150 kVA

### SECCION 3: REDES PROYECTADAS.

#### 3.1 CONSIDERACIONES GENERALES.

El presente estudio eléctrico, considera como referencia las guías de diseño de redes aéreas del MEER (SIGDE) y por parte de la ELEPCO S.A. Entidad encargada del suministro de energía eléctrica en el sector.

#### 3.2 DESCRIPCION DEL PROYECTO.

##### 3.2.1 RED DE MEDIO VOLTAJE.

La red de medio voltaje será trifásica, y estará conformado con un conductor de cobre unipolar aislado # 2 para 15 kV. Para cada fase dicha red será subterránea hasta llegar a la cámara de transformación ubicado en la parte



baja del mercado (Parqueadero), dicha cámara se realizara con estructuras normalizadas, de acuerdo a las normas del MEER. El arranque se realiza de la siguiente forma:

Empieza desde el poste existente (S/N) que está ubicado en la Calle Félix Valencia y Antonia Vela esquina, en este punto de derivación se instalara tres seccionadores porta-fusibles tipo abierto de 15 kV -100 A con tira fusibles de 12 A tipo K con más detalle se puede apreciar la configuración de esta red en el plano del proyecto.

### **3.2.2 RED DE BAJO VOLTAJE**

La red de bajo voltaje estará constituida por la acometida que va desde el transformador hasta el sistema de medición instalado para el presente proyecto.

### **3.2.3 CENTRO DE TRANSFORMACION**

En este proyecto se ha previsto la instalación de un transformador de 150 KVA: trifásico, tipo convencional, sumergido en aceite, apto para funcionar a 3000 m.s.n.m, con voltaje en el lado primario de 13200 V en Delta, y 220/127 V en Estrella en el lado secundario, frecuencia 60Hz, conexión Dyn5, Bil en el lado primario de 150 (kV). El transformador cumple con las normas NTE INEN 2115, ANSI C-57-12-20, NTC y control de calidad ISO 9001

El transformador irá montado en una cámara de transformación con todos los elementos que requiere el montaje de un transformador: herrajes, y elementos subterráneos.

Los detalles constructivos del montaje eléctrico del transformador se pueden apreciar en los planos del proyecto.



## DISELECTRIC

Diseño y Distribución de Redes Eléctricas

---

### 3.2.4 SECCIONAMIENTO Y PROTECCIONES

Las protecciones respectivas son las establecidas por las normas una vez realizado los cálculos de las corrientes tanto en lado de bajo y de medio voltaje del transformador para las protecciones del mismo y para las protecciones de la red de medio voltaje se considera el voltaje de operación de la red, por lo tanto el lado primario se protege mediante seccionadores portafusibles unipolares tipo abierto de 15 KV – 100 A, con tirafusibles tipo "12K", y pararrayos tipo distribución de 10 KV.

En el lado secundario se instalará bases tipo "NH" de 500 A – 500 V, con fusibles cuchillas de 400 A.

### 3.2.5 SISTEMA DE PUESTA A TIERRA

Se instalará una malla de conexión a tierra conformada por 4 varillas de cooperweld de 5/8"x1.8 m., interconectadas con cable de Cu. Desnudo # 2 AWG mediante sueldas exotérmicas; a la cual se conectarán al neutro de red, y al tanque del transformador.

### 3.2.6 MEDICIÓN

Este proyecto dispondrá de un sistema de medición que ELEPCO S.A. disponga ya que la empresa esta encargada de la selección del medidor de acuerdo a las características del sistema eléctrico a construir y también se encarga de su instalación con su respectiva acometida.

## 3.3 DETERMINACION DE LA DEMANDA.

### ESTUDIO DE DEMANDA.

Para el cálculo de la demanda se ha realizado un censo de la carga con la que funcionara El Mercado Del Salto Latacunga, además se considera como parte



