





**INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL**  
ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA  
UNIDAD CULHUACÁN

**TESIS PROFESIONAL**  
**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**  
**INGENIERO ELÉCTRICO**

**PRESENTAN:**

**LEÓN LÓPEZ ULISES ENRIQUE**  
**REYES VÁZQUEZ RUSBEL DAMIAN**  
**SÁNCHEZ PÉREZ ELIUT FREDY**

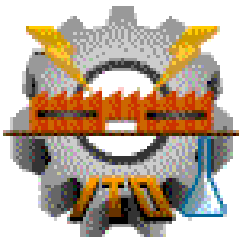
**TEMA:**

**“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS NECESARIAS  
PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN LA SUBESTACIÓN DE  
UNA EMPRESA ENVASADORA DE MEZCAL UBICADA EN LOS VALLES  
CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA APLICANDO EL MÉTODO FINE”**

**ASESOR:**

**M. EN C. EDNA CARLA VASCO MÉNDEZ**

**OAXACA DE JUÁREZ, OAX. 2012**



**IPN**  
**ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERÍA MECÁNICA Y ELÉCTRICA**  
**UNIDAD CULHUACÁN**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE: INGENIERO ELÉCTRICO

DEBERÁ DESARROLLAR: LEÓN LÓPEZ ULISES ENRIQUE  
REYES VÁZQUEZ RUSBEL DAMIAN  
SÁNCHEZ PÉREZ ELIUT FREDY

NOMBRE DEL TEMA:

“EVALUACIÓN, DIAGNÓSTICO Y DISEÑO DE LAS MEDIDAS NECESARIAS PARA LA PREVENCIÓN DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS EN LA SUBESTACIÓN DE UNA EMPRESA ENVASADORA DE MEZCAL UBICADA EN LOS VALLES CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA APLICANDO EL MÉTODO FINE“

INTRODUCCIÓN

En el sector industrial las subestaciones juegan un papel muy importante para la producción, es por esto que identificar a tiempo los peligros y riesgos de una subestación evitará a largo plazo la pérdida de vidas humanas y pérdidas de producción por fallas en la instalación.

CAPITULADO:

1. MARCO DE REFERENCIA
2. ESTUDIO DE MERCADO
3. PLANEACIÓN DEL PROYECTO
4. EJECUCIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO
5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS

Oaxaca de Juárez, Oax. a 26 de Marzo de 2012.

FIRMA DE ASESORES

---

M. EN C. EDNA CARLA VASCO MÉNDEZ  
COORDINADORA DEL SEMINARIO

---

ING. CARLOS GUILLERMO GARCÍA SPÍNOLA  
ASESOR

---

ING. JOSE MIGUEL GARCIA SANCHEZ  
JEFE DE LA CARRERA DE I.M.

## **AGRADECIMIENTOS**

Primeramente a Dios que me ha brindado la oportunidad de concluir mis estudios profesionales de manera satisfactoria.

Gracias a mi madre, por su apoyo moral que a cada momento me ha brindado. Así mismo a mi padre por forjar la enseñanza del buen camino e inculcarme el amor por esta carrera y profesión.

Gracias a todos mis tíos(as) que en todo momento exhortaron en mí el aliento para salir adelante.

Gracias a todos los que hacen posible este gran logro en mi vida, y por llenar mi espíritu inquebrantable para aprender que los más grandes sacrificios en la vida valen realmente la pena.

**GRACIAS.**

**RUSBEL D. REYES VAZQUEZ.**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres ya que sin su apoyo y comprensión nunca hubiera sido posible alcanzar esta meta en mi vida, mi gratitud eterna para ellos.

A mis hermanos gracias, por su apoyo a lo largo del tiempo que nos ha tocado compartir tantos momentos juntos.

A mis compañeros y amigos por esas horas compartidas en las aulas, gracias por colaborar conmigo y compartir este tiempo.

Gracias a dios por haberme permitido haber coincidido con esta gente tan maravillosa en mi camino.

GRACIAS A TODOS.

ELIUT

*A mis padres y hermanos*

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados para que yo lograra terminar mi carrera profesional, siendo para mí la mejor de las herencias.

A mi madre que es el ser más maravilloso del mundo. Gracias por su apoyo moral, su cariño y comprensión que desde pequeño me han brindado, por guiar mi camino y estar siempre junto a mí en los momentos difíciles. A mi padre porque desde pequeño ha sido para mí un hombre grande y maravilloso y que siempre he admirado. Gracias por guiar mi vida con energía esto es lo que ha hecho lo que soy. A mis hermanos que sin pedir nada a cambio me ayudaron a darme cuenta que amor y amistad no sólo son concepto sino entrega noble y desinteresada.

Gracias por todo lo que me han dado con amor, respeto y admiración.

Ulises León



## ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	5
A) Detección de necesidades	5
B) Planteamiento del problema	5
C) Justificación	6
D) Objetivo general	6
E) Objetivos específicos	6
F) Alcances	6
G) Metas	7
H) Misión	7
CAPITULO 1 MARCO DE REFERENCIA	8
1 Subestación eléctrica de distribución	9
1.1.1 Definición de subestación eléctrica	9
1.1.2 Clasificación de las subestaciones eléctricas	10
1.1.3 Elementos constitutivos de la subestación	12
1 Metodología aplicada para el análisis de riesgos en subestación	12
1.2.1 Factores de riesgo	12
1.2.2 Valoración de factores de riesgo	13
1.2.2.1 Metodología de valorización FINE	14
1 Peligros y riesgos en una subestación eléctrica	18
1.3.1 Riesgo eléctrico	19
1 Factores relacionados con el riesgo de accidentes eléctricos	20
2 Factores determinantes de accidentes eléctricos	22
2 Tipos de accidentes eléctricos	23
1.6.1 Contactos directos	23
1.6.2 Contactos indirectos	23
1.6.3 Choques Eléctricos	24
2 Consecuencias de accidentes eléctricos	25
2 Principales causas de riesgo de incendio en una subestación	26
1.8.1 Arco eléctrico	27
1.8.1.1 Causas	28
1.8.1.2 Precaución	29
1.8.2 Explosión	30
1.8.2.1 Causas de explosión en subestación	30
1.8.3 Sobrecorrientes	32
1.8.4 Sobretensiones	33
1.8.5 Sobrecarga de transformadores	34
1.9 Marco legal	35
1.9.1 Definición	35



CAPÍTULO 2 ESTUDIO DE MERCADO	41
2 Objetivo del estudio de mercado	41
2 Importancia del estudio de mercado	41
2 Determinación del tamaño de la muestra	41
2 Cuestionario para la encuesta	42
3 Evaluación de resultados y representación gráfica	44
3 Conclusiones del estudio de mercado	49
CAPÍTULO 3 PLANEACIÓN DEL PROYECTO	50
3 Planeación	50
3 Ruta crítica	50
3 Actividades del proyecto	51
3 Elaboración de la ruta crítica del proyecto	53
4 Gráfica de Gantt	53
CAPÍTULO 4 EJECUCIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO	55
4 Formulación de un listado de condiciones de seguridad	55
4 Inpección física del lugar	57
4.2.1 Cálculos realizados en la subestación industrial	57
4.2.2 Cálculos realizados para tranasformador 3 fases 300 KVA	57
4.2.2.1 Conductor fase	57
4.2.2.2 Conductor neutro	58
4.2.2.3 Dispositivo de Protección (ITM principal)	59
4.2.2.4 Corriente de Cortocircuito	59
4.2.3 Cuadro comparativo de resultados.	62
4 Detección de anomalías	62
4.3.1 Identificación de riesgos	62
4.3.2 Método de valoración FINE	64
4.3.2.1 Principales causas de riesgo en Subestación Eléctrica	64
4.3.2.1.1 Resultados obtenidos	74
4.3.3 Sistemas de control y defensas para prevención de riesgos en Subestación	74
4.3.4 Prevención y control para el mantenimiento de subestación	74
4.3.5 Mantenimiento preventivo	75
4.3.6 Ejecución del mantenimiento	75
4 Diagnostico de la subestación industrial	76
4.4.1 Fosa para el depósito de aceite del transformador	76
4.4.2 Puesta a tierra de tableros eléctricos	76
4.4.3 Instalación de Extintores contra incendio	77
4.4.4 Señalizaciones	77
4.4.5 Dimensionamiento de elementos eléctricos	78
5 Diseño de mejoras a realizar	78
4.5.1 Fosa para el depósito de aceite del transformador	78
4.5.2 Puesta a tierra de tableros eléctricos	81





4.5.3	Instalación de Extintores contra incendio	82
4.5.4	Señalizaciones	84
4.5.5	Dimensionamiento de elementos eléctricos	84
5	Análisis de precios unitarios	84
5	Elaboración de presupuesto	98
5	Presentación del proyecto	99
5	Conclusiones de la ejecución y control del proyecto	99
CAPÍTULO 5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS		100
5	Determinación de costos	100
5.1.1	Inversión inicial	100
5.1.2	Análisis de flujos netos de efectivo	100
5.1.3	Flujo de caja	101
5	Valor actual neto	102
5.2.1	Tasa Interna de Rendimiento (TIR)	104
5.2.2	Periodo de recuperación (payback)	105
5.2.3	Relación costo beneficio	106
5.2.4	Punto de equilibrio	107
5	Conclusiones	109
	Glosario	110
	Bibliografía	113
	Anexos	114

---

## **Introducción**

La electricidad es una de las fuentes de energía más utilizadas en nuestra sociedad. La gran ventaja de la electricidad es que puede transportarse a gran distancia, elevando la tensión y disminuyendo la intensidad de corriente para evitar pérdidas por efecto Joule (alta tensión) y suministrarla a la tensión de los equipos receptores (baja tensión). El suministro se controla mediante elementos de corte que pueden eliminar el riesgo eléctrico en una instalación por interrupción de la corriente eléctrica, también se puede eliminar el riesgo eléctrico aislando las partes conductoras.

### **A) Detección de necesidades**

En el sector industrial las subestaciones juegan un papel muy importante para la producción, es por esto que identificar a tiempo los peligros y riesgos de una subestación evitará a largo plazo la pérdida de vidas humanas y pérdidas de producción por fallas en la instalación.

Los riesgos eléctricos están asociados con los efectos de la electricidad y en su mayor parte están relacionados con el empleo de las instalaciones eléctricas.

### **B) Planteamiento del problema**

La situación en la cual se encuentran las subestaciones eléctricas de tipo industrial en el estado de Oaxaca particularmente en la Zona Oaxaca administrada por Comisión Federal de Electricidad, generalmente no es la apropiada para su funcionamiento, esto implica un riesgo potencial de accidentes de magnitudes variables que repercuten principalmente en el personal que labora en la industria.

---

### **C) Justificación**

En este estudio se hará hincapié en los riesgos eléctricos que puedan causar daño a las personas considerando tanto los efectos inmediatos como subsecuentes al acontecimiento. Se analizarán diferentes tipos de riesgos y los métodos para eliminarlos o reducirlos, haciendo mención de la normatividad aplicable vigente. Los riesgos eléctricos afectan tanto a las personas como a las infraestructuras (edificaciones e instalaciones). Los riesgos debido a las instalaciones eléctricas pueden reducirse si se cuenta con las instalaciones apropiadas.

### **D) Objetivo General**

Evaluar, diagnosticar y diseñar las mejoras a realizar en la subestación eléctrica de la empresa envasadora ubicada en los valles centrales de Oaxaca, utilizando el método FINE.

### **E) Objetivo específico**

- Elaboración de una lista de condiciones de seguridad según la normatividad vigente especificada en el marco legal (check list).
- Hacer un diagnóstico en base a las observaciones hechas en la inspección física del lugar y evaluando los daños en base al método FINE.
- Presentar el proyecto con la evaluación de costos que implica el llevarlo a cabo, así como los beneficios que esto traería

### **F) Alcance**

El alcance es la realización del proyecto que inicia en la detección del problema pasando por varias etapas que tienen como punto de conclusión la entrega de una propuesta que subsanará la deficiencia existente, todo este procedimiento tiene un tiempo de desarrollo no mayor a cuatro semanas, tiempo en el cual se debe lograr el objetivo.

---

### **G) Metas**

La meta a alcanzar en el proyecto es cumplir con todos los objetivos y alcances establecidos en el tiempo y modo definido con antelación.

### **H) Misión**

Brindar la asesoría técnica más capacitada con la finalidad de apoyar a la industria en cuestiones de manejo subestaciones eléctricas, garantizando la seguridad e integridad física del personal con el que cuenta.

---

## **CAPITULO 1. MARCO DE REFERENCIA.**

El presente trabajo persigue la detección, evaluación así como el diseño de las mejoras a realizar con el fin de evitar accidentes eléctricos que se pudieran presentar en la subestación de una industria dedicada al envasado de mezcal ubicada en los valles centrales del estado de Oaxaca. La Subestación analizada es de tipo interior, cuenta con un suministro contratado en media tensión (13.2KV) para reducir a baja tensión (127V,220V) y está conformada por un solo transformador trifásico de 300 KVA.

El proyecto consta de cinco capítulos en los cuales se expone paso a paso el procedimiento llevado a cabo para lograr el objetivo que perseguimos, así mismo el trabajo cuenta con una introducción donde se explica lo que se pretende conseguir.

En el primer capítulo se aborda la teoría general relacionada con el tema de investigación, que van desde el conocimiento general de los componentes de la subestación, hasta las repercusiones que pueden tener algunos accidentes relacionados con la electricidad

En el segundo capítulo se expone el estudio de mercado llevado realizado para determinar la factibilidad de realización de nuestro trabajo, así como la aceptación del mismo en el sector al que va dirigido.

El capítulo tercero trata la planeación del proyecto, programación y control del mismo con el único objetivo de cumplir en tiempo y forma con la meta establecida.

El capítulo cuatro muestra los aspectos técnicos analizados y realizados para llegar a tomar las determinaciones necesarias.

Finalmente el capítulo cinco evalúa las repercusiones económicas que conllevan

---

el pago de indemnizaciones por causa de accidentes de trabajo, respecto a las mejoras que se ejecutarán.

## **1.1. SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE DISTRIBUCIÓN.**

### **1.1.1. DEFINICIÓN DE SUBESTACIÓN ELÉCTRICA**

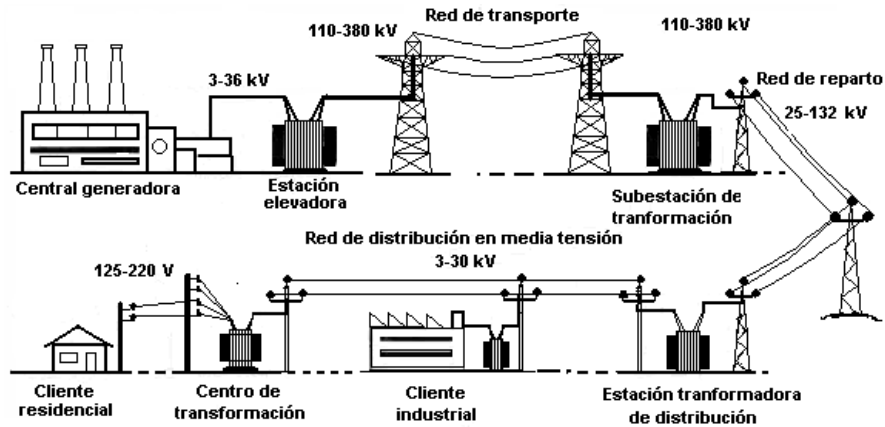
Una subestación es un conjunto de equipos, dispositivos y circuitos, que tienen la función de modificar los parámetros de la potencia eléctrica, permitiendo el control del flujo de energía, brindando seguridad para el sistema eléctrico, para los mismos equipos y para el personal de operación y mantenimiento.

En toda instalación industrial o comercial es indispensable el uso de la energía, la continuidad de servicio y calidad de la energía consumida por los diferentes equipos, así como la requerida para la iluminación, es por esto que las subestaciones eléctricas son necesarias para lograr una mayor productividad.

Las subestaciones son la fuente de suministro de energía para la distribución a nivel local, para dar servicio a varios usuarios o aún para un cliente específico. En el sector industrial, la función principal de la subestación es reducir la tensión del nivel de distribución a niveles baja tensión necesarios para los equipos que operan dentro de la empresa.

Las Subestaciones Reductoras que es la que en este caso estamos analizando, son las que reciben la tensión de distribución, que pueden ser a voltajes de alimentación muy altos para las cargas, por ejemplo alimentar 13,2KV resulta ser un voltaje demasiado alto para motores eléctricos de 20 hp que se alimentan normalmente a 220V, por este motivo es necesario convertir o transformar los voltajes de alimentación a niveles adecuados utilizables directamente por las cargas dentro de sus rangos de alimentación. Para esta transformación de la energía eléctrica de un nivel de voltaje a otro más adecuado, se usa un conjunto de equipos que no solo transforman, también controlan y regulan la energía eléctrica, son las que reciben el nombre de subestación eléctrica.

Las llamadas subestaciones abiertas son de hecho las subestaciones principales que utilizan las industrias en donde se maneja cargas considerables.



**FIGURA 1.1** Diagrama Elemental de una subestación industrial

**FUENTE:** <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/b/b1/Redelectrica2.png>

### 1.1.2. CLASIFICACIÓN DE LAS SUBESTACIONES ELÉCTRICAS

Las subestaciones eléctricas de uso industrial se pueden clasificar por el tipo de instalación como:

- Subestaciones tipo intemperie.
- Subestaciones de tipo interior.
- Subestaciones tipo blindado.

---

### **Subestaciones tipo intemperie.**

Estas subestaciones se construyen en terrenos expuestos a la intemperie y requieren de un diseño, aparatos y máquinas capaces de soportar el funcionamiento bajo condiciones atmosféricas adversas (lluvias, viento, nieve e inclemencias atmosféricas diversas) por lo general se adoptan en los sistemas de alta y extra alta tensión.

### **Subestaciones tipo interior.**

En este tipo de subestaciones los aparatos y equipos están diseñados para operar en interiores, esta solución se usaba hace algunos años en la práctica europea, actualmente son poco los tipos de subestaciones tipo interior y generalmente son usados en las industrias incluyendo la variante de la subestación del tipo blindado.

La subestación analizada es de propiedad de la planta industrial.

### **Subestaciones tipo blindado.**

En estas subestaciones los aparatos y los equipos se encuentran muy protegidos y el espacio necesario es muy reducido en comparación a las construcciones de subestaciones convencionales, por lo general se usan en el interior de fábricas, hospitales, auditorios, edificios y centros comerciales que requieran de poco espacio para su instalación, por lo general se utilizan en tensiones de distribución y utilización.



---

### 1.1.3. ELEMENTOS CONSTITUTIVOS DE LA SUBESTACIÓN

Algunos de los elementos que se pudieron observar al recorrer las instalaciones de la subestación se pueden mencionar a continuación y son los siguientes:

- Acometida de media tensión y cableado.
- Cuchillas.
- Aisladores.
- Eslabón fusible.
- Transformadores.
- Tableros

## 1.2 METODOLOGÍA APLICADA PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS EN SUBESTACIÓN

### 1.2.1. FACTORES DE RIESGO

**Factor de riesgo:** es todo elemento cuya presencia o modificación, aumenta la probabilidad de producir un daño a quien está expuesto a él.

**Factores de riesgo eléctricos:** se refiere a los sistemas eléctricos de las máquinas, los equipos que al entrar en contacto con las personas o las instalaciones y materiales pueden provocar lesiones a las personas y daños a la propiedad.

---

**Enfermedad profesional:** todo estado patológico permanente o temporal que sobrevenga como consecuencia obligada y directa de la clase de trabajo que desempeña el trabajador, o del medio en que se ha visto obligado a trabajar, y que haya sido determinada como enfermedad profesional.

**Factores de riesgo químico:** toda sustancia orgánica e inorgánica, natural o sintética que durante la fabricación, manejo, transporte, almacenamiento o uso, puede incorporarse al aire ambiente en forma de polvos, humos, gases o vapores, con efectos irritantes, corrosivos, asfixiantes o tóxicos y en cantidades que tengan probabilidades de lesionar la salud de las personas que entran en contacto con ellas.

**Factores de riesgos locativos:** condiciones de las instalaciones o áreas de trabajo que bajo circunstancias no adecuadas pueden ocasionar accidentes de trabajo o pérdidas para la empresa.

**Factor de riesgo por Higiene:** se puede definir como el riesgo que se presenta al realizar un trabajo en condiciones no adecuadas (lugar, equipos de protección personal) , que puede influenciar sobre la salud de la persona al estar expuesto a un proceso industrial, por cierto tiempo , donde interviene la presencia de sustancias químicas tóxicas (Polvo, pequeñas partículas de material plástico molido).

### **1.2.2. VALORACIÓN DE FACTORES DE RIESGO**

En el trabajo de Análisis de Riesgos, uno de los aspectos más complejos es la valoración de los riesgos identificados.

---

### 1.2.2.1. METODOLOGÍA DE VALORIZACIÓN FINE

Es un método que permite establecer prioridades entre las distintas situaciones de riesgo en función del peligro causado.

Además podemos decir que es un método de análisis cuantitativo. La identificación de los riesgos en base al **CHECK LIST**, son valorizados posteriormente por el método FINE. Tal sistema de prioridad está basado en la utilización de una fórmula simple para calcular el peligro en cada situación de riesgo y de este modo llegar a una acción correctiva.