## DISELECTRIC

Diseño y Distribución de Redes Eléctricas

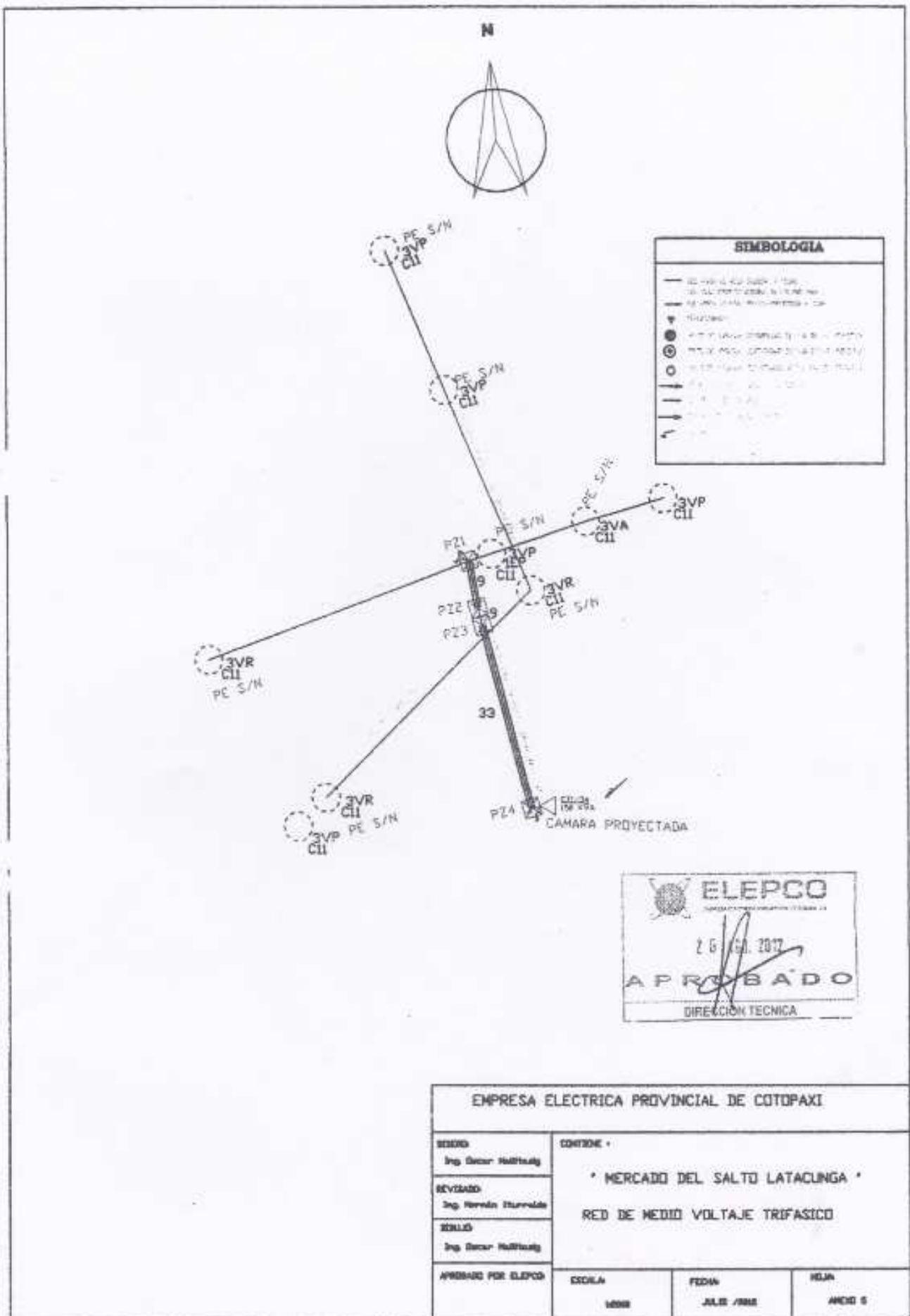
del diseño un incremento de la demanda de carga anual del 1 % ya que uno de los objetivos del mercado es incrementar equipos tecnificados para su producción en el caso de la planta segunda y tercera. Por lo tanto está planificado su posterior expansión de sus instalaciones dando como una potencia total de 118,8 KW que es el análisis total del tablero eléctrico considerado para la implantación los cuales se enumera a continuación:

### 1.- Tablero de Servicios Generales

Para los cálculos se ha considerado un factor de potencia de la carga de 0.9, obteniéndose una potencia de 132 KVA, posteriormente se considera un tiempo de proyección de la demanda para los próximos 10 años con el fin de cubrir posibles sobrecargas y estar acorde al incremento de la demanda de carga anual durante este tiempo se proyecta la potencia de 145,84 KVA dando como resultado una potencia de 145,84 KVA por lo tanto se considera un transformador estandarizado de 150 KVA trifásico tipo convencional, esta capacidad permitirá cubrir futuros incrementos de carga planificados por los propietarios.