#### **Cálculo del grado de riesgo.**

La gravedad del peligro debido a un riesgo reconocido se calcula por medio de una evaluación numérica, considerando tres factores:  $GR = P \times E \times C$ .

GR = Gravedad del riesgo

P = Probabilidad

E = Exposición

C = Consecuencia

La consecuencia de un posible riesgo, la exposición a la causa básica y a la probabilidad que ocurra la secuencia completa del accidente y sus consecuencias.

La fórmula del grado de riesgo es la siguiente:

**GRADO DE RIESGO = CONSECUENCIA X EXPOSICIÓN X PROBABILIDAD**

---

Al utilizar la fórmula, los valores numéricos asignados a cada factor están basados en el juicio y experiencia la persona que hace el cálculo.

Se obtiene una evaluación numérica considerando tres factores: las consecuencias de una posible pérdida debida al riesgo, la exposición a la causa básica y la probabilidad de que ocurra la secuencia del accidente y consecuencias. Estos valores se obtienen de la escala para valoración de factores de riesgo que generan accidentes de trabajo.

Mediante un análisis de las coordenadas indicadas anteriormente, en el marco real de la problemática, se podrá construir una base suficiente sólida para argumentar una decisión.

Una vez que se determina el valor por cada riesgo se ubica dentro de una escala de grado de riesgo.

A continuación se presentan las tablas que se van a utilizar para la valoración de riesgos.

□ **Consecuencias:** Definido como el daño posible debido al riesgo que se está considerando. Se asignan valores en base a nuestro criterio.

La tabla de valores de consecuencias también indica el valor de la indemnización por muerte o por accidentes con lesiones graves consultando el cálculo de indemnizaciones para el trabajador. En base a: artículo 502 de la ley federal del trabajo. En caso de muerte del trabajador, la indemnización que corresponda será la cantidad equivalente al importe de setecientos treinta días de salario, sin deducir la indemnización que percibió el trabajador durante el tiempo en que estuvo sometido al régimen de incapacidad temporal.

Sin embargo, el ARTICULO 500 de la ley federal del trabajo establece que. Cuando el riesgo traiga como consecuencia la muerte del trabajador, la indemnización comprenderá:

- I. Dos meses de salario por concepto de gastos funerarios; y
- II. El pago de la cantidad que fija el artículo 502.

De acuerdo con lo anterior, se establece:

Tomando como referencia el salario mínimo correspondiente al estado de Oaxaca en el 2012: \$59.08.

Según el artículo 502: Valor de indemnización (muerte por accidente trabajo) = 730 días de salario mínimo.

Por lo que se deduce

$$\begin{aligned} \text{Valor de indemnización (\$)} &= (\$59.08) \times (730) \\ &= \$43,128.40 \quad (\text{en el peor de los casos}) \end{aligned}$$

Valorización de consecuencias		
Situación	Acción	Valor
Varias muertes	Indemnización aproximada de \$43,128.40 por cada muerte	50
Una muerte	Indemnización aproximada de \$43,128.40	25
Lesiones graves	Incapacidad total	15
Lesiones con pérdidas		5
Lesiones , cortes, golpes, contusiones		1

**TABLA 1.1** Nivel de Consecuencias del Riesgo.

**FUENTE:** Texto: METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO FINE PARA VALORIZACIÓN DE RIESGOS EN UNA SUBESTACION.

- **Exposición:** Es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo, que tanta veces uno está expuesto.

Valorización de exposición		
Situación	Exposición	Valor
Continuamente	Varias veces al día	10
Frecuentemente	Una vez al día o a la semana	6
Ocasionalmente	Mas de una vez al mes o al año	3
Raramente	Alguna vez en varios años	1
Remotamente	No ocurre pero no se descarta	0.5

**TABLA 1.2** Nivel de Exposición a un riesgo.

**FUENTE:** Texto: METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO FINE PARA VALORIZACIÓN DE RIESGOS EN UNA SUBESTACION.

- **Probabilidad:** La posibilidad que una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente.

Valorización de probabilidades	
Situación	Valor
El resultado es más probable y esperado	10
Es completamente posible, no será extraño	6
Secuencia o coincidencia rara pero posible	3
Coincidencia muy rara, pero ha ocurrido	1
Coincidencia extremadamente remota, pero concebible	0.5

**TABLA1.3** Nivel de Probabilidades del riesgo.

**FUENTE:** Texto: METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO FINE PARA VALORIZACIÓN DE RIESGOS EN UNA SUBESTACION

- 
- **Grado de riesgo:** Valorización en magnitud del riesgo.

Valorización en magnitud del riesgo		
Grado de Riesgo	Evaluación	Acción
GR > 400	Riesgo muy alto	Suspensión de actividad inmediata
700 < GR < 400	Riesgo alto	Corrección inmediata
70 < GR < 200	Riesgo notable	Corrección necesaria urgente
20 < GR < 70	Riesgo moderado	No es emergente, debe corregirse
GR < 20	Riesgo aceptable	Puede omitirse la corrección

**TABLA 1.4** Nivel del Grado de Riesgo.

**FUENTE:** Texto: METODOLOGÍA DE APLICACIÓN DEL MÉTODO FINE PARA VALORIZACIÓN DE RIESGOS EN UNA SUBESTACION.

### 1.3 PELIGROS Y RIESGOS EN UNA SUBESTACIÓN ELÉCTRICA.

Normalmente tendemos a asociar el riesgo eléctrico solo con el fenómeno del paso de la corriente a través del cuerpo o choque eléctrico, sin embargo, existen otros riesgos como el arco eléctrico y la explosión que son igualmente peligrosos para las personas, y por lo tanto, deben ser comprendidos.

Los riesgos debidos a las instalaciones eléctricas pueden reducirse si se actúa correctamente en la evaluación de peligros y su correspondiente valorización para prevenir riesgos eléctricos. La gran difusión industrial y general de la corriente eléctrica, unida al hecho de que no es perceptible por los sentidos, hacen caer a las personas en una rutina, despreocupación y falta de prevención en su uso. Por otra parte dada su naturaleza y los efectos, muchas veces mortales, que ocasiona su paso por el cuerpo humano, hacen que la corriente eléctrica sea una fuente de accidentes de tal magnitud que no se deben regatear esfuerzos para lograr las máximas previsiones contra los riesgos eléctricos.

---

Los accidentes provocados por los riesgos eléctricos tienen como origen, fallas ocasionadas en las instalaciones o también por acciones incorrectas por parte de las personas. La forma de evitarlos será actuando sobre el origen de los mismos, es decir logrando que las instalaciones estén en las condiciones adecuadas y que además se cumplan en todo lo posible con las respectivas normas de seguridad.

### **1.3.1 RIESGO ELÉCTRICO**

Podemos definir el riesgo eléctrico, como: La posibilidad de que una persona sufra un determinado daño, originado por el uso de la energía eléctrica. Los riesgos eléctricos son fundamentalmente de cuatro tipos:

- Choque eléctrico por paso de la corriente por el cuerpo.
- Quemaduras por choque eléctrico, o por arco eléctrico.
- Caídas o golpes como consecuencia de choque o arco eléctrico.
- Incendios o explosiones originados por la electricidad.

Para que se produzca un choque eléctrico, el cuerpo humano se tiene que ver sometido a una tensión al tocar dos puntos de la instalación que estén a distinto potencial. En esas circunstancias se origina una corriente eléctrica que atraviesa el cuerpo humano y, que a partir de ciertos valores que veremos en el siguiente apartado, puede producir daños.

El riesgo de incendio o explosión de origen eléctrico viene determinado por la posibilidad de que se origine accidentalmente una intensidad de corriente excesiva, bien en algún punto de la instalación eléctrica o bien en alguno de los receptores, con el consiguiente deterioro de los materiales y la posibilidad de que se produzcan daños personales. Para que ese riesgo sea mínimo se deben realizar las instalaciones respetando la legislación vigente y utilizando productos homologados por organismos oficiales, pero también se le debe dar un uso adecuado, según su capacidad, y siempre en consonancia con las



---

características de la instalación. Los usuarios de la instalación eléctrica y los técnicos que la realizan o reparan deben respetar unas normas de seguridad básicas que garantizarán una mayor seguridad en su trabajo.

#### **1.4 FACTORES RELACIONADOS CON EL RIESGO DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS.**

##### **a) Intensidad de corriente**

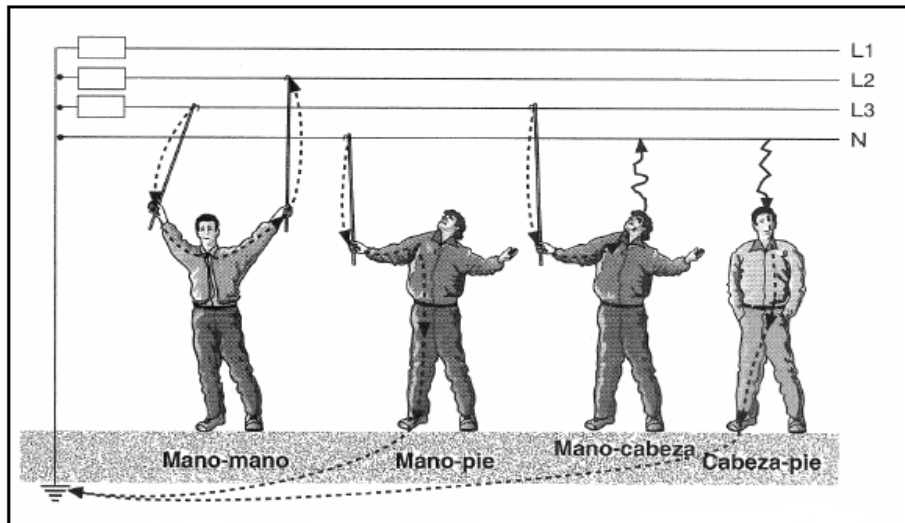
En los trabajos en BT, representa el principal factor de riesgo eléctrico, ya que a partir de valores de 0,5 mili Amperes se puede notar el paso de la corriente y a partir de 10 ma. se pueden producir lesiones de cierta gravedad. A medida que aumentan los valores de la intensidad, los efectos son, sucesivamente, los siguientes: dificultad respiratoria, fibrilación ventricular, parada cardíaca, parada respiratoria, daños en el sistema nervioso, quemaduras graves, pérdida de conocimiento y muerte.

##### **b) Tiempo de contacto**

El riesgo eléctrico aumenta con el tiempo de contacto. Esto se debe tener en cuenta a la hora de poner protecciones de corte automático de la alimentación en la instalación, que deben actuar con bastante rapidez.

##### **c) Trayectoria de la corriente a través del cuerpo**

La corriente eléctrica sigue la trayectoria que le ofrece menos resistencia. Las más peligrosas son las que afectan a la cabeza, al corazón o a los pulmones.



**1.2 FIGURA** Trayectoria de la corriente a través del cuerpo humano

#### d) Impedancia del cuerpo humano

La impedancia del cuerpo humano es fundamentalmente resistiva, pero tiene una componente capacitiva debida a la piel humana y que depende de varios factores: la tensión aplicada, la edad, el sexo, la humedad de la piel, la frecuencia, etc.

A continuación se establece unos valores de resistencia del cuerpo humano en función del estado de la piel, que para una tensión de 250 V, que han sido investigados en un manual de Seguridad eléctrica IES Vall d'Hebron Curs

Resistencia del cuerpo humano según su piel	
Tipo de piel	Resistencia en Ohms
Piel seca	1500
Piel húmeda	1000
Piel mojada	650
Piel sumergida	325

**TABLA 1.5** Resistencia del cuerpo al paso de la corriente según su tipo de piel

---

## e) Tipo de corriente y frecuencia

Los efectos de la corriente continua o la corriente alterna sobre el cuerpo humano son distintos, debido a la frecuencia habitual de la corriente alterna (50 ó 60 Hz) que hace que aumente el riesgo de fibrilación ventricular. La frecuencia de la corriente alterna se puede superponer al ritmo cardíaco y producir una alteración en el mismo.

La corriente continua y la corriente alterna de frecuencia superior a 10 000 Hz no producen fibrilación ventricular y por eso son menos peligrosas, pero sí producen el resto de los efectos.

## 1.5 FACTORES DETERMINANTES DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Es importante señalar que un accidente eléctrico es el hecho de recibir una sacudida o descarga eléctrica, con o sin producción de daños materiales y/o personales. También se lo define como el daño ocasionado por un peligro que se ha causado por la presencia de un riesgo eléctrico no reducido.

A continuación presentamos una lista de factores que aumentan la posibilidad de accidentes eléctricos en una subestación.

- Realizar mantenimientos en sistemas energizados.
- Falta de capacitación del personal
- Herramientas sin aislamiento.
- No existencia de señalizaciones de seguridad.
- Apuro en la realización de un trabajo.
- Operarios con poca experiencia.
- Tiempo excesivo de horario de trabajo.
- Descuido en el uso de equipos de protección personal (zapatos aislantes, guantes, casco, lentes.).
- No revisión de diagramas o planos, ni del manual de operación de los equipos.

- 
- Mal ordenamiento de las acciones operativas.
  - Intervención en circuitos eléctricos sin contar con la debida autorización.
  - Realizar acciones equivocadas no establecidas.
  - Falta de conexión a tierra en equipos eléctricos.

## **1.6 TIPOS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS.**

En este punto vamos a considerar solamente los accidentes originados por el uso de la energía eléctrica sin restringirnos al ámbito laboral, y por lo tanto definiremos un accidente eléctrico como un suceso imprevisto, relacionado con el uso de la energía eléctrica, no esperado ni deseado, que se presenta de forma brusca y puede causar daño a las personas o a las cosas, siendo normalmente evitable.

### **1.6.1 CONTACTOS DIRECTOS.**

Son los contactos de personas con partes activas de materiales y equipos. Denominándose parte activa al conjunto de conductores y piezas conductoras bajo tensión en servicio normal.

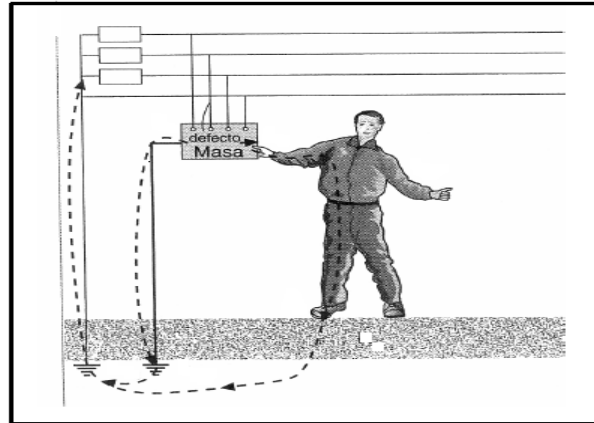
Los contactos directos pueden establecerse de tres formas: Contacto directo con dos conductores activos (línea - línea). Contacto directo con un conductor activo (línea - tierra). Y descarga por inducción. Son aquellos accidentes en los que se produce un choque eléctrico sin que la persona haya tocado físicamente parte metálica o en tensión de una instalación.

### **1.6.2 CONTACTOS INDIRECTOS.**

Son los contactos de personas con masas puestas accidentalmente bajo tensión. Se produce cuando un individuo entra en contacto con algún elemento que no forma parte del circuito eléctrico y que en condiciones normales no debería tener

---

tensión, pero que la ha adquirido accidentalmente. Para que se produzca un contacto indirecto es necesario que se produzca un defecto de aislamiento entre las partes activas de la instalación y una masa, lo que origina que ésta se ponga accidentalmente bajo tensión.



**FIGURA 1.4** Contacto eléctrico Indirecto

### 1.6.3 CHOQUES ELÉCTRICOS.

El choque eléctrico es la estimulación física que ocurre cuando la corriente eléctrica circula por el cuerpo. El efecto que tiene depende de la magnitud de la corriente y de las condiciones físicas de la persona.

Las corrientes muy elevadas, si bien no producen fibrilación, son peligrosas debido a que generan quemaduras de tejidos y órganos debido al calentamiento. Si la energía eléctrica transformada en calor en el cuerpo humano es elevada, el calentamiento puede ocasionar daños graves en órganos vitales.

---

## Efectos fisiológicos en el cuerpo humano causados por choque eléctrico.

A continuación presentamos una tabla donde podemos apreciar los diferentes efectos fisiológicos ocasionados en las personas, como consecuencia de un choque eléctrico.

UMBRAL DE PERFECCIÓN 1-3 mA	Se sitúa entre 1 y 3 miliamperios. No existe peligro y el contacto se puede mantener sin problemas.
ELECTRIZACIÓN 3-10 mA	Produce una sensación de hormigueo, puede provocar movimientos reflejos.
TETANIZACIÓN 10 mA	El paso de la corriente provoca contracciones musculares y la paralización de los músculos de las manos y los brazos, impidiendo soltar los objetos.
PARO RESPIRATORIO 25 mA	Si la corriente atraviesa la cabeza puede afectar al centro nervioso respiratorio.
ASFIXIA 25-30 mA	Si la corriente atraviesa el tórax se puede producir la tetanización del diafragma, impidiéndose la contracción de los músculos de los pulmones.
FIBRILACIÓN VENTRICULAR 60-75 mA	Si la corriente atraviesa el corazón se descontrola el ritmo cardíaco

**TABLA 1.6** Efectos fisiológicos por choque eléctrico

## 1.7 CONSECUENCIAS DE ACCIDENTES ELÉCTRICOS

Las consecuencias de los accidentes eléctricos se relacionan, en primer lugar, al tipo de riesgo eléctrico al que están expuestas las personas; en segundo lugar, a las características físicas de las personas y, finalmente, al contexto de las instalaciones y del medio ambiente, pudiendo escalar desde el simple susto por las contracciones que ocasiona un toque breve, hasta la pérdida de la vida.

Los accidentes eléctricos pueden ocasionar diversos tipos de traumas afectando sistemas vitales como el respiratorio, el nervioso y el muscular, y órganos vitales como el corazón. Las lesiones que pueden ocasionarse por los accidentes eléctricos son:

- 
- El paso de la corriente a través del cuerpo puede generar cortaduras o rotura de miembros.
  - Los daños en los nervios causados por el choque eléctrico o por las quemaduras pueden causar parálisis.
  - Las quemaduras por el arco eléctrico o por la corriente generan dolores intensos que pueden ser de una duración extremadamente larga.
  - Las partículas, el metal fundido y las quemaduras en los ojos pueden ocasionar ceguera.
  - La explosión puede ocasionar pérdida parcial o total de la audición.
  - La circulación de corriente a través de los órganos puede ocasionar su disfunción.

Además de las lesiones puede ocasionarse la muerte por los siguientes factores:

- El choque eléctrico puede ocasionar daños físicos mortales.
- Cuando se tienen quemaduras de un porcentaje alto de la piel, se requieren cantidades grandes de líquidos para la cicatrización. Esto genera un esfuerzo en el sistema renal que puede ocasionar la falla del riñón.
- Los órganos internos afectados pueden dejar de funcionar ocasionando la muerte principalmente si se trata de órganos vitales.
- Si la víctima inhala gases muy calientes y materiales fundidos generados por el arco eléctrico, los pulmones se verán afectados y no funcionarán correctamente.
- El corazón puede dejar de funcionar por fibrilación o por parálisis debido a la corriente eléctrica.

## **1.8 PRINCIPALES CAUSAS DE RIESGOS DE INCENDIO EN UNA SUBESTACIÓN.**

El efecto más importante originado por el paso excesivo de corriente eléctrica a través de un material cualquiera es el incendio. Esto representa un riesgo indirecto para las personas, ya que pueden sufrir quemaduras o choque eléctrico

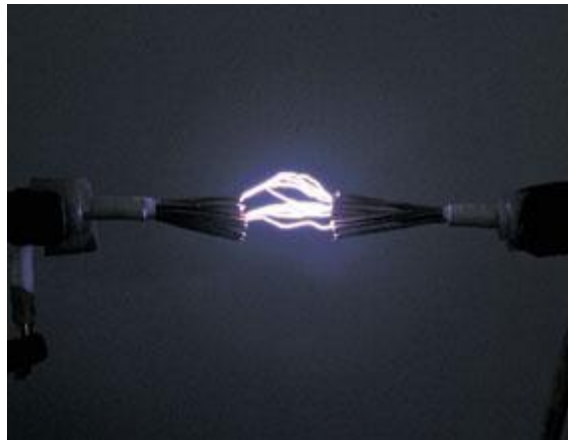
---

en el caso de que se queme el material aislante de una instalación, quedando los elementos conductores más accesibles para entrar en contacto con las personas. A continuación mencionamos las principales causas de riesgo de incendio en una subestación: arco eléctrico, explosión, sobrecorriente y sobretensión.

### **1.8.1 ARCO ELÉCTRICO.**

Normalmente el aire es un muy buen elemento aislante, sin embargo, bajo ciertas condiciones tales como altas temperaturas y altos campos eléctricos, puede convertirse en un buen conductor de corriente eléctrica.

Un arco eléctrico es una corriente que circula entre dos conductores a través de un espacio compuesto por partículas ionizadas y vapor de conductores eléctricos, y que previamente fue aire. La mezcla de materiales a través de la cual circula la corriente del arco eléctrico es llamada plasma. La característica física que hace peligroso al arco eléctrico es la alta temperatura.



**FIGURA 1.5** Generación de arco eléctrico.



---

Un arco eléctrico, puede producirse por modificar las condiciones de manera que se supere la rigidez dieléctrica del aire, o como consecuencia de la maniobra de apertura o cierre de un elemento de interrupción de la corriente eléctrica.