En el anexo 1 A, B, C, D presenta en detalle el cálculo del estudio de carga y demanda del Mercado Del Salto Latacunga.

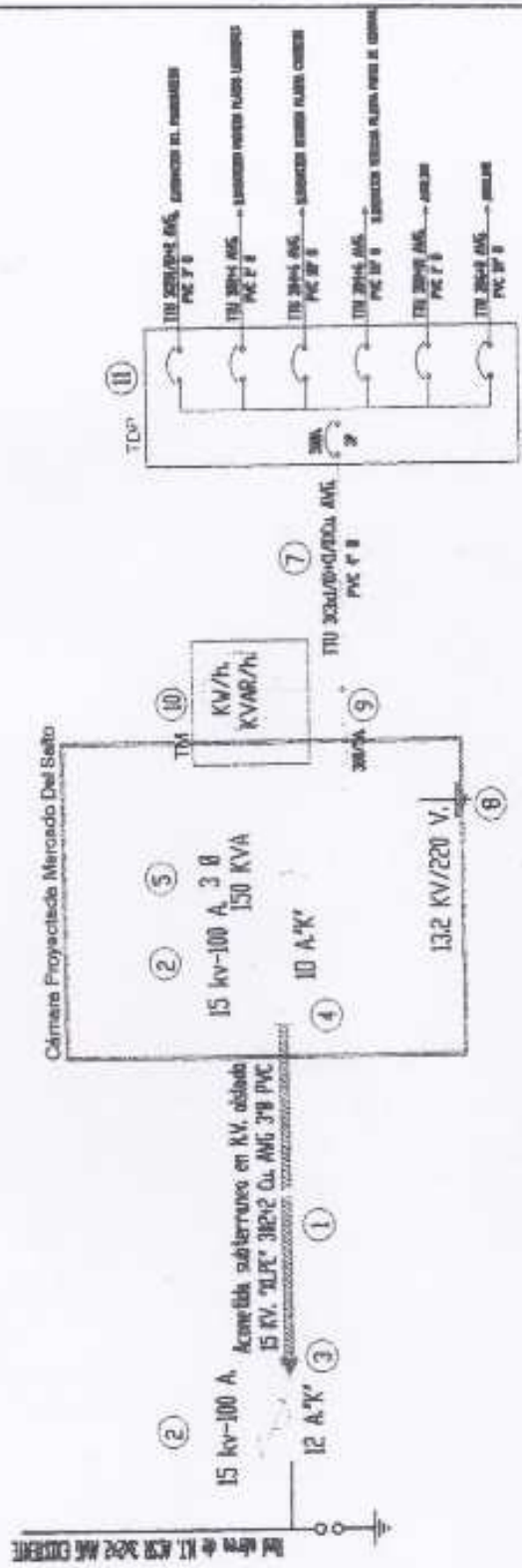




SIMBOLOGIA	
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON PE S/N Y CI
	TRANSFORMADOR
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N
	LINEA DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICA CON CI Y PE S/N

26/05/2017
   
**APROBADO**
  
 DIRECCION TECNICA

EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI			
<b>DISEÑO</b> Ing Oscar Huilhuay	<b>CONDICIONES</b> * MERCADO DEL SALTO LATACUNGA * RED DE MEDIO VOLTAJE TRIFASICO		
<b>REVISADO</b> Ing Fernando Durand			
<b>REVISADO</b> Ing Oscar Huilhuay			
<b>APROBADO POR ELEPCO</b>	<b>CIUDA</b> LATA	<b>FECHA</b> JULIO /2017	<b>FOLIO</b> ANEXO 5



**SIMBOLOGIA**

- ① Red de M.T., 15 KV, XLPE 3R2+2 Cu. dia. AMG, proyectada
- ② Seccionador portable tipo abierto 15 KV, 100 A
- ③ Punta terminal aislada para 15 KV, exterior
- ④ Punta terminal aislada para 15 KV, interior
- ⑤ Transformador trifásico 150KVA 15.2KV/220-127 V.
- ⑥ Acometidos de baja tensión
- ⑦ Malla de tierra
- ⑧ Tablero de Medición (TM)
- ⑨ Tablero de distribución principal (TDP) a 220 V.