La temperatura tan elevada del arco eléctrico genera una radiación de calor que puede ocasionar quemaduras graves aún a distancias de 3 m. La cantidad de energía del arco depende de la corriente y de su tamaño, siendo menor el efecto del nivel de tensión del sistema, por lo cual debe tenerse un cuidado especial con los sistemas de baja tensión que muchas veces cuentan con los niveles de corriente de cortocircuito más elevadas. El arco eléctrico produce intenso calor, explosiones sonoras y ondas de presión capaces de quemar la ropa y causar severas quemaduras en la piel que pueden ser fatales. El arco puede ser provocado por las siguientes causas: Impurezas y polvo, corrosión, contactos accidentales, caída de herramientas, fallos en dispositivos de protección, y fallos de aislamiento entre conductores eléctricos.

El daño generado por el arco eléctrico sobre una persona depende de la cantidad de calor que ésta recibe, la cual se puede disminuir manejando factores tales como la distancia de la persona al arco, el tiempo de duración del arco y la utilización de ropas y equipos de protección personal que actúen como barreras o aislante térmicos.

#### **1.8.1.1 CAUSAS DEL ARCO ELÉCTRICO EN SUBESTACIÓN Y PRECAUCIONES**

La **causa evolutiva** de un arco eléctrico es una consecuencia de un debilitamiento progresivo de la resistencia de aislamiento entre fases o entre fases y masa .

---

La degradación progresiva del aislamiento puede igualmente deberse a un calentamiento local accidental, por ejemplo, por una mala conexión o por un aflojamiento progresivo de un borne. La elevación de la temperatura en un punto próximo a otro defectuoso puede inducir a la descomposición y la carbonización progresiva de los aislantes cercanos, lo que puede ser el origen un arco de defecto, inicialmente entre fases o entre fase y masa y después degenerar en un defecto trifásico.

### **1.8.1.2 PRECAUCIÓN**

El método de trabajo empleado y los equipos y materiales de trabajo y de protección utilizados deberán proteger al trabajador frente al arco eléctrico y explosión.

Entre los equipos y materiales de protección citados se encuentran:

- Los accesorios aislantes (pantallas, cubiertas, vainas, etc.) para el recubrimiento de partes activas o masas.
- Los útiles aislantes o aislados (herramientas, pinzas, puntas de prueba, etc.).
- Las pértigas aislantes.
- Los dispositivos aislantes o aislados (banquetas, alfombras, plataformas de trabajo, etc.).
- Los equipos de protección individual (pantallas, guantes, gafas, cascos, etc.).

---

## **1.8.2 EXPLOSIÓN.**

El peligro de explosión, nace de la simultánea presencia de dos condiciones:

1. Presencia en la atmósfera de una mezcla inflamable o explosiva.
2. Presencia de una fuente de ignición.

Las causas de explosión o de incendio, están básicamente ligadas a la presencia en la atmósfera de sustancias peligrosas, como por ejemplo el aceite dieléctrico de los transformadores; y a la presencia de fuentes de ignición, como por ejemplo la presencia de fuego, de superficies con elevadas temperaturas, por la posibilidad de chispas de origen mecánico, y por la presencia de instalaciones eléctricas en las cuales en condiciones normales o anormales, pueden producirse arcos.

Cuando se forma un arco eléctrico, el aire del plasma se sobrecalienta en un período muy corto de tiempo, lo cual causa una rápida expansión del aire circundante, produciendo una onda de presión que puede alcanzar presiones del orden de 1000 Kg/m<sup>2</sup>. Tales presiones pueden ser suficientes para explotar bastidores, torcer láminas, debilitar muros y arrojar partículas del aire a velocidades muy altas.

Esta explosión genera efectos tales como:

- Explosión de bastidores
- Doblado de láminas
- Arroja partículas a altas velocidades

### **1.8.2.1 CAUSAS DE EXPLOSIÓN EN SUBESTACIÓN**

La explosión en una subestación tipo industrial como es nuestro caso puede producirse por diferentes fallas en los equipos o componentes o puede ser causada por una mala intervención o maniobra humana.

---

Es normal que los transformadores estallen por muchos motivos: desde falta de mantenimiento preventivo, sobrecarga, descarga atmosférica, falla en los equipos de protección, falla humana en las maniobras, un punto crítico es que la mayoría de los problemas en las subestaciones industriales se deben a la falta de un adecuado sistema de Puesta a Tierra .

Las explosiones se pueden dar principalmente en aquellos transformadores del tipo sumergidos en aceite, ya sea por calentamiento, o cortocircuito, se da un incremento fuerte en la temperatura del aceite y con ello se produce una sobrepresión que genera dicha explosión o la liberación de la energía por las válvulas de sobrepresión .

El caso no es tan crítico para transformadores secos o aislados en materiales como resinas, donde lo que se genera es un corto circuito de corta duración o un arco interno que genera calentamiento pero no llega al punto de una explosión como los inmersos en aceite.

La forma de explotar es particular para cada equipo. Esto debido a las condiciones a que este sometido en el momento de la falla y las características del equipo. Puede ocurrir lo siguiente:

- Se INFLE, es decir que el recinto donde se encuentra el bobinado se deforme.
- PRESENTE FISURAS en sus paredes o en la soldadura de las láminas que la conforman. Lo cual genere derramamiento de aceite.
- PRESENTE EXPLOSIÓN y genere un incendio.

---

Otra de las causas principales de explosión en una subestación es el almacenamiento de material combustible dentro de las instalaciones o dentro de los tableros eléctricos.

Las debidas precauciones que se deben tomar frente a estos riesgos es cumplir y regirse con las normas de seguridad para subestaciones que las describimos dentro del Marco Legal del presente proyecto y utilizar el equipo de protección contra incendio y explosiones.

### **1.8.3 SOBRECORRIENTES.**

Se producen al circular una corriente eléctrica mayor que la nominal por los conductores o receptores eléctricos. Se diferencian dos tipos de sobrecorrientes:

#### **a) Sobrecargas**

Se producen cuando por un circuito circula una corriente eléctrica mayor que la nominal sin que haya defecto de aislamiento. Producen un calentamiento excesivo de los conductores, provocando un deterioro de los aislantes y acortando su duración.

#### **b) Cortocircuitos**

Se producen por la conexión accidental entre conductores activos, originando una elevada intensidad y destruyendo los circuitos, al no poder soportar corrientes tan altas.

## 1.8.4 SOBRETENSIONES.

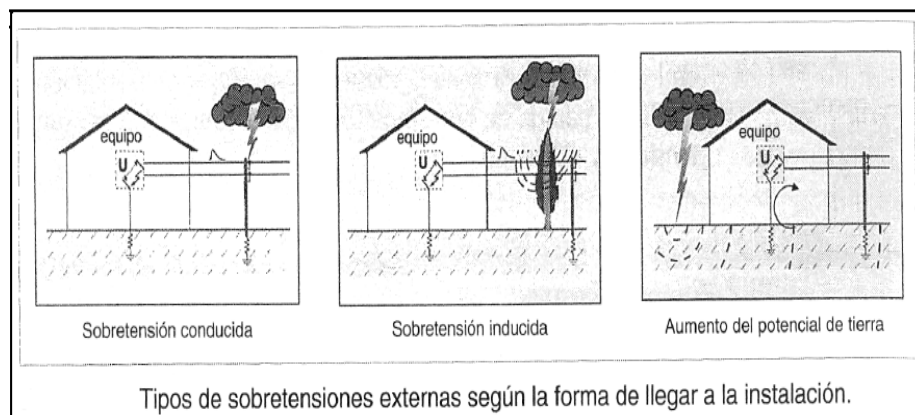
Se producen cuando la tensión en un circuito es superior a la nominal. Suelen durar muy poco tiempo, pero el daño producido a los receptores eléctricos puede ser considerable.

La causa más frecuente es la descarga atmosférica de los rayos sobre la instalación eléctrica o sus inmediaciones.

### a) Sobretensiones externas

Tienen su origen en descargas atmosféricas. Las sobretensiones de origen externo pueden ser de varios tipos, por:

- Descarga directa sobre la línea (sobretensión conducida).
- Descarga sobre un objeto próximo a la línea (sobretensión inducida).
- Descarga directa sobre el suelo que puede elevar el potencial de tierra varios miles de voltios como consecuencia de la corriente que circula por el terreno (aumento del potencial de tierra).



**FIGURA 1.7** Tipos de Sobretensiones externas

---

Las sobretensiones externas pueden acceder a los equipos a través de:

1. Las redes eléctricas de baja tensión.
2. Las líneas de datos (telefónicas, informáticas o TV).
3. Los elementos receptores de alta frecuencia (antenas).
4. Los conductores de conexión a tierra.

#### **b) Sobretensiones internas.**

Tienen su origen en las variaciones de carga en una red, maniobras de desconexión de un interruptor, formación o cese de un fallo a tierra, corte de alimentación a un transformador en vacío, puesta en servicio de las líneas, etc. En una instalación eléctrica todos los conductores que acceden desde el exterior pueden facilitar el camino a las sobretensiones transitorias, provocando así perturbaciones en la alimentación de todos los sistemas conectados.

#### **1.8.4 SOBRECARGA DE TRANSFORMADORES**

La sobrecarga eléctrica es el motivo principal de envejecimiento prematuro de una máquina. Desde un punto de vista térmico, la sobrecarga se produce cuando la condición de equilibrio térmico en la máquina se establece a una temperatura tal que provoca la degradación de los dieléctricos que aíslan los conductores o las chapas que forman el núcleo magnético del transformador.

La condición de sobrecarga involucra parámetros de naturaleza distinta:

---

1. Nivel de carga eléctrica

2. Condiciones ambientales: temperatura, humedad y altura sobre el nivel del mar.

3. Condiciones de explotación: continua, ocasional, etc.

Desde el punto de vista de la protección de la máquina, la condición de sobrecarga no suele requerir la puesta fuera de servicio inmediata de la máquina, lo que permite realizar actuaciones dedicadas a reducir las condiciones que producen dicha situación, continuando con la explotación de la instalación. Entre las medidas orientadas a reducir el nivel de sobrecarga de la máquina se pueden citar: deslastrado de carga y mejora de las condiciones de refrigeración.

## **1.9 MARCO LEGAL**

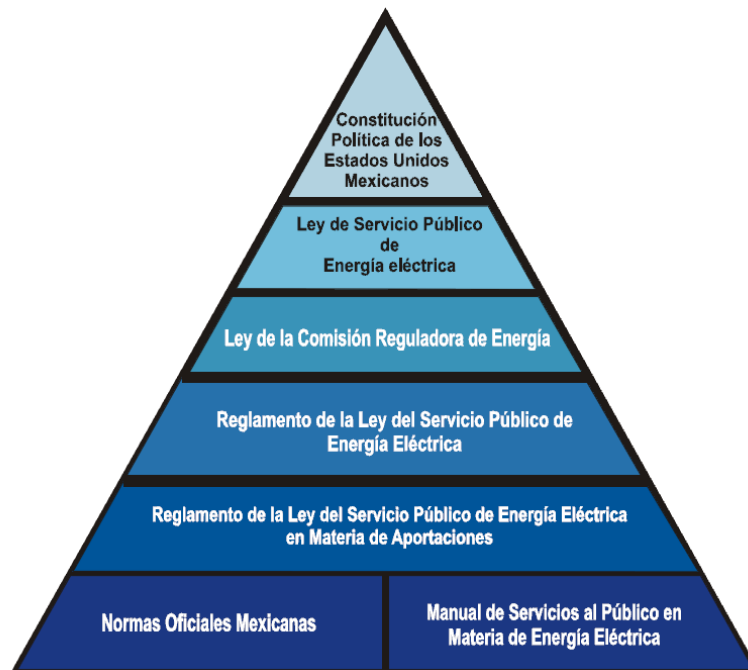
### **1.9.1 DEFINICION.**

El marco legal proporciona las bases sobre las cuales las instituciones construyen y determinan el alcance y naturaleza de la participación política. En el marco legal regularmente se encuentran en un buen número de provisiones regulatorias y leyes interrelacionadas entre sí.

Está regido por la Constitución política de los estados Unidos Mexicanos como ley suprema, que se complementa con la legislación promulgada donde se incluyen leyes, códigos penales, y regulaciones.

En el caso particular del servicio eléctrico existe legislación y normatividades específicas para el desempeño de la labor eléctrica a continuación se presenta el marco legal aplicable según la Secretaría de Energía.





**FIGURA 1.8** Ordenamientos jurídicos que rigen las actividades reguladas del sector eléctrico

**Fuente:** Secretaría de Energía, Prospectiva del sector eléctrico 2006-2015

Tomando en consideración esa jerarquización legal enseguida se expone el marco legal bajo el cual nos regimos en el proyecto:

### **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS.-**

ART.123.- Referente al trabajo y las garantías mínimas con las que un trabajador debe desempeñarse.

### **CÓDIGO CIVIL FEDERAL.-**

CAPÍTULO I, TÍTULO DÉCIMO.- Contrato de prestación de servicio.

---

## LEY FEDERAL DEL TRABAJO

ART 123.- Todo individuo tiene derecho a un trabajo digno y socialmente útil.

Artículo 41. Riesgos de trabajo son los accidentes y enfermedades a que están expuestos los trabajadores en ejercicio o con motivo del trabajo.

Artículo 42. Se considera accidente de trabajo toda lesión orgánica o perturbación funcional, inmediata o posterior; o la muerte, producida repentinamente en ejercicio, o con motivo del trabajo, cualquiera que sea el lugar y el tiempo en que dicho trabajo se preste.

Artículo 55. Los riesgos de trabajo pueden producir:

- I. Incapacidad temporal;
- II. Incapacidad permanente parcial;
- III. Incapacidad permanente total, y
- IV. Muerte.

Artículo 492 de la Ley Federal del Trabajo

Si el riesgo produce al trabajador una incapacidad permanente parcial, la indemnización consistirá en el pago del tanto por ciento que fija la tabla de valuación de incapacidades, calculado sobre el importe que debería pagarse si la incapacidad hubiese sido permanente total. Se tomará el tanto por ciento que corresponda entre el máximo y el mínimo establecidos, tomando en consideración la edad del trabajador, la importancia de la incapacidad y la mayor o menor aptitud para ejercer actividades remuneradas, semejantes a su profesión u oficio. Se tomará asimismo en consideración si el patrón se ha preocupado por la reeducación profesional del trabajador.

---

## Artículo 493 de la Ley Federal del Trabajo

Si la incapacidad parcial consiste en la pérdida absoluta de las facultades o aptitudes del trabajador para desempeñar su profesión, la Junta de Conciliación y Arbitraje podrá aumentar la indemnización hasta el monto de la que correspondería por incapacidad permanente total, tomando en consideración la importancia de la profesión y la posibilidad de desempeñar una de categoría similar, susceptible de producirle ingresos semejantes.

### Tabla De Valuación De Incapacidades

“Las deformaciones puramente estéticas, según su carácter, **serán indemnizadas a juicio de la junta de conciliación y arbitraje que corresponda**, solo en el caso de que en alguna forma disminuyan la capacidad de trabajo de la persona lesionada, teniendo en cuenta la profesión a que se dedica. 408. **Las lesiones producidas por la acción de la energía radiante**, serán indemnizadas de acuerdo con las modalidades especiales de la incapacidad, de..... 20 a 100% 409.”

### LEY DEL SEGURO SOCIAL (IMSS)

ART 2.- La seguridad social tiene por finalidad garantizar el derecho a la salud

### LEY DE ARRENDAMIENTO.

El arrendamiento es el contrato en virtud del cual una de las partes se obliga a proporcionarle a otra el uso y goce de una cosa.

Art 1.- Las disposiciones de esta ley son de orden público y de interés social, tiene por objeto regular el gasto público destinado a las acciones relativas a la planeación, programación presupuestación, ejecución y conservación mantenimiento y control de la obra pública y servicios relacionados con la misma.

---

## **LEY DEL SERVICIO PÚBLICO DE ENERGÍA ELÉCTRICA**

Ley de obras públicas y servicios relacionados del estado de Oaxaca.

### **NORMA OFICIAL MEXICANA 001-2005 SEDE INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)**

El objetivo es establecer las especificaciones y lineamientos De carácter técnico que deben satisfacer las instalaciones, destinadas a la utilización de la energía eléctrica.

- Choques eléctricos.
- Efectos térmicos.
- Sobre corrientes.
- Las corrientes de falla y sobretensiones.

ARTÍCULO 352.- Cálculo de canalizaciones

ARTÍCULO 310.- Cálculo de conductor

ARTÍCULO 450.- Transformadores y bóvedas para transformadores

ARTÍCULO 339.- Cables alimentadores

ARTÍCULO 215.- Alimentadores.

ARTÍCULO 373.- Gabinetes.

ARTÍCULO 500.- Áreas peligrosas.

### **NORMA OFICIAL MEXICANA 029-STPS-2005 MANTENIMIENTO DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN LOS CENTROS DE TRABAJO-CONDICIONES DE SEGURIDAD.**

ARTÍCULO 5.6.- Autorización para realizar los trabajos de mantenimiento.

ARTÍCULO 10.- Requisitos para puesto a tierra.

---

**NORMA OFICIAL MEXICANA 026-STPS-2008, COLORES Y SEÑALES DE SEGURIDAD E HIGIENE, E IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS POR FLUIDOS CONDUCTIVOS EN TUBERÍAS.**

Tabla C 1.- Señales de precaución.

CAPÍTULO IV. Identificación de tubería eléctrica.

---

## **CAPÍTULO 2. ESTUDIO DE MERCADO**

### **2.1 OBJETIVO DEL ESTUDIO DE MERCADO**

El estudio de mercado tiene como objetivo principal darnos la información suficiente para tomar la determinación de realizar una inversión o en su defecto para descartar la posibilidad de hacerlo.

### **2.2 IMPORTANCIA DEL ESTUDIO DE MERCADO**

En este caso se citarán algunos ejemplos del por que toma importancia hacer previamente un estudio de mercado antes de comenzar cualquier nuevo proyecto.

- Evitan gastos, ya que muchas veces la idea de emprender un proyecto parece ser viable, sin embargo en ocasiones el estudio de mercado nos demuestra lo contrario.
- Se toman determinaciones en base a datos concretos, no se especula al respecto.
- Permite saber si el proyecto subsanará la necesidad del sector al cual está dirigido.

### **2.3 DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA**

Consiste en determinar el número de ocasiones que se aplicará nuestro cuestionario, con el fin de extraer la muestra representativa de un total de empresas que podrían ser objeto de nuestro proyecto.

A continuación se enlista las incógnitas que se ven involucradas en la obtención del tamaño de la muestra.

N= Tamaño de la población

n= Determinación del tamaño de la muestra de acuerdo al error

no=  $(1.96)^2$

P= Probabilidad

---

$\varepsilon$ = Error

p(b)= Probabilidad de la respuesta dada por la población

q= Probabilidad de fracaso

En base a todo ello y con el apoyo de la siguiente fórmula obtendremos el total de cuestionarios a aplicar, con el fin de obtener un panorama más amplio de la aceptación de nuestro proyecto. El total de subestaciones particulares que existen en la zona Oaxaca administrada por Comisión Federal de Electricidad es de aproximadamente 200, por lo tanto:

$$n = \frac{P(1-P)}{\frac{\varepsilon^2}{Z^2} + \frac{P(1-P)}{N}}$$

N=200

$$n = \frac{(0.5)(0.5)}{\frac{0.05^2}{1.96^2} + \frac{(0.5)(0.5)}{200}} = \frac{0.25}{6.5077 \times 10^{-4} + 1.25 \times 10^{-3}} = \frac{0.25}{1.9008 \times 10^{-3}} = 131.523$$

$$n \approx 132 \text{ Empresas}$$

Sin embargo y tomando en consideración la poca factibilidad de entrevistar a tantas empresas, dado que por la naturaleza de cada una de ellas se ubican dispersas entre si, nos vemos en la necesidad de reducir el tamaño de la muestra de aplicación a tan solo 20 cuestionarios, esto con el fin de evitar pérdidas económicas y de tiempo; no obstante confiamos en tener los resultados apropiados a partir de los datos que recabaremos.

## 2.4 CUESTIONARIO PARA LA ENCUESTA

A continuación presentamos los cuestionamientos que se le hacen a los entrevistados.

---

## CUESTIONARIO

1. ¿Considera usted que su empresa cuenta con condiciones seguras de trabajo?

Si                  No

2. ¿Conoce las condiciones en las que opera su subestación eléctrica?

Si                  No

3. ¿Ha detectado anomalías en su funcionamiento?

Si                  No                  No tengo conocimiento

4. ¿Ha llevado a cabo mantenimiento preventivo o correctivo?

Si                  No                  No tengo conocimiento

5. ¿Cuenta con el personal calificado para hacer una evaluación de las condiciones de operación de la subestación?

Si                  No

6. ¿Sabe a quien recurrir para llevar a cabo un control de la subestación eléctrica?

Si                  No

7. ¿Conoce usted las magnitudes que puede tener un accidente eléctrico, derivado de una situación inadecuada de la subestación eléctrica?

Si                  No

8. ¿Está dispuesto a recurrir a personal externo a su organización para inspeccionar el sitio?

Si                  No



---

9. ¿Considera que es importante la seguridad en el trabajo?

Si

No

10. ¿Que opinión le merece la seguridad en el trabajo?