**ELEPCO**  
EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI

20 AGO 2012

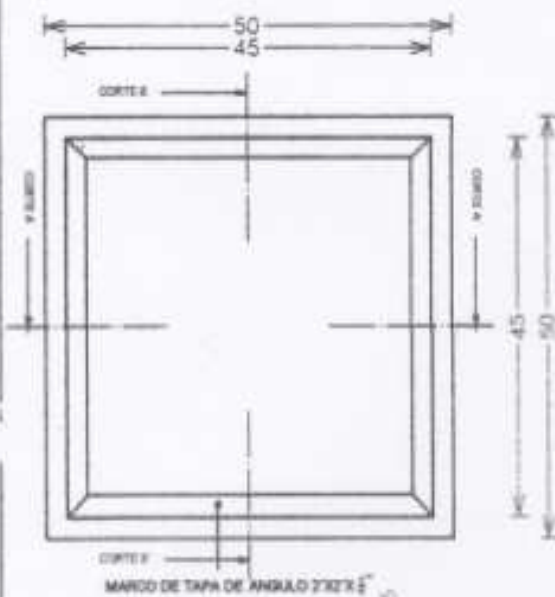
APROBADO

DIRECCION TECNICA

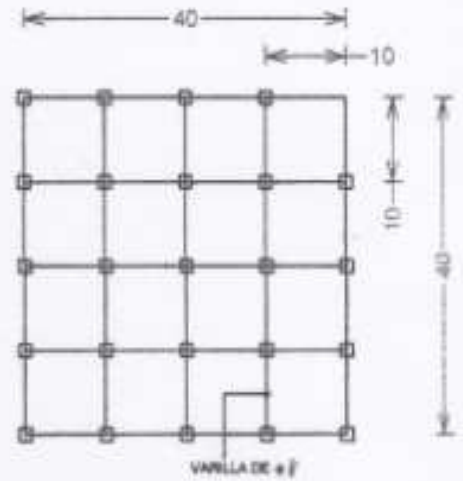
<b>ELEPCO</b>		<b>EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI</b>	
CONTIENE:			
* MERCADO DEL SALTO LATACUNGA *			
IIIAGRAMA UNIFILAR			
UBICACION DE EDUPOS			
Escala	Fecha	Relaj	Aprob
metros	AÑO / MES		(AÑO) (I)
EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI			
DISEÑO	Ing. Oscar Nuñez		
REVISADO	Ing. Hernán Durán		
SEALADO	Ing. Oscar Nuñez		
MONTADO POR ELEPCO			