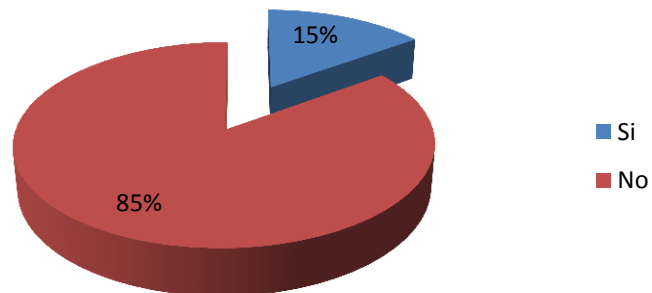
## 2.5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS Y REPRESENTACIÓN GRÁFICA

Una vez aplicado el cuestionario, los resultados que se obtuvieron son expuestos del siguiente modo:

1. ¿Considera usted que su empresa cuenta con condiciones seguras de trabajo?

Si

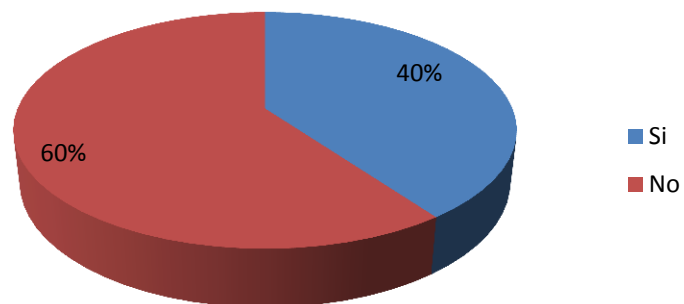
No



2. ¿Conoce las condiciones en las que opera su subestación eléctrica?

Si

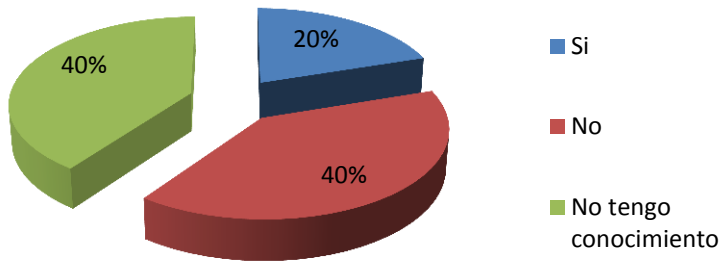
No



---

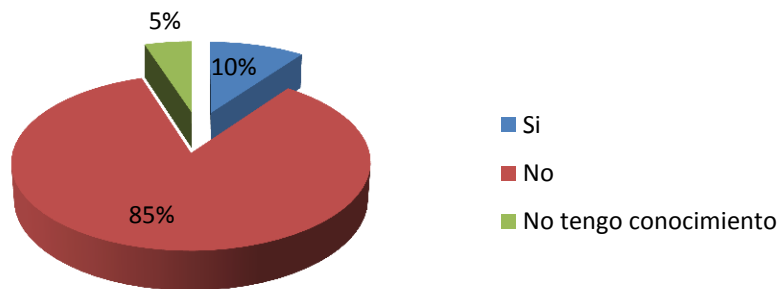
3. ¿Ha detectado anomalías en su funcionamiento?

Si                      No                      No tengo conocimiento



4. ¿Ha llevado a cabo mantenimiento preventivo o correctivo?

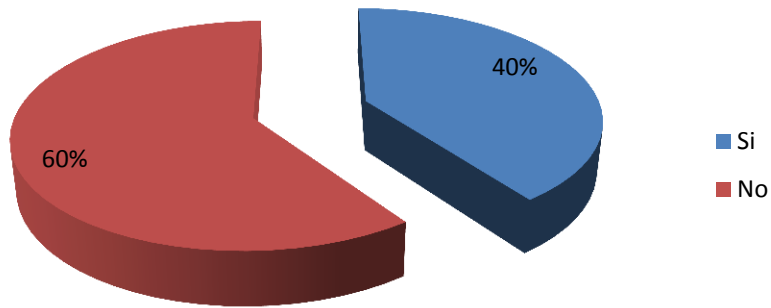
Si                      No                      No tengo conocimiento



---

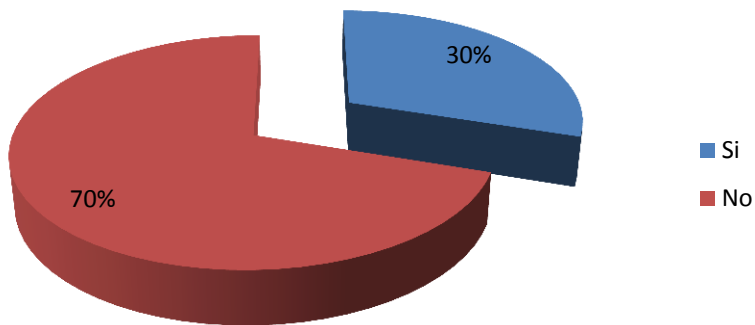
5. ¿Cuenta con el personal calificado para hacer una evaluación de las condiciones de operación de la subestación?

Si                      No



¿Sabe a quien recurrir para llevar a cabo un control de la subestación eléctrica?

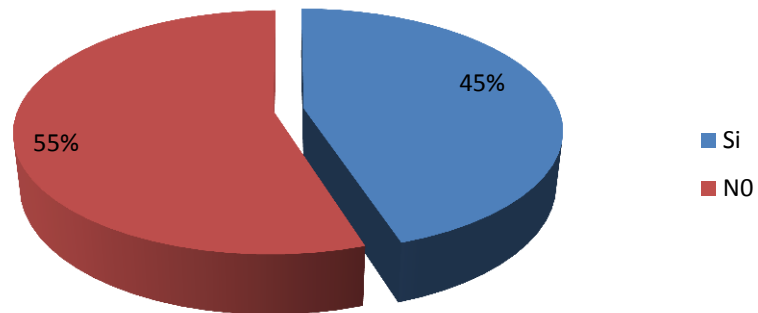
Si                      No



---

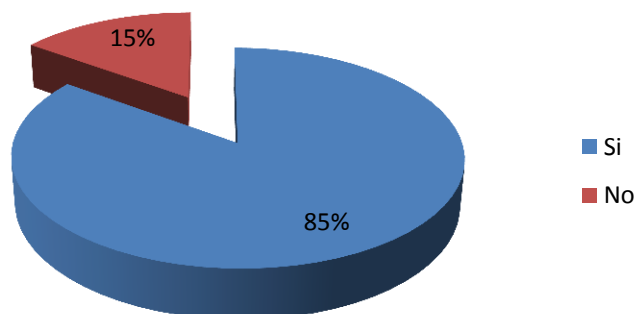
6. ¿Conoce usted las magnitudes que puede tener un accidente eléctrico, derivado de una situación inadecuada de la subestación eléctrica?

Si No



8.- ¿Está dispuesto a recurrir a personal externo a su organización para inspeccionar el sitio?

Si No

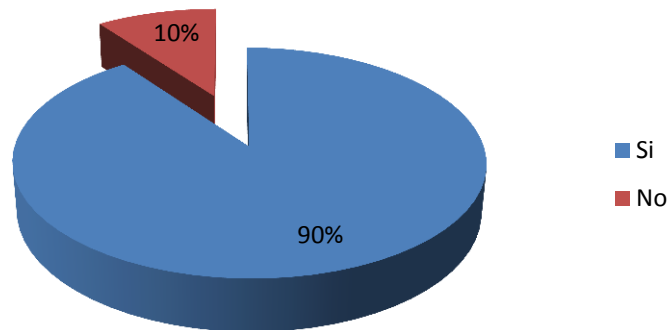


---

9. ¿Considera que es importante la seguridad en el trabajo?

Si

No



10. ¿Que opinión le merece la seguridad en el trabajo?

Por último se cuestionó de manera abierta, para tener una opinión generalizada referente al tema citado, en los resultados obtuvimos opiniones diversas pero la generalidad indica que su mayor preocupación es resguardar la integridad del trabajador y en menor número se abordó el tema económico por indemnizaciones.

---

## **2.6 CONCLUSIONES DEL ESTUDIO DEL MERCADO**

La encuesta llevada a cabo, nos permitió conocer el grado de conocimiento que se tiene en el sector industrial respecto a las subestaciones eléctricas, su funcionamiento y las repercusiones que pudiera llegar a tener el mal estado, diseño u operación de las mismas.

Además se pudo constatar es de mucho interés procurar la seguridad en el trabajo, siendo esto la parte mas importante del proyecto.

Concluimos que definitivamente existe el interés en el mercado respecto a nuestro proyecto, ya que generalmente pocos son aquellos que tienen pleno conocimiento respecto al tema, y en menor número aun los que cuentan con el personal calificado para hacerlo.

---

## CAPÍTULO 3 PLANEACIÓN DEL PROYECTO

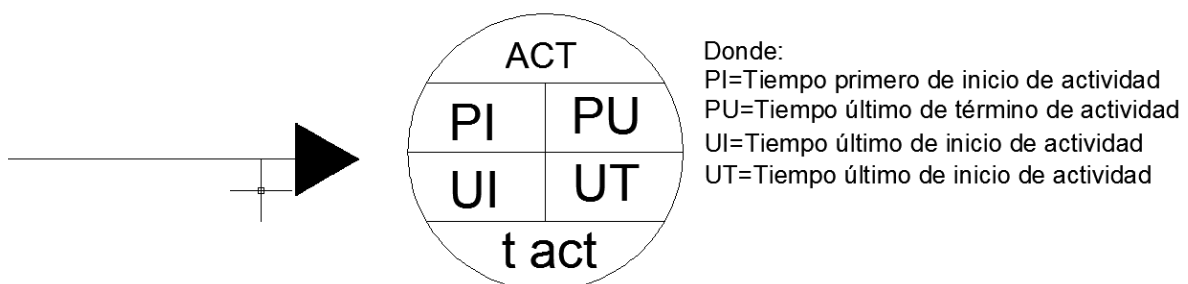
### 3.1 PLANEACIÓN

La planificación es el proceso metódico diseñado para obtener un objetivo determinado. Existen diferentes herramientas y técnicas para abordar la planificación de un proyecto, las cuales permiten definir el curso de acción a seguir, que será tomado como base durante la ejecución del mismo.

### 3.2 RUTA CRÍTICA

La ruta crítica es una herramienta de gran utilidad para la planeación que consiste en la construcción de una red o diagrama de flechas que representa las relaciones de precedencia entre las actividades del proyecto. La construcción de la red es una función de planeación y es el aspecto más difícil en la realización de la ruta. Requiere de un análisis detallado. Los beneficios de este método son considerables, dado que produce un entendimiento claro de lo que debe ser hecho. Podemos afirmar que el mayor beneficio de ésta reside en la obtención de una estructura clara y lógica del proyecto al terminar la red de actividades.

La representación gráfica de la ruta está dada por flechas que representan actividades y nodos (círculos) que representan sucesos en el proceso.



**Figura 3.1** Representación gráfica de la ruta crítica

---

### 3.3 ACTIVIDADES DEL PROYECTO

Con base en un análisis técnico procedimos a hacer un listado de actividades a realizar, así como también la relación estricta que se da entre ellas para llegar a nuestro objetivo.

ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	DURACIÓN (SEMANAS)	PREDECESOR INMEDIATO
A	Formulación de un listado de condiciones de seguridad	0.2	----
B	Inspección física del lugar	0.1	A
C	Detección de anomalías	0.5	A, B
D	Diagnóstico	1	C
E	Diseño de mejoras a realizar	3	E
F	Análisis de costos	2	D, E
G	Elaboración de presupuesto	2	E, F
H	Presentación del proyecto	0.5	G

**Tabla 3.1** Tabla de actividades

Tomando la información de la tabla el siguiente paso es definir cada una de las actividades planteadas.

#### **A) Elaboración de un listado de condiciones de seguridad**

Es el punto de partida de nuestro proceso, es un listado donde se enumeran las condiciones o requerimientos con los que debe cumplir la subestación para que esté de acuerdo a la normatividad aplicable y por consecuencia sea segura en su operación.



---

## **B) Inspección física del lugar**

Hacer acto de presencia en las instalaciones del lugar para hacer revisión ocular de lo que ahí se encuentre, es indispensable tener el listado a la mano ya que es la herramienta que utilizaremos para llevar un registro de lo observado y será el punto de partida a los siguientes pasos.

## **C) Detección de anomalías**

Con apoyo de la información obtenida en la visita al lugar se analiza las condiciones de operación y se hace la detección de incumplimientos a la normatividad.

## **D) Diagnóstico**

Una vez detectadas las anomalías se lleva a cabo un análisis con el fin de determinar la magnitud de lo faltante o deteriorado en las instalaciones.

## **E) Diseño de mejoras a realizar**

Con la información reunida es posible hacer un proyecto que contenga las mejoras a realizar.

## **F) Análisis de precios unitarios**

Con el apoyo del proyecto a presentar se evalúa los costos que implicara la ejecución del mismo.

## **G) Elaboración del presupuesto**

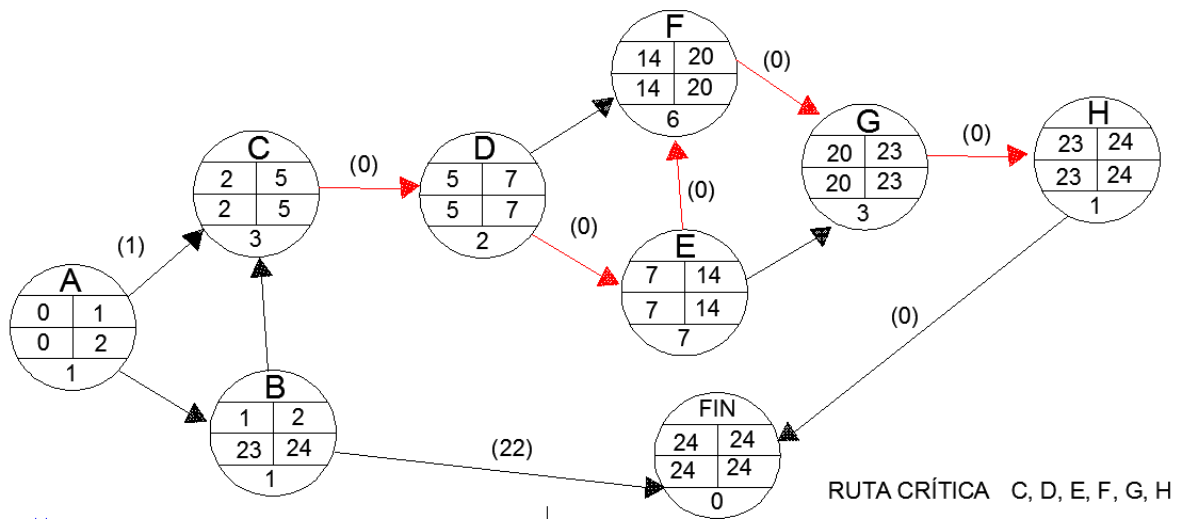
En base al total de conceptos a mejorar se hace un importe total para presentarlo ante el interesado.

## **H) Presentación del proyecto**

Es la etapa final del proyecto consta en hacer entrega física del proyecto propuesto para solucionar las anomalía

### 3.4 ELABORACIÓN DE LA RUTA CRÍTICA DEL PROYECTO

Las actividades establecidas serán relacionadas mediante la herramienta de la ruta crítica quedando de la siguiente manera.



Según los resultados arrojados tenemos que la ruta crítica esta dada en las actividades: C, D, E, F, y H, mientras que los puntos del holgura son las actividades A y B.

### 3.5 GRÁFICA DE GANTT

La gráfica de Gantt es una herramienta que le permite al usuario modelar la planificación de las tareas necesarias para la realización de un proyecto. En su elaboración cada tarea es representada por una línea, mientras que las columnas representan los días, semanas, o meses del programa, dependiendo de la duración del proyecto.

Id	ACTIVIDAD	TIEMPO EJECUCIÓN																											
		Semana 1						Semana 2						Semana 3						Semana 4									
		L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S				
A	Formulación del listado	■																											
B	Inspección física del lugar		■																										
C	Detección de anomalías			■	■	■																							
D	Diagnóstico						■	■																					
E	Diseño de mejoras a realizar								■	■	■	■	■	■															
F	Análisis de costos																					■	■	■	■	■			
G	Elaboración de presupuesto																										■	■	■
H	Presentación del proyecto																												■

■ Duración de actividades en días

---

## **CAPÍTULO 4 EJECUCIÓN Y CONTROL DEL PROYECTO.**

En este capítulo se especificaran los procesos llevados a cabo para cumplir con las actividades establecidas en la planeación del proyecto, mismas que fueron planteadas con la intención de atender el requerimiento de la industria a evaluar, lo que nos permitirá plantear una alternativa de solución para optimizar el sistema de seguridad dentro de industria.

### **4.1 FORMULACIÓN DE UN LISTADO DE CONDICIONES DE SEGURIDAD**

La primera actividad establecida es la formulación de un listado de condiciones mínimas de seguridad con las que debe contar una subestación de tipo industrial, para ello es necesario conocer la normatividad aplicable, así como también determinaciones técnicas verificables.

De modo que el listado queda de la siguiente manera:

<b>LISTA DE REVISIÓN EN SUBESTACIONES INDUSTRIALES</b>			
Lugar de inspección:		Ubicación:	
Inspector:		Fecha:	
Técnico y/o ayudante de área:			
Puntos a evaluar	Si	No	Observaciones
1.- ¿UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN EN LUGAR SEGURO?			
2.- ¿DIMENSIÓN CORRECTA PARA CUARTOS Y TRANSFORMADORES?			
3.- ¿CORRECTO ESPACIO DE TRABAJO EN LOS TABLEROS?			
4.- ¿EXISTENCIA DE SEÑALES DE SEGURIDAD?			
5.- ¿EXISTENCIA DE DIAGRAMAS DE SEGURIDAD EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN?			
6.- ¿EXISTENCIA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO?			
7.- ¿EXISTENCIA DE BASES DE HORMIGÓN PARA TRANSFORMADORES?			
8.- ¿EXISTENCIA DE DUCTOS PARA EL CORRECTO DESALOJO DE ACEITE DIELECTRICO DE LOS TRANSFORMADORES?			
9.- ¿LIMPIEZA DE LA SUBESTACIÓN?			
10.- ¿CORROSIÓN EN PARTES METÁLICAS DE LA SUBESTACIÓN?			
11.- ¿SULFATO EN TERMINALES DE B.T. EN LOS TRANSFORMADORES?			
12.- ¿FALTA DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS?			
13.- ¿DETERIORO DE ESTRUCTURA FÍSICA DE LA SUBESTACIÓN?			
14.- ¿VENTILACIÓN CORRECTA?			
15.- ¿ILUMINACIÓN CORRECTA?			
16.- ¿CORRECTO DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES (CONDUCTORES, ALIMENTADORES, ITM)?			
17.- ¿CORRECTO DIMENSIONAMIENTO DE CANALIZACIÓN EN LA INSTALACIÓN?			
<b>LA LISTA DE REVISION LA CUAL SERA DE SUMA IMPORTANCIA PARA EVALUAR SU GRADO DE CONFIABILIDAD SEGÚN LO ESTABLECE POR LA NORMATIVIDAD VIGENTE.</b>			

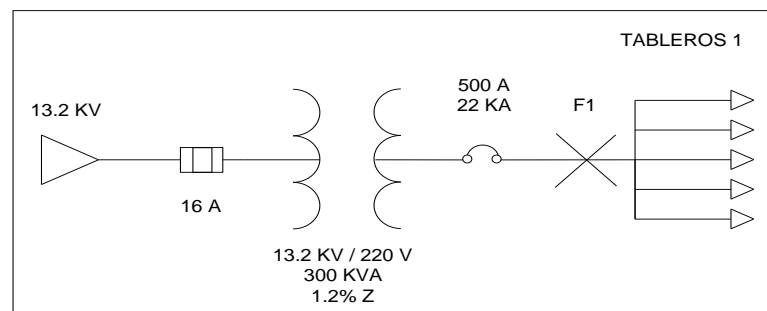
**Tabla 4.1** Listado de condiciones mínimas de seguridad

## 4.2 INSPECCIÓN FÍSICA DEL LUGAR

El siguiente paso es acudir a hacer la inspección ocular del sitio donde se evalúa las condiciones del lugar apoyados del listado, además se hacen cálculos relacionados con la correcta operación de la subestación

### 4.2.1 CÁLCULOS REALIZADOS EN LA SUBESTACIÓN INDUSTRIAL

A continuación presentamos el diagrama unifilar de la subestación analizada, la cual consta de un transformador 3Ø de 300 KVA, por lo que se deben realizar los cálculos respectivos.



**FIGURA 4.1** Diagrama Unifilar de Subestación Eléctrica 300 KVA.

**FUENTE:** Industria dedicada al envasado de mezcal ubicada en los valles centrales del estado de Oaxaca.

### 4.2.2 CÁLCULOS PARA TRANSFORMADOR 3Ø DE 300KVA

#### 4.2.2.1 CONDUCTOR FASE.

$$I_{OPERACION} = S_{total} (KVA) \times 1000 / (\sqrt{3} \times V_{operacion})$$

$$I_{OPERACION} = 300KVA \times 1000 / (\sqrt{3} \times 480V) \quad I_{OPERACION} = 361.27 A$$

Luego con este amperaje hallamos el calibre del conductor, y verificamos si el conductor usado actualmente es el correcto o no, pero antes de eso dividimos la corriente de operación para dos conductores para que dicha corriente sea más baja y de paso para hacer una comparación con el número de conductores que se encuentran en ese instante conectados en cada fase del transformador de dicha subestación.