# TIPO DE POZO PARA CRUCE DE CALLE DE CALLE



## CARACTERISTICAS DE TAPAS DE POZOS



CORTE A-A

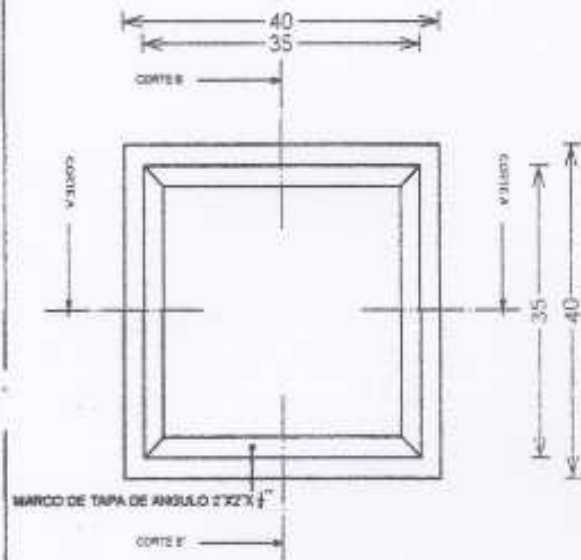


CORTE B-B

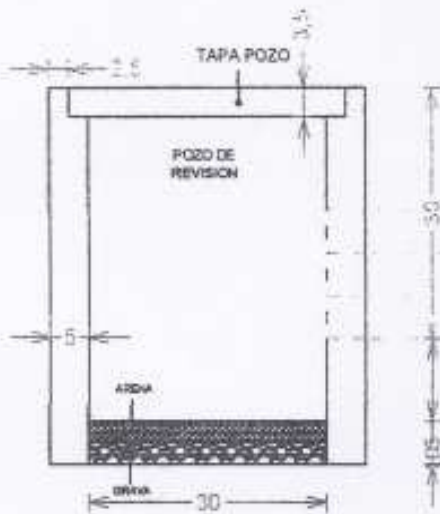
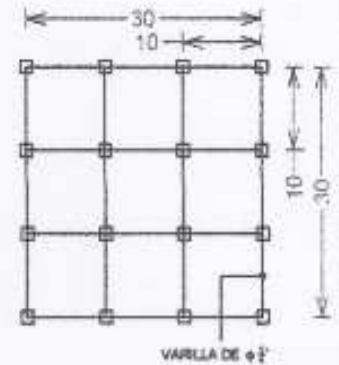


EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI			
DISEÑO: Ing. Oscar Meléndez	CONTENIDO:  "MERCADO DEL SALTO LATACUNGA"  POZOS PARA CRUCE DE CALLE		
REVISADO: Ing. Fernando Sarmiento			
DELLADO: Ing. Oscar Meléndez			
APROBADO POR ELEPCO:			
ESCALA: 1:200	FECHA: JULIO 2012	HOJA: ANEXO 1	

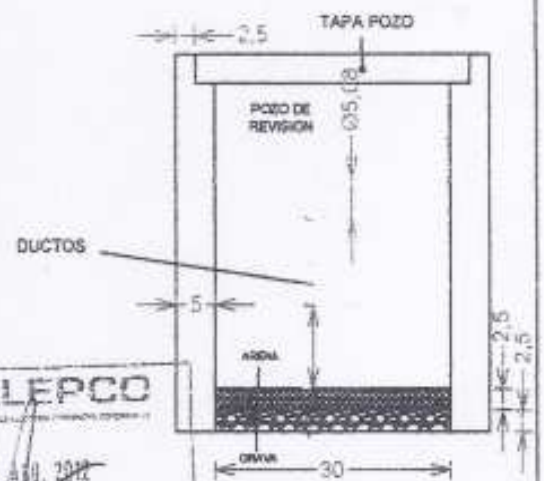
## TIPO DE POZO PARA INSTALACION EN ACERAS



### CARACTERISTICAS DE TAPAS DE POZOS



CORTE A-A'

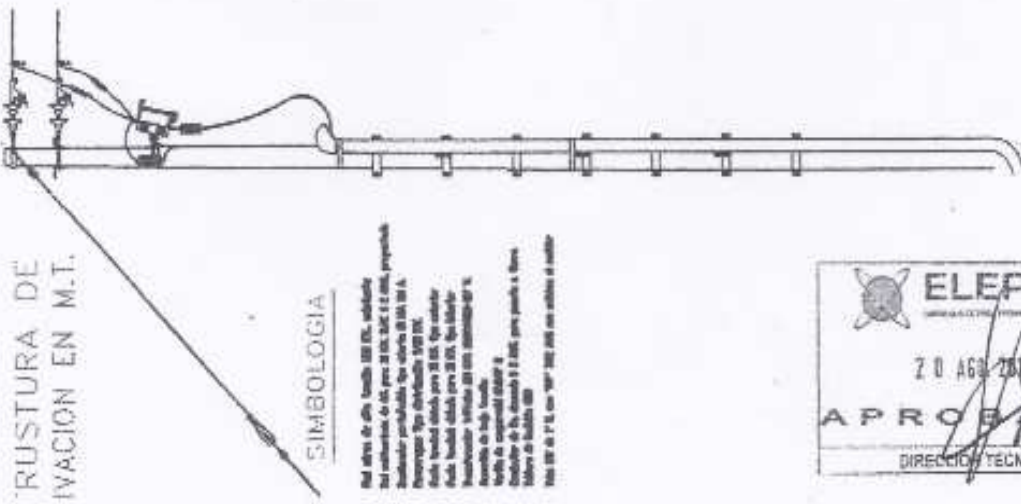


CORTE B-B'