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = 361.27 / 2 \text{ conductores}$$

$$I_{\text{CONDUCTOR}} = 180,64 \text{ A}$$

Después con la ayuda de la tabla 310-16 Capacidad de conducción de corriente (A). de la NOM 001 SEDE 2005. Buscamos el calibre del conductor ideal para dicha corriente.

Por lo tanto el calibre del conductor Fase principal es:

2 x 4/0 AWG – TW; 2 conductores / fase.

**Nota:** el calibre 4/0 AWG – TW, No es comercial, por lo tanto. Sustituimos este por un calibre:

250 Kcmil, que soporta 215 A. en condiciones de 60° C. y es aceptable.

**2 x 250 MCM; 2 conductores / fase.**

#### **4.2.2.2 CONDUCTOR NEUTRO**

Para lo que tiene que ver con el cálculo del conductor neutro, nos ayudamos del artículo 220-22 Carga del neutro del alimentador. NOM 001 SEDE 2005. Buscamos el calibre del conductor ideal para dicha corriente.

Por lo tanto el calibre del conductor Neutro es:

250 MCM

---

#### 4.2.2.3 DISPOSITIVO DE PROTECCIÓN (ITM PRINCIPAL)

Una vez calculada la corriente de operación la cual nos dio un resultado de 361,27 A, de acuerdo a la tabla 450-3 (a) en la norma oficial vigente que nos muestra el máximo ajuste para el dispositivo ITM.

$$361,27 \text{ A} \times 1.25\% = 451 \text{ A}$$

Por lo tanto el ITM principal puede ser: de 400 A - 3 polos.

**Nota:** se ha seleccionado este valor de ITM, ya que la corriente máxima que puede soportar nuestro alimentador principal es 2 x 250 MCM  
=2 x 215 A =430 A. Máximo por fase.

Esto quiere decir que antes de que el alimentador principal se dañe por sobrecorriente, el ITM opera en condiciones normales.

#### 4.2.2.4 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO

##### **Método Punto a Punto.**

Para el cálculo de la corriente de falla o de cortocircuito, aplicaremos el METODO PUNTO A PUNTO y consta de ciertos pasos fundamentales. A continuación procedemos con la aplicación de este método.

Lo primero que necesitamos saber es el valor de la impedancia del transformador de 300KVA 3Ø por lo que usamos la tabla 450-3 (a) (1) (Impedancias de transformadores de más de 600 V), la cual nos da como resultado lo siguiente:

Transformador 3Ø de 300 KVA; %Z = 1.2

Una vez encontrado dicho valor de impedancia, comenzamos con el cálculo de cortocircuito en el punto de falla F1.



---

$$\mathbf{IFLA = S \text{ total [KVA] } \times 1000 / (\sqrt{3} \times V \text{ operación})}$$

De donde

IFLA= es la corriente a plena carga del transformador.

S= capacidad del transformador en KVA.

V operación= voltaje de operación

$$\text{Por lo tanto tenemos que } \mathbf{IFLA} = 300\text{KVA} \times 1000 / (\sqrt{3} \times 480) = 361.27 \text{ A}$$

$$\mathbf{Multiplicador = 100 / (0.9 \times \%Z \text{ transformador})}$$

De donde

% Z transformador = impedancia de cortocircuito del transformador.

$$\text{Multiplicador} = 100 / (0.9 \times 1.2) = 92.59$$

$$\mathbf{ISCA = IFLA \times Multiplicador}$$

Donde **ISCA** es la corriente de cortocircuito en el lado del secundario del transformador.

**IscA** = 361.27 A x 92.59 = **33449.99A** (Corriente de cortocircuito 3Ø en el secundario del transformador T1).

Como vamos a analizar una falla 3Ø necesitaremos algunos datos como la longitud **L** (distancia desde el transformador hacia el punto de FALLA, en unidad de PIES), además de **n** (número de conductores por cada fase), y **C** que es una constante del conductor obtenida del APENDICE H (Valor "C" para conductores).

---

## Falla F1

$$1\text{mt} = 3.2808 \text{ pies.}$$

$$L = 8 \text{ mts.} = 26.25 \text{ pies (distancia desde transformador a falla F1)}$$

$$n = 2 \text{ conductores / fase}$$

$$c = 15082 \text{ (para conductores 4/0 AWG – TW)}$$

$$f = \sqrt{3} \times L \times \text{ISCA} / (C \times n \times V \text{ operación})$$

$$f = \sqrt{3} \times 26.25 \times 33449.99 / (15082 \times 2 \times 480) = 0.11$$

$$M = 1 / (1 + f)$$

$$M = 1 / (1 + 0.11) = 0.9$$

$$\text{ISCA (FALLA F)} = \text{ISCA} \times M$$

$$\text{ISCA (FALLA F 1)} = 33449.99 \times 0.9$$

$$\text{ISCA (FALLA F 1)} = 30104.99 \text{ A}$$

∴ El ITM principal del lado secundario del transformador 300 KVA debe ser de **30 KA**.

**Nota:** es muy importante ajustar lo más exacto posible la capacidad del ITM en la Icc. ya que si este es mayor el ITM jamás opera y en caso de ser menor, el ITM termina por calcinarse en el peor de los casos.

### 4.2.3 CUADRO COMPARATIVO DE RESULTADOS

Después de realizar los respectivos cálculos en la subestación, a continuación presentamos una tabla de resultados donde constan los datos actuales y los datos calculados.

<b>COMPARACION DE RESULTADOS</b>		
<b>TRANSFORMADOR 3Ø DE 300 KVA</b>		
	<b>DATOS ACTUALES</b>	<b>DATOS CALCULADOS</b>
<b>CONDUCTOR FASE</b>	2 x 3/0 AWG - TW	2 X 250 MCM
<b>CONDUCTOR NEUTRO</b>	3/0 AWG - TW	250 MCM
<b>DISPOSITIVO DE PROTECCION</b>	500 A – 3 POLOS; 22 KA	400 A – 3 POLOS; 30 KA

**TABLA 4.1** Comparación de resultados obtenidos.

**FUENTE:** Propia.

### 4.3 DETECCIÓN DE ANOMALÍAS

#### 4.3.1 IDENTIFICACIÓN DE RIESGOS

Durante la visita técnica que se realizó a la subestación de la industria antes mencionada, pudimos observar algunos riesgos, por lo que se necesitaba realizar, primero una evaluación mediante el uso del Check List y luego la valoración respectiva. Una vez inspeccionada y evaluada la subestación eléctrica con el check list, se obtuvieron los siguientes resultados:

LISTA DE REVISIÓN EN SUBESTACIONES INDUSTRIALES			
Lugar de inspección:	SUBESTACION ELECTRICA DE EMPRESA ENVASADORA DE MEZCAL	Ubicación:	VALLES CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA.
Inspector:	RUSBEL D. REYES. V. SANCHEZ ELIUT	Fecha:	20 DE DICIEMBRE DE 2011.
Técnico y/o ayudante de área:	ULISES LEON		
Puntos a evaluar	Si	No	Observaciones
1.- ¿UBICACIÓN DE LA SUBESTACIÓN EN LUGAR SEGURO?	X		ESTA SUBESTACIÓN SE ENCUENTRA UBICADA EN UN ÁREA PROPIA.
2.- ¿DIMENSIÓN CORRECTA PARA CUARTOS Y TRANSFORMADORES?	X		LA DIMENSIÓN ES ACEPTABLE
3.- ¿CORRECTO ESPACIO DE TRABAJO EN LOS TABLEROS?	X		DE ACUERDO AL ARTÍCULO 110-32 ESPACIOS DE TRABAJO ALREDEDOR DE EQUIPO, LA DIMENSIÓN ES ACEPTABLE
4.- ¿EXISTENCIA DE SEÑALES DE SEGURIDAD?		X	LOS TABLEROS COMO EL TRANSFORMADOR NO TIENE SEÑALES DE SEGURIDAD
5.- ¿EXISTENCIA DE DIAGRAMAS DE SEGURIDAD EN TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN?	X		LOS DIAGRAMAS SE ENCUENTRAN ROTULADOS EN LOS TABLEROS CORRECTAMENTE.
6.- ¿EXISTENCIA DE EQUIPO CONTRA INCENDIO?		X	NO CUENTA CON EQUIPO CONTRA INCENDIO. DE A CUERDO CON LA NOM 01 SEDE 2005. ART 924-8. A) CUANDO MENOS 2 EXTINTORES PARA LA PREVENCIÓN DE INCENDIOS
7.- ¿PAREDES, TECHO Y PISO RESISTENTES AL FUEGO?	X		DE ACUERDO AL ART. 450-42 PAREDES, TECHOS Y PISOS. RESISTENTES AL FUEGO CON UN MÍNIMO DE TRES HRS.
8.- ¿EXISTENCIA DE FOSAS PARA EL CORRECTO DESALOJO DE ACEITE DIELECTRICO DE LOS TRANSFORMADORES?		X	NO EXISTE FOSA DE DRENADO DE LÍQUIDOS DIELECTRICOS. DE ACUERDO AL ART. 450-46 LOS TR. DE MÁS DE 100KVA DEBEN CONTAR CON UN DRENAJE DE LIQUIDO AISLANTE
9.- ¿LIMPIEZA DE LA SUBESTACIÓN?		X	PRESENCIA DE POLVO
10.- ¿CORROSIÓN EN PARTES METÁLICAS DE LA SUBESTACIÓN?	X		EL TRANSFORMADOR PRESENTA DESPRENDIMIENTO DE PINTURA Y LIGERA CORROSION.
11.- ¿SULFATO EN TERMINALES DE B.T. EN LOS TRANSFORMADORES?		X	TERMINALES LIMPIAS, NO PRESENTAN SULFATO.
12.- ¿FALTA DE PUESTA A TIERRA DE EQUIPOS?	X		LOS TABLEROS CARECEN DE PUESTA A TIERRA Y LA RESISTIVIDAD DE TERRENO ES MAYOR DE 8MΩ
13.- ¿DETERIORO DE ESTRUCTURA FÍSICA DE LA SUBESTACIÓN?		X	SUBESTACION EN BUEN ESTADO
14.- ¿VENTILACIÓN CORRECTA?	X		ES ADECUADA
15.- ¿ILUMINACIÓN CORRECTA?	X		ES ADECUADA
16.- ¿CORRECTO DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS PRINCIPALES (CONDUCTORES, ALIMENTADORES, ITM)?		X	DE A CUERDO A LOS CÁLCULOS EFECTUADOS ANTERIORMENTE EL ITM SE ENCUENTRA SOBREDIMENSIONADO Y LA ICC SUPERA POR MUCHO LA DEL ITM EXISTENTE, LOS QUE PUEDE FULMINARLO EN CASO DE ALGUNA FALLA
17.- ¿CORRECTO DIMENSIONAMIENTO DE CANALIZACIÓN EN LA INSTALACIÓN?	X		LA CANALIZACION ES LA CORRECTA. DE A CUERDO A LA NOM 001 SEDE 2005.
EVALUACION DE LA SUBESTACION ELECTRICA INDUSTRIAL DE EMPRESA ENVASADORA DE MEZCAL EN LOS VALLES CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA. CHECK LIST.			

**TABLA 4.2** Lista de chequeo aplicada a la Subestación eléctrica de la envasadora de mezcal.

**FUENTE:** Propia.

### 4.3.2. MÉTODO DE VALORACIÓN FINE

Una vez identificado los riesgos con el check list, se procedió con la evaluación numérica de dichos riesgos, basándonos a través del método de valoración de riesgo fine.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

Es importante señalar que las tablas de aplicación del método fine (consecuencia, exposición, probabilidad y grado de riesgo), se encuentran en el marco teórico de la presente tesis.

#### 4.3.2.1 PRINCIPALES CAUSAS DE RIESGO EN SUBESTACIÓN ELÉCTRICA DE ENVASADORA DE MEZCAL EN LOS VALLES CENTRALES

A continuación se va a realizar un breve análisis acerca de las principales causas de riesgo encontrados en la subestación,

#### Ubicación inadecuada de la subestación eléctrica

Retomando las tablas de valorización

Valorización de consecuencias		
Situación	Acción	Valor
Varias muertes	Indemnización aproximada de \$43,128.40 por cada muerte	50
Una muerte	Indemnización aproximada de \$43,128.40	25
Lesiones graves	Incapacidad total	15
Lesiones con pérdidas		5
Lesiones , cortes, golpes, contusiones		1

**TABLA 4.3** Nivel de Consecuencias del Riesgo.

- **Exposición:** Es la frecuencia con la que se presenta la situación de riesgo, que tanta veces uno está expuesto.

Valorización de exposición		
Situación	Exposición	Valor
Continuamente	Varias veces al día	10
Frecuentemente	Una vez al día o a la semana	6
Ocasionalmente	Mas de una vez al mes o al año	3
Raramente	Alguna vez en varios años	1
Remotamente	No ocurre pero no se descarta	0.5

**TABLA 1.2** Nivel de Exposición a un riesgo.

- **Probabilidad:** La posibilidad que una vez presentada la situación de riesgo, se origine el accidente.

Valorización de probabilidades	
Situación	Valor
El resultado es más probable y esperado	10
Es completamente posible, no será extraño	6
Secuencia o coincidencia rara pero posible	3
Coincidencia muy rara, pero ha ocurrido	1
Coincidencia extremadamente remota, pero concebible	0.5

**TABLA1.3** Nivel de Probabilidades del riesgo

- **Grado de riesgo:** Valorización en magnitud del riesgo.

Valorización en magnitud del riesgo		
Grado de Riesgo	Evaluación	Acción
GR > 400	Riesgo muy alto	Suspensión de actividad inmediata
700 < GR < 400	Riesgo alto	Corrección inmediata
70 < GR < 200	Riesgo notable	Corrección necesaria urgente
20 < GR < 70	Riesgo moderado	No es emergente, debe corregirse
GR < 20	Riesgo aceptable	Puede omitirse la corrección

**TABLA 1.4** Nivel del Grado de Riesgo.

---

- Consecuencia.- tomamos el valor de (1), esta subestación se encuentra ubicada en un área propia. No representa riesgo alguno para los trabajadores.

- Exposición.-Tomamos el valor de (3), ya que la exposición a la subestación resulta ser moderada para los trabajadores de la industria.

- Probabilidad.- Tomamos el valor de (3), pues la posibilidad de que ocurra el accidente en dicha industria debido al riesgo presentado, es rara pero posible.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

GR = 1 x 3x 3

GR = 9

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es ACEPTABLE y por lo tanto puede omitirse la corrección.

### **Mal dimensionamiento de cuarto para Transformador (300KVA)**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (1), la dimensión del cuarto de subestación es aceptable por la NOM 001 SEDE 2005 lo anterior basados en los artículos 110-31 (1) que determina la altura del muro; art 110-32 determina el espacio de trabajo y en el art. 450-42 paredes techos y pisos.

---

- Exposición.- Tomamos el valor de (3), esto derivado a que el personal de técnico no se encuentra expuesto a diario a la subestación.

- Probabilidad.- Tomamos el valor de (3), pues la posibilidad de que ocurra el accidente debido al riesgo presentado, es rara pero posible.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

GR = 1 x 3 x 3

GR = 9

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es ACEPTABLE y por lo tanto puede omitirse la corrección.

### **Falta de extintores contra incendio**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (5), pues la subestación mencionada no cuenta con por lo menos dos extintores, por lo que en un caso de incendio, se podría contaminar rápidamente dicha subestación, ocasionando ciertas lesiones en los trabajadores y pérdidas materiales.

- Exposición.- Tomamos el valor de (6), pues los trabajadores están expuestos frecuentemente a un riesgo de incendio, y peor aún si no se cuenta con elementos para controlarlo.

- Probabilidad.- Tomamos el valor de (3), pues la posibilidad de que ocurra un accidente debido al riesgo mencionado, es rara pero posible.



---

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad.

GR = 5 x 6 x 3

GR = 90

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es NOTABLE y por lo tanto se requiere de una corrección necesaria.

#### **Falta de limpieza en subestación.**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (1), pues en dicha subestación hace falta un poco de limpieza, ya que existe polvo que podría ocasionar al trabajador algún tipo de alergia ambiental (tos, gripe) o irritación visual.
- Exposición.- Tomamos el valor de (10), pues los trabajadores están expuestos varias veces al día, de contraer alguna enfermedad ambiental, debido a la falta de limpieza en la subestación.
- Probabilidad.- Tomamos el valor de (3), pues la posibilidad de enfermarse, debido a la falta de limpieza en esta subestación, es rara pero se puede dar el caso.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

GR = 1 x 10 x 3

GR = 30.

- 
- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es MODERADO y por lo tanto la acción no es emergente, pero debe corregirse.

### **Falta de puesta a tierra de equipos**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (5), debido a la falta de puesta a tierra en los tableros y equipo de gabinete, se corre el riesgo de algún contacto eléctrico no deseado, el cual puede provocar lesiones con pérdidas.
- Exposición.- Tomamos el valor de (10), pues la situación de riesgo es constante, debido a que el personal está expuesto a partes metálicas de maquinaria que interviene en la industria de envasado.
- Probabilidad.- Tomamos el valor de (6), derivado de lo anterior se deduce que la probabilidad de que ocurra un incidente es completamente posible.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

$$GR = 5 \times 10 \times 6$$

$$GR = 300$$

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es ALTO y requiere corrección inmediata.

---

### **Falta de fosa para captación de aceite dieléctrico**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (15), pues los transformadores no cuentan con fosas para el depósito de aceite y esto puede ocasionar un derramamiento de aceite en toda la subestación. Las consecuencias son graves, si el aceite entra en contacto con alguna fuente generadora de calor, ya sea algún alimentado sobrecargado o una lcc.
- Exposición.- Tomamos el valor de (3), pues la frecuencia con que se puede producir la situación de riesgo en esta subestación, es poco probable, pero no se descarta.
- Probabilidad.- Tomamos el valor de (1), pues la posibilidad de que se produzca un accidente en esta subestación debido a la falta de foso, es remota.  
GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

$$GR = 15 \times 3 \times 1$$

$$GR = 45$$

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es MODERADO y por lo tanto no es emergente, pero debe corregirse.

### **Falta de canaletas de protección para cables eléctricos**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (1), al observar la instalación se determino que esta se encuentra correctamente diseñada en su estructura de canalización. Lo cual no representa ningún riesgo para el personal que en el labora.

---

- Exposición.- Tomamos el valor de (1), pues la frecuencia con que se presenta esta situación de riesgo en esta subestación es raramente, y por lo tanto el personal no está expuesto a este riesgo.

- Probabilidad.- Tomamos el valor de (1), pues la posibilidad de que se produzca un accidente en esta subestación debido a la falta de canaletas, es rara pero posible.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

GR = 1 x 1 x 1

GR = 1

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es ACEPTABLE y por lo tanto la corrección puede omitirse.

### **Mal dimensionamiento de elementos eléctricos**

- Consecuencia.- Tomamos el valor de (5), el mal dimensionamiento de algún elemento eléctrico (alimentador o ITM) podría generar un incendio. Para mencionar un ejemplo en el caso del ITM que al estar mal dimensionado, se corre el riesgo de que con alguna corriente de cortocircuito este elemento nunca opere por el sobredimensionamiento del mismo, ocasionando algún tipo de pérdida material o humana.

- Exposición.- Tomamos el valor de (3), pues la frecuencia con que se podría presentar esta situación de riesgo sería ocasional, ya que en esta subestación son mínimos los cambios de elementos eléctricos que hay que efectuar y por lo tanto el riesgo de algún cortocircuito es bajo.

- 
- Probabilidad.- Tomamos el valor de (3), pues la posibilidad de que se produzca un accidente en esta subestación debido al mal dimensionamiento de algún elemento, es rara pero posible.

GR = Consecuencia x Exposición x Probabilidad

$$GR = 5 \times 3 \times 3$$

$$GR = 45$$

- Grado de riesgo.- Una vez efectuado el cálculo del grado de riesgo y comparando el valor obtenido con el de la tabla de valorización, nos da como resultado que el riesgo es MODERADO y por lo tanto la acción no es emergente, pero debe corregirse.

TABLA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS ELÉCTRICOS						
SUBESTACIÓN A EVALUAR: ENVASADORA UBICACIÓN DEL ÁREA EVALUA: OAXACA CAPACIDADES DE TRANSFORMADORES: 300 KVA'S				EVALUADOR: RUSBEL D. REYES RESPONSABLE DE LA SUBESTACIÓN: FECHA: 05 DE ENERO 2012		
C= CONSECUENCIAS, E= EXPOSICIÓN, P= PROBABILIDAD, GR= GRADO DE RIESGO, TR= TIPO DE RIESGO, A= ACCIÓN						
PUNTOS A VALORAR	C	E	P	GR	TR	A
Ubicación inadecuada de subestación eléctrica	1	3	3	9	RIESGO ACEPTABLE	Puede omitirse corrección
Mal dimensionamiento de cuarto para transformador (300 KVA).	1	3	3	9	RIESGO ACEPTABLE	Puede omitirse corrección
Falta de extintores contra incendios	5	6	3	90	RIESGO NOTABLE	Corrección necesaria y urgente
Falta de limpieza en subestación	1	10	3	30	RIESGO MODERADO	No es urgente pero es necesario
Falta de puesta a tierra en los equipos	5	10	6	300	RIESGO ALTO	Corrección Inmediata
Falta de fosa para aceite dieléctrico	15	3	1	45	RIESGO MODERADO	No es urgente pero es necesario
Falta de canalización de protección para cables eléctricos	1	1	1	1	RIESGO ACEPTABLE	Puede omitirse corrección
Mal dimensionamiento de elementos eléctricos	5	3	3	45	RIESGO MODERADO	No es urgente pero es necesario

**TABLA 4.3** Resumen del grado de riesgo en S/E Industrial de una envasadora de mezcal en los valles centrales.

**FUENTE:** Propia

---

#### **4.3.2.1.1 RESULTADOS OBTENIDOS**

#### **4.3.3 SISTEMAS DE CONTROL Y DEFENSAS PARA PREVENCIÓN DE RIESGOS EN SUBESTACIÓN**

El objetivo de un sistema de control y protección consiste en reducir la influencia de falla en los componentes y las personas expuestas a riesgos de incendio o explosión en una subestación, hasta tal punto que no se produzcan daños relativamente importantes en ellos, ni que tampoco ponga en peligro la vida del trabajador o personal técnico.

Los accidentes provocados por los riesgos eléctricos tienen como origen fallos en las instalaciones o acciones incorrectas de las personas. La forma de evitarlos será actuando sobre el origen de los mismos, es decir logrando que las instalaciones estén en las adecuadas condiciones de seguridad y que las personas actúen de forma segura con relación a los riesgos que existan.

#### **4.3.4 PREVENCIÓN Y CONTROL PARA EL MANTENIMIENTO DE SUBESTACIÓN**

Una forma de prevenir riesgos eléctricos es realizando un buen mantenimiento, con una inspección general de la subestación de la industria analizada, se tomó información del personal técnico encargado en cuanto al control y prevención de los trabajos de mantenimiento que se realizan en la subestación, ya que son poco frecuentes y basándonos en normas técnicas que se debería considerar que en toda subestación eléctrica, para cuidado del personal y conservar en buen estado a todos los elementos que la componen, ya sean por ejemplo los transformadores, los dispositivos de protección, tableros de control, entre otros y asegurar de esta manera el nivel óptimo de su efectividad, se deben desarrollar actividades que se identifican con el nombre de mantenimiento y seguridad de las instalaciones.

---

#### **4.3.5 MANTENIMIENTO PREVENTIVO**

El mantenimiento preventivo tiene la finalidad de evitar que el equipo falle durante el periodo de su vida útil; y la técnica de su aplicación se apoya en experiencias de operación que determinan que el equipo, después de pasar el periodo de puesta en servicio, reduzca sus posibilidades de falla.

#### **4.3.6 EJECUCIÓN DEL MANTENIMIENTO.**

Luego de realizar previamente la inspección y revisión de los equipos, y determinada la necesidad de realizar un mantenimiento de la subestación, los elementos o equipos que deberían someterse por lo general a un mantenimiento, son los siguientes:

- Transformador
  1. Fosa de captación de aceite dieléctrico.
  2. Aplicación de pintura anticorrosiva.
  3. Mejora al sistema de tierra.
  4. Colocación de señalización.
  5. Instalación de equipo contra incendio.
  
- Tablero de control.
  1. Recalibrar alimentador principal.
  2. Cambio de capacidad del ITM.
  3. Puesta a tierra de tableros
  4. Colocación de señalización.
  5. Instalación de equipo contra incendio.



---

## 4.4 DIAGNOSTICO DE LA SUBESTACIÓN INDUSTRIAL

De acuerdo a los análisis realizados y también con la ayuda de Check List, y la aplicación del método Fine, por medio de la cual identificamos y a la vez valoramos las diferentes causas de riesgos encontradas en esta subestación, se pudo apreciar que es importante realizar algunas correcciones de manera general, basándonos siempre en las normas de seguridad. Entre las principales causas de riesgo a corregir, tenemos:

### 4.4.1. FOSA PARA EL DEPÓSITO DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR

En el área donde se encuentra el transformador, se corre el riesgo de contaminación por escape de aceite, pues si se llega a producir dicho escape, no existe fosa que permita depositar el aceite en una sola área. De construirse esta fosa, no habría contaminación hacia los demás lugares que forman parte de la subestación. De acuerdo con la **NOM 001 SEDE 2005**, art. **450-27. Transformadores en aceite instalados en exteriores. d)**. Confinamientos para contener el aceite en caso de ruptura del tanque del transformador. Además el art. **450-46. Drenaje**. En las bóvedas que contengan más de 100 kVA de capacidad de transformadores, se debe construir un drenaje u otro medio que evacue hacia un depósito especial de confinamiento cualquier acumulación de líquido aislante o agua...

### 4.4.2 PUESTA A TIERRA DE TABLEROS ELÉCTRICOS

En esta subestación, pudimos apreciar que los tableros eléctricos no contaban con la respectiva puesta a tierra, por lo que se corre el riesgo de alguna descarga eléctrica hacia algún trabajador de la empresa y de llegar a ser grave puede causar la muerte. Artículo **250- Puesta a tierra**.

---

#### 4.4.3 INSTALACIÓN DE EXTINTORES CONTRA INCENDIO

Esta subestación no contaba con extintores contra incendio, lo que hace aun más latente el peligro de incendio y por ende la contaminación inmediata de la industria. El tipo de extintor a usarse debe ser de clase B, debido a que el fuego puede ser ocasionado por líquidos inflamables (aceite del transformador), y este tipo de extintor contiene los agentes necesarios como para controlar el fuego. Entre estos agentes extintores tenemos: CO<sub>2</sub> y polvos químicos. De acuerdo a la NOM 001 SEDE 2005, en su artículo **924-8. Protección contra incendio. La cual establece: a) Extintores.** Deben colocarse extintores, tantos como sean necesarios en lugares convenientes y claramente marcados, situando dos, cuando menos, en puntos cercanos a la entrada de las subestaciones. Para esta aplicación se permiten extintores de polvo químico seco.

#### 4.4.4. SEÑALIZACIONES

Se deben tener las señales de advertencia donde se indique sobre el riesgo y se prohíba la entrada al personal no calificado. Estas señales deben contar con la siguiente información:

- Advertencia donde se indique que se trata de equipo energizado y que representa peligro.
- Tipo de equipo y nomenclatura operativa.
- Máximo nivel de tensión del equipo.
- Máximo nivel de cortocircuito.
- Ubicación de los diferentes límites de aproximación.
- Categoría requerida del equipo de protección personal para realizar trabajos.
- Equipo contra incendios.

---

Los sistemas de señalización incluyen dos grandes grupos: sistemas visuales y sistemas acústicos.

Entre los sistemas visuales se pueden citar como ejemplo las señales de tipo gráficas, que indican aspectos de diversa índole como rutas de evacuación, situación de extintores, uso de ciertos equipos de protección.

#### **4.4.5. DIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.**

En el transformador de 300 kVA, los calibres de los conductores fase y neutro de acuerdo a los cálculos realizados son incorrectos, es decir en vez de # 3/0 AWG-TW, debemos de instalar de 250 Kcmil o MCM en cuanto a su interruptor termomagnético principal de acuerdo a la norma, no es el correcto; por lo que se debe hacer la debida corrección con un ITM de 400A – 3 POLOS, capaz de soporta una corriente de corto circuito de 30 KA.

#### **4.5. DISEÑO DE MEJORAS A REALIZAR**

##### **4.5.1. FOSA PARA EL DEPÓSITO DE ACEITE DEL TRANSFORMADOR**

###### **A) Creación de un dren de captación de aceite**

Se construirá un canal para drenar aceite del transformador, de paredes de 10 cms de espesor, de concreto armado  $f'c=150 \text{ kg/cm}^2$  de 20 cms de luz, de profundidad variable de acuerdo a la pendiente del registro de captación, armado en la base con 3 varillas del # 3 y 3 en las paredes del canal del mismo diámetro en el sentido transversal y varillas del # 3 a 17.5 cms en sentido longitudinal. Como se muestra.



**FIGURA 4.3** Dren de captación.

**B) Rejilla de fierro estructural tipo Irving**

Las rejillas serán de fierro estructural en acabado con una capa de primer anticorrosivo y dos manos de pintura esmalte color negro mate a base de ángulo de 1 1/2" x 1 1/2" x 3/16" en dren de aceite acabado igual al de las rejillas (con primer anticorrosivo y pintura esmalte negro mate). Como se muestra en la figura siguiente.



**FIGURA 4.4** Rejilla de fierro estructural.

---

De acuerdo al siguiente procedimiento:

El ángulo del marco se colocara ahogado en el concreto del dren de tal manera que quede empotrado y a nivel del piso de derrame, así como al nivel del piso de la plataforma, sobre el cual se alojara la rejilla, el marco será a base de ángulos de 1 3/4" x 1/4" y se suministrara junto con la rejilla, el acabado del marco será primer anticorrosivo y dos manos de pintura esmalte color negro mate.

### **C) Registro para captación de aceite**

Para cada transformador, se debe considerar un registro de captación de aceite proveniente del dren el cual retirara el volumen de aceite del transformador y el volumen de agua en caso de incendio. Como se muestra en la figura siguiente. Este será de concreto armado  $f'c=200 \text{ kg/cm}^2$ , armado con varillas del # 3 en ambos sentidos. El registro será de 50 x 50 cms con una profundidad de 45 cms en los lados del dren y de 50 cms en los exteriores, incluye la salida con codo de 90° de concreto simple (tipo albañal) de 10" de diámetro, conexión a ducto y emboquillado con cemento pulido. Se inc. Plantilla de concreto  $f'c = 100 \text{ kgs/cm}^2$  de 5 cms. De espesor.



**FIGURA 4.5** Registro para captación de aceite.

---

#### 4.5.2. Puesta a tierra de tableros eléctricos.

##### **Mejora a sistema de tierra con Varillas cooperweld y zapatas mecánicas en sistema de tierra.**

Se refiere a la colocación de varillas de cobre en la red de tierras, dentro de registros destinados para este elemento y fuera de ellos.

La actividad comprenderá la instalación de varilla tipo ACE hincada a plomo de 16 x 3000 mm en el terreno, indicado en el plano referido al sistema de tierras, para la conexión con el cable de cobre desnudo de 4 awg (la varilla deberá hincarse a plomo).



**FIGURA 4.2** Conexión de la varilla cooperweld al cable de cobre.

##### **Preparación y conexión de estructura a la red de tierras con soldadura cadweld.**

Esta actividad consiste en la conexión de la estructura de acero a la red de tierras, por medio de conexión soldable tipo cadweld al cable de cobre que debe estar previsto para dicha conexión.

---

### 4.5.3. INSTALACIÓN DE EXTINTORES CONTRA INCENDIO

#### A) Equipo extintor

En la subestación se instalarán equipos de extintor y gabinete, los extintores utilizados son los siguientes.

- Equipo extintor móvil
- Equipo extintor portátil

#### B) Equipo extintor móvil de PQS ABC de 70 kgs.

El extintor móvil es aquel que se diseña para ser transportado sobre ruedas como se muestra en la figura siguiente. Y operado manualmente, sin locomoción propia, cuya masa es superior a los 20 kgs. Se colocarán extintores móviles de polvo químico seco ABC de 70 kgs transportables en carretilla. Su ubicación se debe determinar en base a la distancia entre bancos, la accesibilidad y seguridad del área y el menor grado de riesgo al personal.



**FIGURA 4.6** Equipo extintor móvil

---

### **Equipo extintor portátil de PQS ABC de 9 KGS.**

El extintor portátil es aquel que está diseñado para ser transportado y operado manualmente. Tiene una masa que no excede los 20 KGS. Se colocaran extintores portátiles de polvo químico seco ABC de 9 KGS, se deben instalar extintores ubicados junto a la puerta de entrada un extintor portátil de polvo químico seco de 9 KGS, este debe estar a una altura de 1.50 mts y libre de cualquier obstáculo que impida su libre acceso. Como se muestra en la figura siguiente.



**FIGURA 4.7** Extintor portátil.

### **C) Gabinete para extintores**

Colocación de un gabinete portaextintor rectangular de 0.90 x 1.40 x 1.10 m de profundidad fabricado en lamina negra lisa calibre 20 (fondo y laterales), ángulos de 2"x2"x3/16", refuerzos de barrote de 1/4" (tensores interiores), lamina acanalada galvanizada cal. 20 para la cubierta; el cual alojara extinguidores tipo carretilla (equipo extintor móvil de PQS ABC de 70 kgs) acabado en color primer rojo a dos



---

manos, incluye: soldadura de arco frío sumergido de 60 a 5 cm, fijación al piso mediante tornillos y taquete de expansión 5/16" x 1 1/2" .

#### **4.5.4. SEÑALIZACIONES**

##### **Instalación de letreros preventivos en subestaciones eléctricas.**

Colocación y fijación por medio de taquetes, pijas o soldadura de los letreros preventivos para seguridad del personal en la subestación y dentro de la caseta de control.

##### **4.5.5. Instalación de ITM de 400 A 3 polos, 30 KA, y conductor 2x250 Kcmil**

Recalibración de los alimentadores principales de la subestación de 300 KVA, que ajustan a 250 Kcmil según los cálculos efectuados anteriormente, de acuerdo a la NOM 001 SEDE 2005, esto para evitar que la corriente de operación del transformador dañe los elementos mencionados, así mismo el correcto dimensionamiento de el ITM principal, que debe ajustarse a 400 A, no solo para protección de la subestación, sino también para la protección del cable alimentador.

#### **4.6 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

En el análisis de costos nos involucramos en el proceso de la elaboración de las denominadas tarjetas de precios unitarios, en las cuales se contemplan todos los costos que se generan en la producción de un concepto unitario aplicable a la mejora de la subestación eléctrica industrial.

A continuación se presenta en tablas la descripción del concepto, el material requerido, el personal involucrado, los auxiliares y la herramienta utilizada, todo esto en conjunto conforma un precio unitario que es la base para hacer un presupuesto.

Descripción		Unidad:	Pza.		
Suministro e instalación de malla de tierra con varilla Copperweld y cable de cobre cal. 4 desnudo en red de tierras tipo ACE hincada a plomo sin registro 16 mmØ, 3m de longitud		Cantidad:	1	Precio unitario:	\$14,521.79
		Total:			\$14,521.79
MATERIAL REQUERIDO		Unidad		Costo Unitario	Total
Cable cobre Calibre 4 desnudo		m	100	\$ 112.00	\$ 11,200.00
Varilla Copperweld 16 mmØ, 3m		Pza	5	\$ 150.00	\$ 750.00
Total material					\$ 11,950.00
PESONAL REQUERIDO					
Ayudante de electricista		jornal	1	\$ 223.37	\$8.93
	Rendimiento		25	Total	\$8.93
Oficial electricista		jornal	1	\$ 275.96	\$11.04
	Rendimiento		25	Total	\$11.04
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$14.58
	Rendimiento		25	Total	\$14.58
Total Mano de Obra					\$34.55
HERRAMIENTA					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$34.55	\$1.04
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$34.55	\$1.04
Total herramienta					\$2.07
		Costo directo:			\$11,986.62
		Indirectos de campo:		14%	\$1,678.13
				Subtotal:	\$13,664.75
		Financiamiento:		0.04%	\$47.95
				Subtotal:	\$13,712.70
		Utilidad:		6%	\$719.20
				Subtotal:	\$14,431.89
		Cargos adicionales:		0.75%	\$ 89.90
				Precio Unitario:	\$14,521.79

\*\*CATORCE MIL QUINIENTOS VEINTIUN PESOS 79/100 M.N.\*\*

<b>Descripción</b>		Unidad:	Pza.		
Conexión mecánica o soldable en soportería y tableros a red de tierras		Cantidad:	5		
		Precio unitario:	\$221.01		
		Total:	\$1,105.05		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>		<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Carga Cadwell		Pza	1	\$ 78.00	\$ 78.00
Molde Cadwell		Pza	0.03	\$ 1,615.00	\$ 48.45
Accesorios para soldadura Cadwell		Jgo	0.03	\$ 1,235.00	\$ 37.05
Total de materiales					\$ 163.50
<b>PERSONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante especializado		jornal	1	\$ 223.37	\$7.44
	Rendimiento		30.003	Total	\$7.44
Oficial especializado		jornal	1	\$ 275.96	\$9.20
	Rendimiento		30.003	Total	\$9.20
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$1.21
	Rendimiento		300.3003	Total	\$1.21
Total Mano de Obra					\$17.86
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$17.86	\$0.54
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$17.86	\$0.54
Total herramienta					\$1.07
				Costo directo:	\$182.43
				Indirectos de campo:	14%
					\$25.54
				Subtotal:	\$207.97
				Financiamiento:	0.04%
					\$0.73
				Subtotal:	\$208.70
				Utilidad:	6%
					\$10.95
				Subtotal:	\$219.64
				Cargos adicionales:	0.75%
					\$1.37
				Precio Unitario:	\$221.01

\*\*DOSCIENTOS VEITIUN PESOS 01/100 M.N.\*\*

Descripción		Unidad:	ML		
Tendido de electroducto pad de 25mm (1 pulgada) de diámetro, incluye excavación concreto, materiales y todo lo necesario para la realización del concepto.		Cantidad:	40		
		Precio unitario:	\$63.75		
		Total:	\$2,550.01		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>		<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Poliducto pad 1/2"		Pza	1	\$ 18.95	\$ 18.95
Total material					\$ 18.95
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante de albañil		jornal	1	\$ 223.37	\$4.47
	Rendimiento		50	Total	\$4.47
Oficial albañil		jornal	1	\$ 275.96	\$5.52
	Rendimiento		50	Total	\$5.52
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$0.73
	Rendimiento		500	Total	\$0.73
Total Mano de Obra					\$10.72
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$10.72	\$0.32
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$10.72	\$0.32
Total herramienta					\$0.64
<b>AUXILIARES</b>					
Concreto hecho en obra, resistencia normal agregado máximo 3/4		m3	0.02	\$ 702.08	\$ 14.04
Excavación manual en superficie dura		m3	0.06	\$ 108.77	\$ 6.53
Relleno y compactado manual con material producto de la excavación		m3	0.04	\$ 27.36	\$ 1.09
Acarreo horizontal de material producto de la excavación		m3	0.04	\$ 16.26	\$ 0.65
Total de auxiliares					\$ 22.31
Costo directo:					\$52.62
Indirectos de campo:				14%	\$7.37
				Subtotal:	\$59.99
Financiamiento:				0.04%	\$0.21
				Subtotal:	\$60.20
Utilidad:				6%	\$3.16
				Subtotal:	\$63.36
Cargos adicionales:				0.75%	\$ 0.39
				Precio Unitario:	\$63.75

\*\*SESENTA Y TRES PESOS 75/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza.			
Registro para captación captación de aceite 50 x 50 x .75 a base de concreto armado de Fc=200 KG/CM2 de 10 cm de espesor, armado con varillas #3, 20 cms 3n ambos sentidos, icluye rejilla	Cantidad:	1			
	Precio unitario:	\$1,772.74			
	Total:	\$1,772.74			
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
Rejilla Irving	M2	0.25	\$ 1,215.33	\$ 303.83	
Maya electrosoldada tecnomalla	M2	2.16	\$ 15.30	\$ 33.05	
Prueba de laboratorio	Prueb	1	\$ 250.00	\$ 250.00	
Total de Materiales				\$ 586.88	
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante de albañil	jornal	1	\$ 188.40	\$188.40	
	Rendimiento	1	Total	\$188.40	
Oficial albañil	jornal	1	\$ 275.96	\$27.60	
	Rendimiento	10	Total	\$27.60	
Cabo de obra civil	jornal	1	\$ 364.42	\$364.42	
	Rendimiento	1	Total	\$364.42	
Total Mano de Obra				\$580.42	
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor	%mo	0.03	\$580.42	\$17.41	
Equipo de seguridad personal	%mo	0.03	\$580.42	\$17.41	
Total herramienta				\$34.82	
<b>AUXILIARES</b>					
Excavación manual en superficie dura	m3	0.216	\$ 108.77	\$ 23.49	
Relleno y compactado manual con material producto de la excavación	m3	0.015	\$ 27.36	\$ 0.41	
Mortero cemento - arena 1:3	m3	0.125	\$ 949.74	\$ 118.72	
Cimbra acabado aparente	m2	1	\$ 95.33	\$ 95.33	
Concreto hecho en obra, resistencia normal agregado máximo 3/4 FG= 200 Kg/cm2	m3	0.025	\$ 927.48	\$ 23.19	
Total de auxiliares				\$ 261.14	
	Costo directo:			\$1,463.26	
	Indirectos de campo:	14%		\$204.86	
			Subtotal:	\$1,668.12	
	Financiamiento:	0.04%		\$5.85	
			Subtotal:	\$1,673.97	
	Utilidad:	6%		\$87.80	
			Subtotal:	\$1,761.77	
	Cargos adicionales:	0.75%		\$ 10.97	
			Precio Unitario:	\$1,772.74	