EMPRESA ELECTRICA PROVINCIAL DE COTOPAXI			
<b>DISEÑO:</b> Ing. Cesar Meléndez	<b>CONTIENE:</b>  " MERCADO DEL SALTO LATACLUNGA "		
<b>REVISADO:</b> Ing. Herman Benítez			
<b>DIBUJO:</b> Ing. Cesar Meléndez			
<b>APROBADO POR ELEPCO:</b>	<b>ESCALA:</b> 1:200	<b>FECHA:</b> AUG/2012	<b>Hojas:</b> ANEXO 1

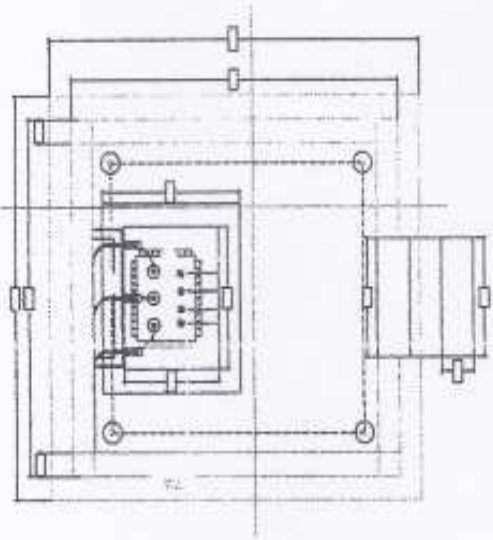
RUSTRURA DE  
IVACION EN M.T.



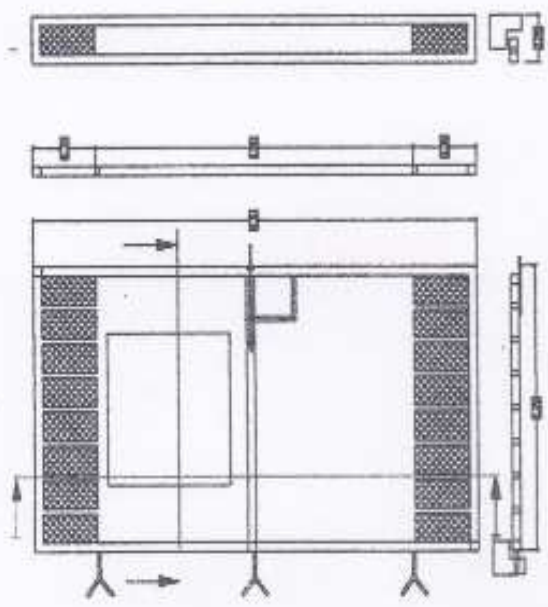
**SIMBOLOGIA**

Del tipo de alta tensión 220 KV, utilizado  
 del aislamiento de 45, para 20 KV, 30 KV y 35 KV, propuesto  
 fabricante particular, que cumple con la IEC 104.  
 Normativa: Tipo de aislamiento: 150 KV.  
 Este modelo cumple con 20 KV, 30 KV, 35 KV, 40 KV, 45 KV,  
 fabricante particular, 20 KV, 30 KV, 35 KV, 40 KV,  
 fabricante de alta tensión.  
 Tipo de material: aluminio.  
 Modelo de tipo, tamaño 2.200, para puentes y torres.  
 Modelo de tipo 200.

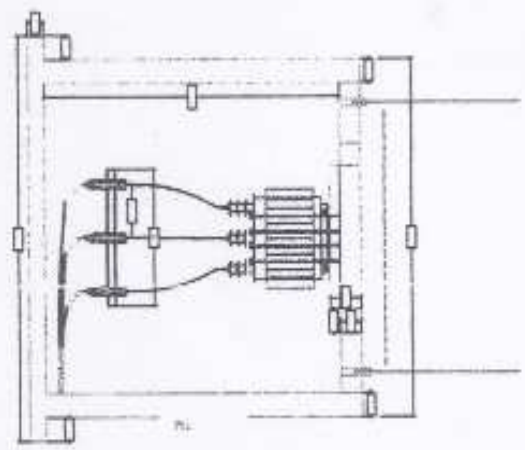
ANTA



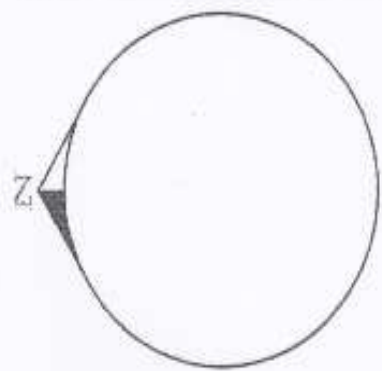
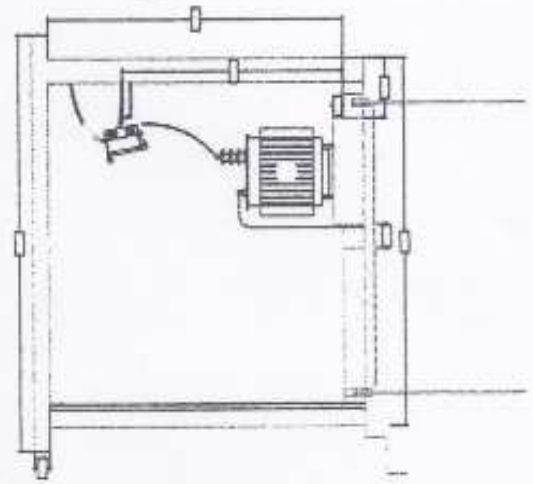
PUERTA



CORTE A-A'



CORTE B-B'

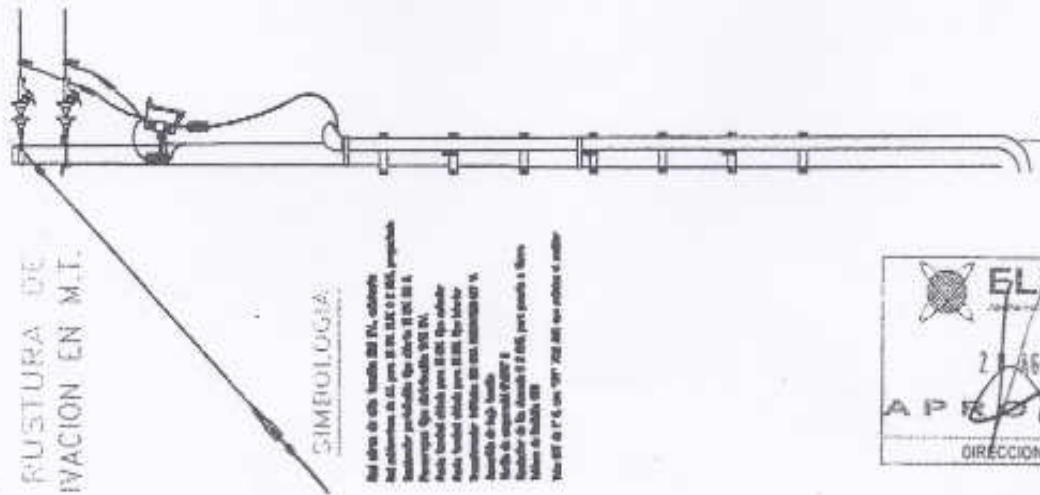


UBICACION

DISELECTRIC S.A.	
MARCA DEL SANTO LUCIANO	

**ELEPCO**  
 INGENIERIA Y FABRICACION  
 Z O AGO 2012  
**APROBADO**  
 DIRECCION TECNICA

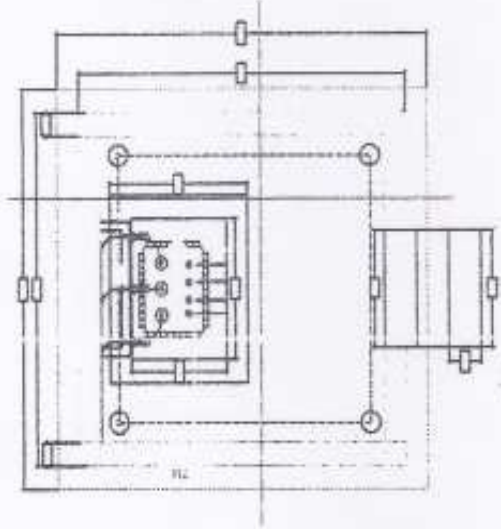
RUSTRURA DE  
 IVACION EN M.T.