\*\*UN MIL SETECIENTOS SETENTA Y DOS PESOS 74/100 M.N.\*\*

Descripción		Unidad:	Pza.		
Dren de captación de aceite de 40 cms de ancho, con altura variable de 20 a 40 cms dependiendo de la pendiente del mismo, de concreto armado de 10 cm de espesor Fc=150Kg/cm2, incluye materiales herramientas excavaciones juntas constructivas		Cantidad:	9	Precio unitario:	\$961.60
		Total:	\$8,654.43		
MATERIAL REQUERIDO		Unidad		Costo Unitario	Total
Prueba de laboratorio		Prueb	1	\$ 250.00	\$ 250.00
Total de Materiales					\$ 250.00
PESONAL REQUERIDO					
Ayudante de albañil		jornal	1	\$ 188.40	\$12.57
		Rendimiento	14.99	Total	\$12.57
Oficial albañil		jornal	1	\$ 275.96	\$18.41
		Rendimiento	14.99	Total	\$18.41
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$2.43
		Rendimiento	149.925	Total	\$2.43
Total Mano de Obra					\$33.41
HERRAMIENTA					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$33.41	\$1.00
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$33.41	\$1.00
Total herramienta					\$2.00
AUXILIARES					
Concreto hecho en obra, resistencia normal agregado máximo 3/4 FG= 150 Kg/cm2		m3	0.1	\$ 813.53	\$ 81.35
Excavación manual en superficie dura		m3	0.15	\$ 108.77	\$ 16.32
Cimbra acabado aparente		m2	0.1	\$ 95.33	\$ 9.53
Habilitado y armado de acero de refuerzo		Ton	0.035	\$ 11,460.42	\$ 401.11
Total de auxiliares					\$ 508.32
		Costo directo:			\$793.73
		Indirectos de campo:	14%		\$111.12
			Subtotal:		\$904.85
		Financiamiento:	0.04%		\$3.17
			Subtotal:		\$908.03
		Utilidad:	6%		\$47.62
			Subtotal:		\$955.65
		Cargos adicionales:	0.75%		\$ 5.95
			Precio Unitario:		\$961.60

\*\*NOVECIENTOS SESENTA Y UN PESOS 60/100 M.N.\*\*

Descripción		Unidad:	M2		
Limpieza gruesa y final de obra en la subestación		Cantidad:	12		
		Precio unitario:	\$24.48		
		Total:	\$293.70		
MATERIAL REQUERIDO		Unidad		Costo Unitario	Total
Jabón		Prueb	0.02	\$ 12.00	\$ 0.24
Ácido muriático		Lt	0.02	\$ 4.00	\$ 0.08
Material miscelaneo (estopa, lija, etc.)		Lote	0.02	\$ 435.00	\$ 8.70
Agua		M3	0.03	\$ 22.00	\$ 0.66
Total de materiales					\$ 9.68
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante general		jornal	1	\$ 188.40	\$0.75
	Rendimiento		250	Total	\$0.75
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$0.15
	Rendimiento		2500	Total	\$0.15
Total Mano de Obra					\$0.90
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$0.90	\$0.03
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$0.90	\$0.03
Total herramienta					\$0.05
<b>EQUIPO</b>					
Camioneta Pick-Up Nissan 4 cilindros motor a Gasolina		Hora	1	\$ 239.23	\$9.57
	Rendimiento		25		
Total de auxiliares					\$ 9.57
				Costo directo:	\$20.20
				Indirectos de campo:	14% \$2.83
				Subtotal:	\$23.03
				Financiamiento:	0.04% \$0.08
				Subtotal:	\$23.11
				Utilidad:	6% \$1.21
				Subtotal:	\$24.32
				Cargos adicionales:	0.75% \$ 0.15
				Precio Unitario:	\$24.48

\*\*VEINTICUATRO PESOS 48/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza			
	Cantidad:	2			
Suministro e instalación de extintor Tipo PQS, incluye soportería y herramientas para su instalación	Precio unitario:	\$1,177.42			
	Total:	\$2,354.83			
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
Soporte para extintor	Pza	1	\$ 230.00	\$ 230.00	
Extintor tipo PQS	Pza	1	\$ 450.00	\$ 450.00	
Ferretería (taquetes, pijas)	lote	0.25	\$ 150.00	\$ 37.50	
Total de materiales				\$ 717.50	
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante general	jornal	1	\$ 188.40	\$94.20	
	Rendimiento	2	Total	\$94.20	
Cabo de obra civil	jornal	1	\$ 364.42	\$145.77	
	Rendimiento	2.5	Total	\$145.77	
Total Mano de Obra				\$239.97	
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor	%mo	0.03	\$239.97	\$7.20	
Equipo de seguridad personal	%mo	0.03	\$239.97	\$7.20	
Total herramienta				\$14.40	
	Costo directo:			\$971.87	
	Indirectos de campo:	14%		\$136.06	
			Subtotal:	\$1,107.93	
	Financiamiento:	0.04%		\$3.89	
			Subtotal:	\$1,111.81	
	Utilidad:	6%		\$58.31	
			Subtotal:	\$1,170.13	
	Cargos adicionales:	0.75%		\$ 7.29	
			Precio Unitario:	\$1,177.42	

\*\*UN MIL CIENTO SETENTA Y SIETE 42/100 M.N.\*\*



Descripción		Unidad:	Pza		
Suministro e instalación de señalizaciones		Cantidad:	10		
		Precio unitario:	\$405.08		
		Total:	\$4,050.85		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>		<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Señalizaciones		Pza	1	\$ 55.00	\$ 55.00
Ferretería(tornillos, tuercas, arandelas)		Lote	0.25	\$ 100.00	\$ 25.00
Total de materiales					\$ 80.00
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante general		jornal	1	\$ 188.40	\$94.20
	Rendimiento		2	Total	\$94.20
Cabo de obra civil		jornal	1	\$ 364.42	\$145.77
	Rendimiento		2.5	Total	\$145.77
Total Mano de Obra					\$239.97
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$239.97	\$7.20
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$239.97	\$7.20
Total herramienta					\$14.40
Costo directo:					\$334.37
Indirectos de campo:				14%	\$46.81
				Subtotal:	\$381.18
Financiamiento:				0.04%	\$1.34
				Subtotal:	\$382.51
Utilidad:				6%	\$20.06
				Subtotal:	\$402.58
Cargos adicionales:				0.75%	\$ 2.51
				Precio Unitario:	\$405.08

\*\*CUATROCIENTOS CINCO PESOS 08/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza			
Pintura de transformador 300 KVA'S incluye su rotulado	Cantidad:	1			
	Precio unitario:	\$8,227.15			
	Total:	\$8,227.15			
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
Pintura epóxica altos altos sólidos marca AMERCOAT	Lt	8	\$ 108.00	\$ 864.00	
Material miscelaneo (estopa, lija)	Lote	1	\$ 485.00	\$ 485.00	
Thiner	Lt	4	\$ 12.00	\$ 48.00	
Primario epóxico marca AMERCOAT	Lt	8	\$ 102.00	\$ 816.00	
Total de materiales				\$ 2,213.00	
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante especializado	jornal	1	\$ 223.37	\$1,116.85	
	Rendimiento	0.2	Total	\$1,116.85	
Cabo de obra electromecánica	jornal	1	\$ 364.42	\$1,822.10	
	Rendimiento	0.2	Total	\$1,822.10	
Oficial especializado	jornal	1	\$ 275.96	\$1,379.80	
	Rendimiento	0.2	Total	\$1,379.80	
Total Mano de Obra				\$4,318.75	
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor	%mo	0.03	\$4,318.75	\$129.56	
Equipo de seguridad personal	%mo	0.03	\$4,318.75	\$129.56	
Total herramienta				\$259.13	
	Costo directo:			\$6,790.88	
	Indirectos de campo:	14%		\$950.72	
			Subtotal:	\$7,741.60	
	Financiamiento:	0.04%		\$27.16	
			Subtotal:	\$7,768.76	
	Utilidad:	6%		\$407.45	
			Subtotal:	\$8,176.21	
	Cargos adicionales:	0.75%		\$ 50.93	
			Precio Unitario:	\$8,227.15	

\*\*OCHOCIENTOS DOSCIENTOS VEINTISIETE PESOS 15/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza			
Suministro y colocación de caseta para extinguidores, elaborada con lamina cal 20, la cual alojará el extintor tipo carretilla	Cantidad:	1			
	Precio unitario:	\$2,120.54			
	Total:	\$2,120.54			
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>	
caseta para extinguidores, elaborada con lamina cal 20, la cual alojará el extintor tipo carretilla	Pza	1	\$ 965.00	\$ 965.00	
Total de materiales				\$ 965.00	
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante general	jornal	1	\$ 153.44	\$306.88	
	Rendimiento	0.5	Total	\$306.88	
Total Mano de Obra				\$306.88	
<b>EQUIPO</b>					
Camioneta Pick-Up Nissan motor a gasolina	Hora	1	\$239.23	\$478.46	
	Rendimiento	0.5	Total	\$478.46	
Total herramienta				\$478.46	
	Costo directo:			\$1,750.34	
	Indirectos de campo:		14%	\$245.05	
			Subtotal:	\$1,995.39	
	Financiamiento:		0.04%	\$7.00	
			Subtotal:	\$2,002.39	
	Utilidad:		6%	\$105.02	
			Subtotal:	\$2,107.41	
	Cargos adicionales:		0.75%	\$ 13.13	
**DOS MIL CIENTO VEINTE PESOS 54/100 M.N.**			Precio Unitario:	\$2,120.54	

Descripción		Unidad:	Pza		
Suministro e instalación de extintor PQS movil tipo carretilla, de 70 Kg		Cantidad:	1		
		Precio unitario:	\$4,359.65		
		Total:	\$4,359.65		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>		<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Extintor tipo PQS carretilla móvil		Pza	1	\$ 3,278.00	\$ 3,278.00
Total de materiales					\$ 3,278.00
<b>PESONAL REQUERIDO</b>					
Ayudante general		jornal	1	\$ 153.44	\$76.72
	Rendimiento		2	Total	\$76.72
Total Mano de Obra					\$76.72
<b>HERRAMIENTA</b>					
Herramienta menor		%mo	0.03	\$76.72	\$2.30
Equipo de seguridad personal		%mo	0.03	\$76.72	\$2.30
Total herramienta					\$4.60
<b>EQUIPO</b>					
Camioneta Pick-Up Nissan motor a gasolina		Hora	1	239.23	\$239.23
	Rendimiento		1	Total	\$239.23
Total mano de obra					\$239.23
				Costo directo:	\$3,598.55
				Indirectos de campo:	14%
				Subtotal:	\$503.80
				Financiamiento:	0.04%
				Subtotal:	\$14.39
				Utilidad:	6%
				Subtotal:	\$215.91
				Cargos adicionales:	0.75%
					\$ 26.99
				Precio Unitario:	\$4,359.65

\*\*CUATRO MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y NUEVE PESOS 65/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza		
Suministro e instalación de interruptor termomagnético caja moldeada de 400A 300KVA's	Cantidad:	1		
	Precio unitario:	\$16,248.12		
	Total:	\$16,248.12		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Interruptor termomagnético caja moldeada de 400A 300KVA's	Pza	1	\$ 13,398.00	\$ 13,398.00
Total de materiales				\$ 13,398.00
<b>PESONAL REQUERIDO</b>				
Cabo de obra electromecánica	jornal	1	\$ 364.42	\$7.29
	Rendimiento	50	Total	\$7.29
Oficial especializado	jornal	1	\$ 275.96	\$5.52
	Rendimiento	50	Total	\$5.52
Total Mano de Obra				\$12.81
<b>HERRAMIENTA</b>				
Herramienta menor	%mo	0.03	\$12.81	\$0.38
Equipo de seguridad personal	%mo	0.03	\$12.81	\$0.38
Total herramienta				\$0.77
	Costo directo:			\$13,411.58
	Indirectos de campo:	14%		\$1,877.62
			Subtotal:	\$15,289.20
	Financiamiento:	0.04%		\$53.65
			Subtotal:	\$15,342.84
	Utilidad:	6%		\$804.69
			Subtotal:	\$16,147.54
	Cargos adicionales:	0.75%		\$ 100.59
			Precio Unitario:	\$16,248.12

\*\*DIECISEIS MIL DOSCIENTOS CUARENTA Y OCHO PESOS 12/100 M.N.\*\*

Descripción	Unidad:	Pza		
Suministro cableado utilizando cobre 250 KCM	Cantidad:	70		
	Precio unitario:	\$413.17		
	Total:	\$28,922.19		
<b>MATERIAL REQUERIDO</b>	<b>Unidad</b>		<b>Costo Unitario</b>	<b>Total</b>
Cable cobre 250 KCM marca CONDUMEX	ML	1	\$ 177.00	\$ 177.00
Zapatas 250 KCM	Pza	2	\$ 79.00	\$ 158.00
Total de materiales				\$ 335.00
<b>PESONAL REQUERIDO</b>				
Cabo de obra electromecánica	jornal	1	\$ 364.42	\$0.18
	Rendimiento	2000	Total	\$0.18
Ayudante electricista	jornal	200	\$ 275.96	\$5.52
	Rendimiento	50	Total	\$5.52
Oficial electricista	jornal	1	\$ 364.42	\$1.82
	Rendimiento	200	Total	\$1.82
Total Mano de Obra				\$5.70
<b>HERRAMIENTA</b>				
Herramienta menor	%mo	0.03	\$5.70	\$0.17
Equipo de seguridad personal	%mo	0.03	\$5.70	\$0.17
Total herramienta				\$0.34
	Costo directo:			\$341.04
	Indirectos de campo:	14%		\$47.75
			Subtotal:	\$388.79
	Financiamiento:	0.04%		\$1.36
			Subtotal:	\$390.15
	Utilidad:	6%		\$20.46
			Subtotal:	\$410.62
	Cargos adicionales:	0.75%	\$	2.56
			Precio Unitario:	\$413.17

\*\*CUATROCIENTOS CINCO PESOS 08/100 M.N.\*\*

#### 4.7 ELABORACIÓN DEL PRESUPUESTO

Una vez determinados los montos individuales de los conceptos propuestos para realizar la mejora solo resta reunirlos en un formato donde se muestren la cantidad de conceptos a ejecutar, así como los montos unitarios y el importe a pagar por la ejecución de la obra.

CONCEPTOS	CANT.	P.U.	P.U.M.O.	IMPORTE TOTAL
Suministro e instalación de malla de tierra con varilla Copperweld y cable de cobre cal. 4 desnudo en red de tierras tipo ACE hincada a plomo sin registro 16 mmØ, 3m de longitud	1	\$ 14,521.79	\$ 1,452.18	\$ 15,973.97
Conexión mecánica o soldable en soportería y tableros a red de tierras	5	\$ 221.01	\$ 22.10	\$ 1,215.56
Tendido de electroducto pad de 25mm (1 pulgada) de diámetro, incluye excavación concreto, materiales y todo lo necesario para la realización del concepto.	40	\$ 63.75	\$ 6.38	\$ 2,805.01
Registro para captación de aceite 50 x 50 x .75 a base de concreto armado de Fc=200 KG/CM2 de 10 cm de espesor, armado con varillas #3, 20 cms 3n ambos sentidos, incluye rejilla	1	\$ 1,772.74	\$ 177.27	\$ 1,950.01
Dren de captación de aceite de 40 cms de ancho, con altura variable de 20 a 40 cms dependiendo de la pendiente del mismo, de concreto armado de 10 cm de espesor Fc=150Kg/cm2, incluye materiales herramientas excavaciones juntas constructivas	9	\$ 961.60	\$ 96.16	\$ 9,519.87
Limpieza gruesa y final de obra en la subestación	12	\$ 24.48	\$ 2.45	\$ 323.07
Suministro e instalación de extintor Tipo PQS, incluye soportería y herramientas para su instalación	2	\$ 1,177.42	\$ 117.74	\$ 2,590.31
Suministro e instalación de señalizaciones	10	\$ 405.08	\$ 40.51	\$ 4,455.93
Pintura de transformador 300 KVA'S incluye su rotulado	1	\$ 8,227.15	\$ 822.71	\$ 9,049.86
Suministro y colocación de caseta para extinguidores, elaborada con lamina cal 20, la cual alojará el extintor tipo carretilla	1	\$ 2,120.54	\$ 212.05	\$ 2,332.59
Suministro e instalación de extintor PQS movil tipo carretilla, de 70 Kg	1	\$ 4,359.65	\$ 435.96	\$ 4,795.61
Suministro e instalación de interruptor termomagnético caja moldeada de 400A 300KVA's	1	\$ 16,248.12	\$ 1,624.81	\$ 17,872.94
Suministro cableado utilizando cobre 250 KCM	70	\$ 413.17	\$ 41.32	\$ 31,814.41
<b>TOTAL</b>				<b>\$ 104,699.16</b>

---

#### **4.8 PRESENTACIÓN DEL PROYECTO**

Es la culminación del proyecto, la cual consiste en el simple hecho de presentarse en el lugar y fecha pactados para hacer entrega física de la propuesta de las mejoras a realizar al representante de la empresa, esperando que éste de el visto bueno para proceder a la implementación de las mismas.

#### **4.9 CONCLUSIONES DE LA EJECUCIÓN y CONTROL DEL PROYECTO**

La ejecución de las actividades establecidas en la planeación resultaron llevarse a cabo de acuerdo a los tiempos establecidos teniendo como beneficio, la garantía de haber realizado el análisis de la manera más objetiva que traerá como consecuencia lógica la presentación de la mejor de las propuestas posibles, con lo cual queda establecido que la planeación y la ejecución fueron las mas apropiadas.



---

## **CAPÍTULO 5 EVALUACIÓN DE RESULTADOS**

### **5.1 DETERMINACIÓN DE COSTOS**

Costo es la medida y la valorización del consumo realizado o previsto en la aplicación racional de los factores para la obtención de un producto, trabajo o servicio. Los costos de producción están compuestos por los siguientes elementos: materias primas, materiales indirectos, mano de obra directa, mano de obra indirecta, costos de insumos, costos de mantenimiento y por último cargos por depreciación y amortización.

#### **5.1.1 INVERSIÓN INICIAL**

La inversión inicial está dada por la valorización de la adquisición de los activos fijos de la empresa y diferidos necesarios para la puesta en operación de nuestro establecimiento, esto excluye los costos de capital de trabajo.

#### **5.1.2 ANALISIS DE FLUJOS NETOS DE EFECTIVO**

Los flujos netos son derivados de los cambios que surjan en la situación financiera, determinan la rentabilidad de un proyecto. En el flujo de efectivo se deben considerar las tablas de amortización de activos intangibles, del mismo modo las depreciaciones de lo demás que se tiene invertido, para así conformar el estado de resultados y deducir las mismas de los valores de cada activo en balance, esto con el objetivo de reflejar en cada periodo el valor neto de dichos activos.

Cabe señalar que las depreciaciones y amortizaciones de la inversión aunque son consideradas como ingresos o entrada de recursos, en realidad son costos virtuales en el estado de resultados y aunque no generan egresos, constituyen un fondo de reposición de los activos fijos, en un tiempo tal, que es precisamente el horizonte de tiempo contra el cual se mide la inversión.

### 5.1.3 FLUJO DE CAJA

FLUJO DE CAJA						
Año	0	1	2	3	4	5
PROYECTO						
Ingresos						
Ventas	\$ 262,500.00	\$ 397,038.80	\$ 473,216.20	\$ 441,460.40	\$ 481,001.60	\$ 472,037.60
Otros ingresos por venta de activos						
Total de ingresos		\$ 397,038.80	\$ 473,216.20	\$ 441,460.40	\$ 481,001.60	\$ 472,037.60
Menos						
Costos						
Fijos	\$ 232,500.00					
Variables	\$ 30,000.00					
Directos		\$30,000.00	\$33,600.00	\$37,632.00	\$36,000.00	\$32,000.00
Indirectos		\$27,500.00	\$28,500.00	\$42,500.00	\$26,000.00	\$28,500.00
Gastos financieros						
Depreciación		\$ 11,500.00	\$ 12,420.00	\$ 16,026.40	\$ 12,400.00	\$ 12,100.00
Igual	\$ 262,500.00	\$ 69,000.00	\$ 74,520.00	\$ 96,158.40	\$ 74,400.00	\$ 72,600.00
Utilidad antes de impuestos	-\$ 262,500.00	\$328,038.80	\$398,696.20	\$345,302.00	\$406,601.60	\$399,437.60
Menos						
ISR 30%	\$ 78,750.00	\$55,766.60	\$67,778.35	\$58,701.34	\$69,122.27	\$67,904.39
Utilidad después de impuestos	\$ 183,750.00	\$272,272.20	\$330,917.85	\$286,600.66	\$337,479.33	\$331,533.21
Más						
Depreciaciones						
Igual	\$ 183,750.00	\$ 272,272.20	\$ 330,917.85	\$ 286,600.66	\$ 337,479.33	\$ 331,533.21

---

## 5.2 VALOR ACTUAL NETO

Es conocido como el VAN es un indicador financiero que mide los flujos de los futuros ingresos y egresos que tendrá un proyecto, para determinar si luego de descontar la inversión inicial, nos quedaría una ganancia. Si el resultado positivo, el proyecto cuenta con viabilidad.

$$Vp = \frac{P}{(1 + i)^n}$$

Donde:

**Vp:** Valor presente de un pago que está en el periodo “n”

**P:** Pago en el momento “n”

**i:** Tasa de intereses

**n:** periodo en el que se encuentran el pago o a renta

En la siguiente tabla se muestra los flujos de efectivo proyectado a 5 años

No.	Año	Flujo Efectivo (p)
0	0	-\$ 262,500.00
1	1	\$ 272,272.20
2	2	\$ 330,917.85
3	3	\$ 286,600.66
4	4	\$ 337,479.33
5	5	\$ 331,533.21

**Tabla 5.2 FLUJO DE CAJA**

---

La tasa de interés que se considerará es del 4% según la información proporcionada en el portal del Banco de México.