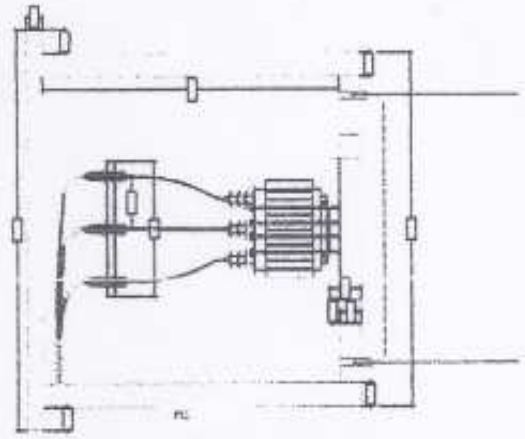
SIMBOLOGIA

Del tipo de cable, hecho del tipo, estubo  
 del estubo de 0.01 por 0.01 de 0.01 de 0.01, propo  
 Material producido de cable 0.01 de 0.01  
 Punturas de cable 0.01 de 0.01  
 Anillo hecho cable por 0.01 de 0.01  
 Anillo hecho cable por 0.01 de 0.01  
 Transformador hecho del tipo 0.01 de 0.01  
 Material de tipo 0.01  
 Material de tipo 0.01 de 0.01  
 Material de tipo 0.01 de 0.01  
 Material de tipo 0.01 de 0.01  
 Material de tipo 0.01 de 0.01

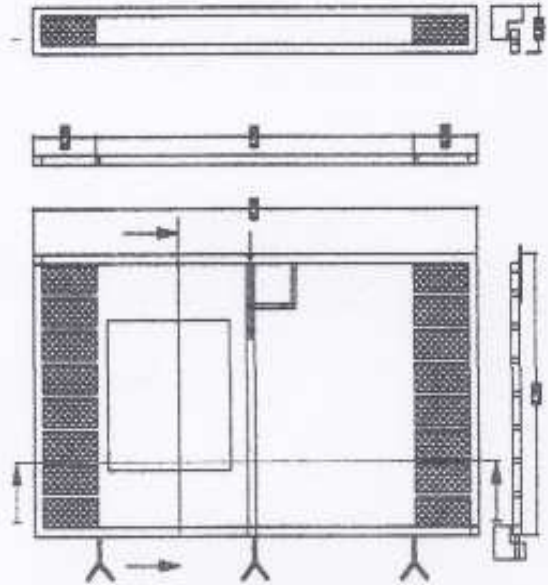
ANTA



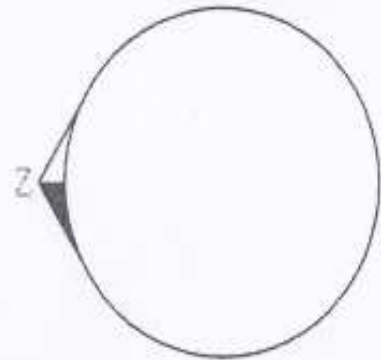
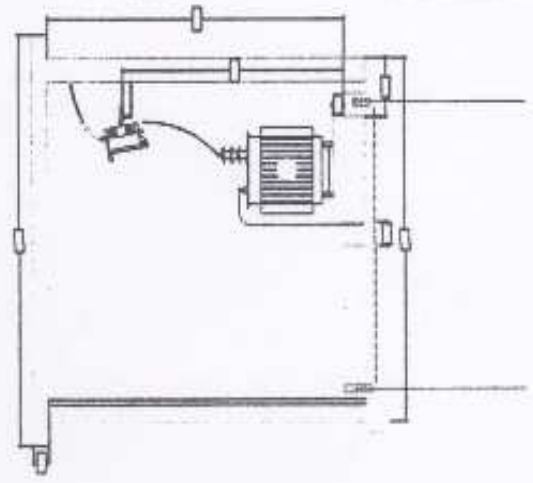
CORTE A-A'



PUERTA



CORTE B-B'



UBICACION

ELECTRIC S.A.	
DISEÑO DEL CANTO 1/19/63	

**ELEPCO**  
 21/06/2012  
**APROBADO**  
 DIRECCION TECNICA



# PLANOS ELÉCTRICOS