Ahora con toda la información requerida hacemos la sustitución de datos en la fórmula para calcular los valores correspondientes a cada año.

Por lo tanto tenemos que:

$$\text{Para el año 1: } Vp = \frac{272272.2}{(1+.04)^1} = \$ 261,800.19$$

$$\text{Para el año 2: } Vp = \frac{330917.85}{(1+.04)^2} = \$ 305952.14$$

$$\text{Para el año 3: } Vp = \frac{286600.66}{(1+.04)^3} = \$ 254,786.94$$

$$\text{Para el año 4: } Vp = \frac{337479.33}{(1+.04)^4} = \$ 288,478.74$$

$$\text{Para el año 5: } Vp = \frac{331533.21}{(1+.04)^5} = \$ 272,496.13$$

Ahora bien para calcular el VAN (Valor Actual Neto) hacemos la sumatoria de los parciales anuales:

$$\sum total = \$ 1,383,514.14$$

Con esta información procedemos a calcular el Valor Presente Neto (VPN)

---

VPN= Valor Actual Neto – Inversión inicial

$$\text{\$ } 1,383,514.14 - \text{\$ } 262,500.00 = \text{\$ } 1,121,014.14$$

**Por lo tanto VPN = \\$1,121,014.14**

La diferencia de la operación resulta positiva por lo tanto se determina que nuestro negocio es rentable.

### **5.2.1 TASA INTERNA DE RENDIMIENTO (TIR).**

La TIR es la tasa de descuento (TD) de un proyecto de inversión que permite que el Beneficio Neto de Actualización (BNA) sea igual a la inversión. La TIR es la máxima tasa de descuento que puede tener un proyecto para que sea rentable, pues una mayor tasa ocasionaría que el BNA sea menor que la inversión.

Para realizar los cálculos tenemos los siguientes datos:

No.	Año	Flujo Efectivo (p)
0	0	-\$ 262,500.00
1	1	\$ 272,272.20
2	2	\$ 330,917.85
3	3	\$ 286,600.66
4	4	\$ 337,479.33
5	5	\$ 331,533.21

**TABLA 5.3 DATOS DEL FLUJO DE CAJA**

Tasa Interna de Retorno= 87%

---

## 5.2.2 PERIODO DE RECUPERACIÓN (PAY BACK)

Se utiliza para conocer el número de periodos en que se recuperará la inversión por medio de la facturación, realización de cobros o la generación de utilidades.

La siguiente fórmula nos ayudará a obtener el periodo de recuperación

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{\text{Inversión total}}{\text{Utilidad promedio anual}}$$

Tomamos los siguientes datos:

No.	Año	Flujo Efectivo (p)
0	0	-\$ 262,500.00
1	1	\$ 272,272.20
2	2	\$ 330,917.85
3	3	\$ 286,600.66
4	4	\$ 337,479.33
5	5	\$ 331,533.21

**TABLA 5.4 DATOS PARA EL CÁLCULO**

La media del total de flujo es:

$$\text{Media} = \$ 276,702.82$$

Ahora sustituimos los datos en la fórmula y tenemos que:

$$\text{Periodo de recuperación} = \frac{262500}{276702.82} = 0.94$$

Ahora para determinar tiempo en el que se recuperará la inversión nos apoyamos de una regla de tres de donde:

365 días = 1

Periodo de recuperación = 0.94

Por lo tanto la inversión se recuperará en 343 días.

### 5.2.3 RELACIÓN COSTO BENEFICIO (RBC)

Se obtiene dividiendo la suma de beneficios descontados entre la suma de costos descontados del proyecto.

Por lo tanto la fórmula queda de la siguiente manera:

$$RBC = \frac{\text{Beneficios descontados}}{\text{Costos descontados}}$$

Los datos son los siguientes

<b>Ingresos</b>	\$ 262,500.00	\$397,038.80	\$ 473,216.20	\$ 441,460.40	\$ 481,001.60	\$ 472,037.60
<b>Costos</b>	\$ 262,500.00	\$ 69,000.00	\$ 74,520.00	\$ 96,158.40	\$ 74,400.00	\$72,600.00
<b>Utilidad</b>	\$ 183,750.00	\$272,272.20	\$ 330,917.85	\$ 286,600.66	\$ 337,479.33	\$331,533.21

**TABLA 5.5** Datos De La Relación Costo Beneficio

Ahora la sumatoria tanto de los ingresos como la de los costos se dividen para encontrar el punto de equilibrio

Ingreso	\$ 2,264,754.46
Costos	\$ 386,878.00

---

De donde se tiene que:  $\frac{2264754.46}{386878} = 5.85$

Lo anterior nos indica que al término de 5 años cubriremos el 5% de costo-beneficio y tenemos un extra del .85% de beneficio.

#### 5.2.4 PUNTO DE EQUILIBRIO

Es el punto donde la empresa no tiene ni ganancias ni pérdidas, es decir existe el balance entre ambos.

Para determinar el valor del punto de equilibrio usaremos la siguiente fórmula:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales}}{1 - \frac{\text{Costos variables totales}}{\text{Volumen total de ventas}}}$$

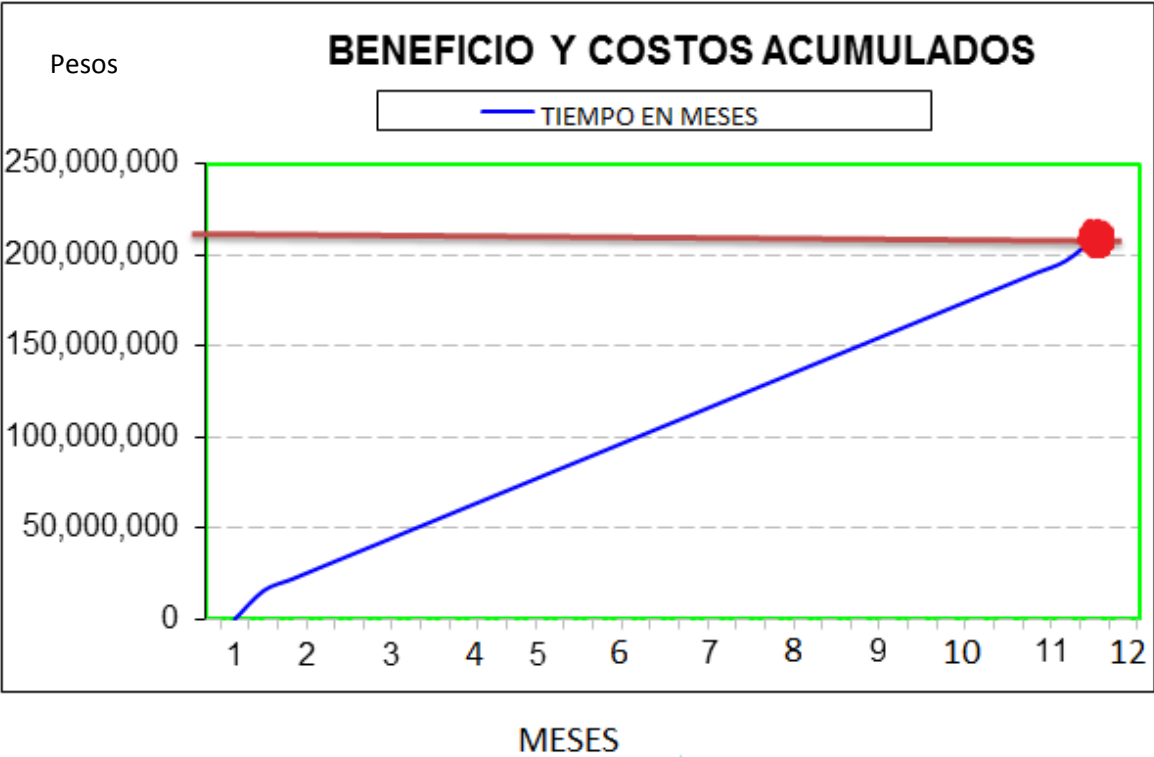
Sustituyendo nuestros datos tenemos que:

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{232500.00}{1 - \frac{30000}{4007307.85}} = \$234, 253.70$$

El resultado que obtenemos nos dice que el punto de equilibrio se habrá encontrado cuando se haya alcanzado \$234, 253.70 en el volumen de ventas.



Grafica punto de Equilibrio.



---

## **CONCLUSIONES.-**

La finalización de este análisis, nos deja con muchos puntos de vista a cerca de lo que representan condiciones inadecuadas dentro de una subestación industrial y la consecuencia que representa para la productividad de la empresa y la integridad de los trabajadores.

Sabemos bien que los empresarios difícilmente se preocupan por la integridad física del trabajador, por ello mismo abordamos el tema desde el punto de vista económico y técnico de modo que la implementación del mismo represente una inversión rentable en el ámbito económico, pero lo más importante que puede salvar vidas.

1. La subestación de tipo industrial son parte muy importante para la producción, por ello se deben operar bajo normas estándares de seguridad con el fin de continuar con su optimo funcionamiento.
2. En el proceso de identificación de riesgos se encontró peligros que son corregibles.
3. Es importante conocer o hacer referencia el nivel de gravedad de cada riesgo con la aplicación del método FINE, con el fin de dar una solución inmediata a aquellos riesgos de mayor peligro.

---

## GLOSARIO

**Abrir:** Es desconectar en forma manual o remota una parte del equipo para impedir el paso de la corriente eléctrica.

**Banco de ductos:** Estructura formada por dos o más ductos inmersos en el concreto.

**Canalización subterránea:** Es la combinación de ductos, bancos de ductos, registros, pozos, bóvedas y cementaciones de transformadores que conforman la obra civil para instalaciones subterráneas.

**Cerrar:** Es el termino que se aplica a equipos de seccionalización, significa la maniobra que ejecuta el operador para efectuar la conexión de un circuito eléctrico a otro.

**Conexión a tierra:** Conexión conductora, intencionada o accidental, entre un circuito o equipo eléctrico y el terreno natural o algún cuerpo conductor que sirva como tal.

**Cuchilla:** Es el dispositivo cuya función consiste en conectar y desconectar un equipo sin carga.

**Cuchilla de operación con carga:** Es el dispositivo equipado con los accesorios necesarios para interrumpir corrientes de carga, cuya función consiste en conectar y desconectar un equipo.

**Cuchilla de puesta a tierra:** Es el dispositivo utilizado para conectar las partes metálicas no conductoras de corriente eléctrica de los equipo, canalizaciones y otras envolventes al conductor del sistema de puesta a

---

tierra, al conductor del electrodo de puesta a tierra o ambos, en los equipos de acometida o en el punto de origen de un sistema.

**Disparo:** Es la apertura automática de un dispositivo por funcionamiento de la protección para desconectar uno o varios elementos del Sistema Eléctrico Nacional.

**Disturbio:** Es la alteración de las condiciones normales del SEN originada por caso fortuito o fuerza mayor, generalmente breve y peligrosas, de las condiciones normales del Sistema Eléctrico Nacional o de una de sus partes y que produce una interrupción en el servicio de energía eléctrica o disminuye la confiabilidad de la operación.

**Electrodo:** Cuerpo metálico conductor o conjunto de cuerpos conductores agrupados, en contacto último con el suelo y destinados a establecer una conexión con el mismo.

**Energizado:** Condición de un circuito eléctrico en el que existe diferencia de potencial.

**Energizar:** Significa permitir que el equipo adquiera potencial eléctrico.

**Línea de alta tensión:** Línea cuyo nivel de tensión es mayor de 34,5 hasta 138 kV.

**Neutro:** Punto de referencia eléctrico cuyo potencial con respecto a tierra es igual a cero en sistemas trifásicos balanceados.

**Referencia de tierra:** Punto de referencia cuyo potencial eléctrico es igual a cero.

**Residuos peligrosos:** Son todos aquellos residuos, en cualquier estado físico, que por sus características corrosivas, reactivas, explosivas, tóxicas, biológicas, infecciosas o irritantes y venenosas, representan un peligro para el equilibrio ecológico o el ambiente.

---

**Sistema eléctrico:** Es el conjunto de equipos, dispositivos, aparatos, accesorios, materiales y conductores de líneas y circuitos de distribución, comprendidos desde la fuente hasta los equipos de utilización.

**Sobrecarga:** Condición de trabajo de líneas o equipos en que se excede su capacidad nominal.

---

## **BIBLIOGRAFÍA**

DOUNCE Villanueva, Enrique. La productividad en el Mantenimiento Industrial. 2Da edidicion, Mexico: Continental 1998.

FLIR Systems Thermacam PM 595. Especificaciones Tecnicas 1ª edicion, Boston 2001.

RESNICK, Robert Fisica 4ª edicion, volumen 2, Mexico Compañía Editorial Continental S.A., 1996

MARTIN, Jose Raul. Diseño de Subestaciones Electricas 1ª edicion en Español, Mexico: Graw-Hill Interamericana de Mexico, 1992.

NONDESTRUCTIVE Testing Handbook. Infrared and Termal Testing 3ª edicion, Volumen 3, Estados Unidos de America: American Society for Nondestructive Testing, 2001.

ENRIQUEZ Harper, Gilberto. Elementos de diseño de instalaciones electricas industriales. 1ª edicion, Mexico: Limusa, 1999.

RAS Oliva, Enrique. Transformadores de Potencia, de Media y de Proteccion 7ª edicion renovada, MEXICO: Alfa Omega Grupo editor S.A. 1995.

JOSAE V, Perrae Spiteri. Organización y Mantenimiento Preventivo. 1997.

HEINTZLMAN, John E. Manual de la administración en Mantenimiento. 1987.

---

## **ANEXOS**

**ANEXO 1.-** Vista de planta de la subestación

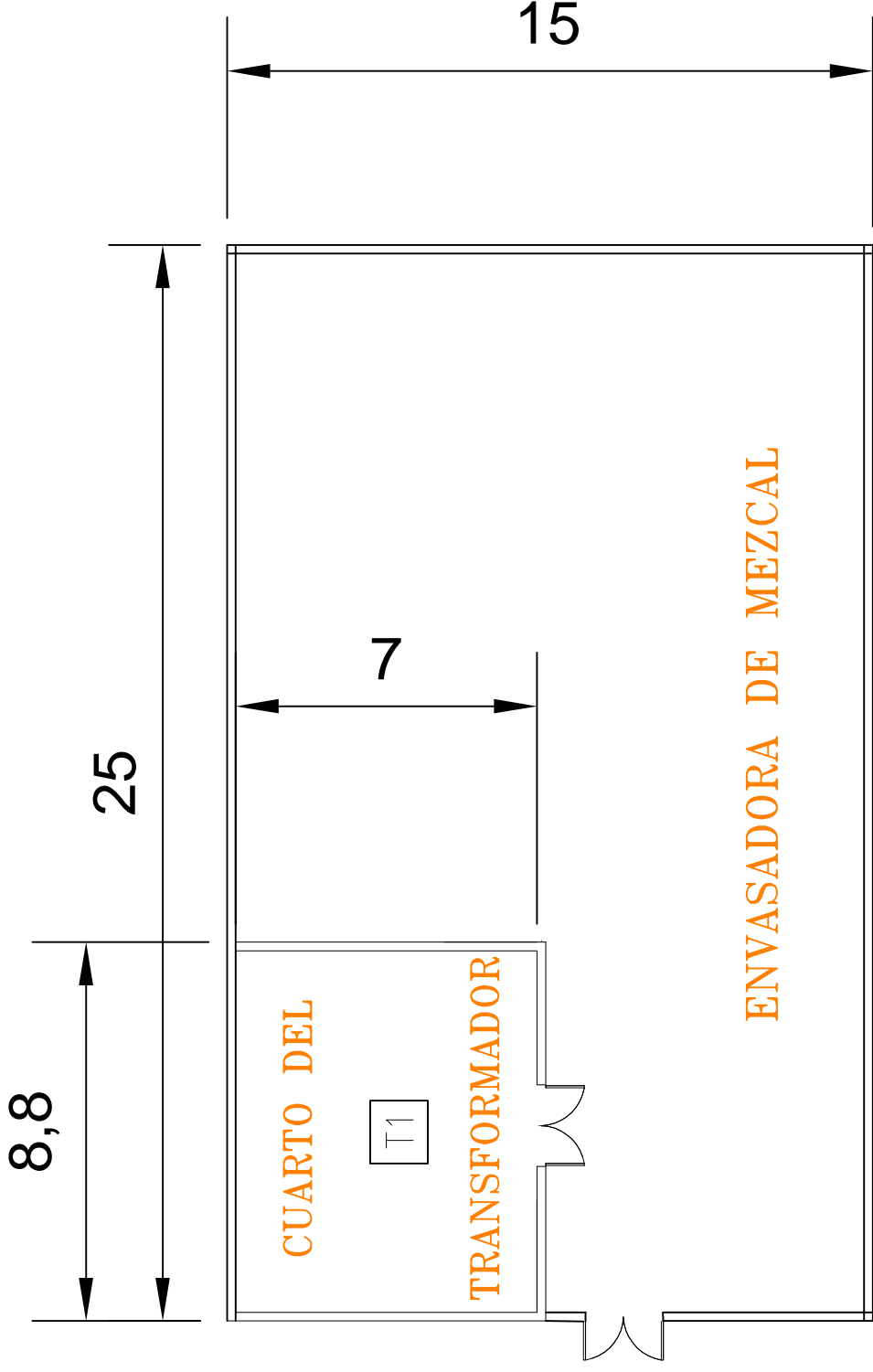
**ANEXO 2.-** Detalles de captación de aceite

**ANEXO 3.-** Detalles letreros de seguridad1

**ANEXO 4.-** Detalles letreros de seguridad 2

**ANEXO 5.-** Detalles letreros de seguridad 3

**ANEXO 6.-** Detalles red de tierras



**ACOTACIÓN EN METROS**

**OBRA: S.E. ENVASADORA DE MEZCAL**

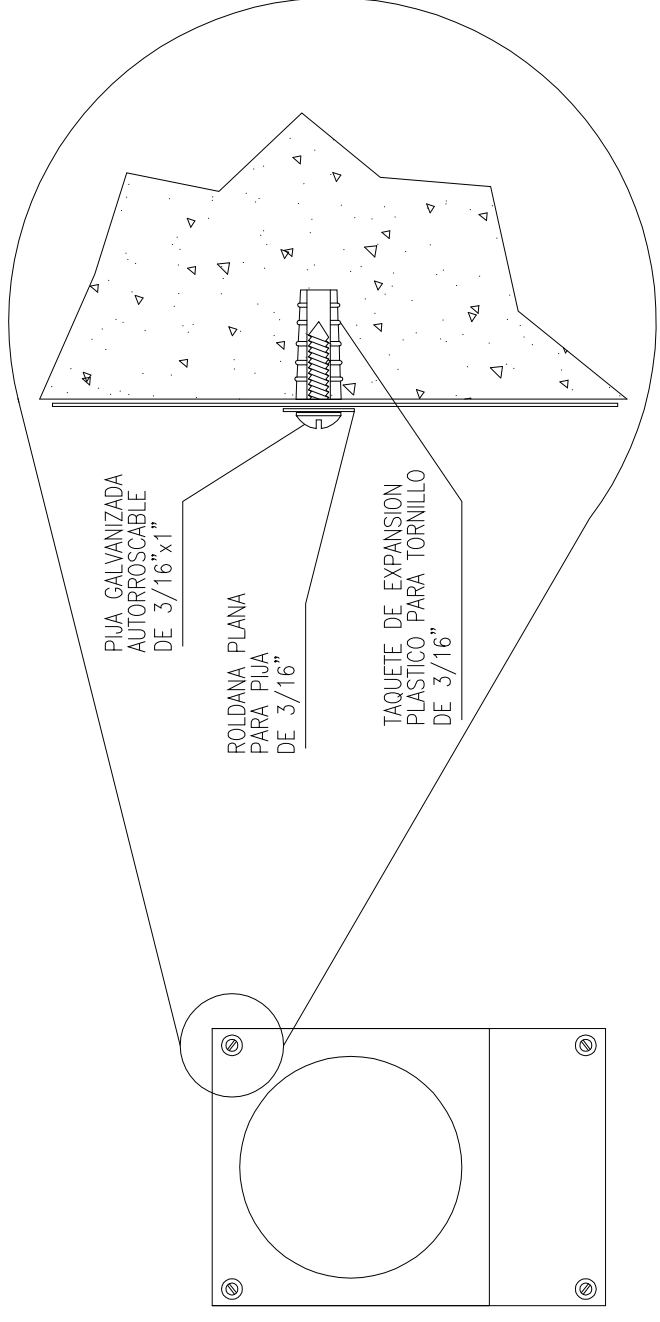
**TITULO: VISTA PLANTA CUARTO TRANSFORMADOR  
Y EDIFICIO**

**NOTAS:  
EL TRANSFORMADOR EXISTENTE ES DE 300KVA**

	NOMBRE	FIRMA	FECHA
EJECUTO:	ING. RUSBEL DAMIAN REYES		
REVISO:	ING. ELIUT FREDY SANCHEZ		
VERIFICO:	ING. ULISES ENRIQUE LEON		
			DIC 2011
NUMERO DE OBRA:	FECHA: ENERO 2012	ACOTACIONES: MTS	HOJA:
	ESCALA: S/E		



# DETALLE 1



PIJA GALVANIZADA  
AUTORROSCABLE  
DE 3/16"x1"

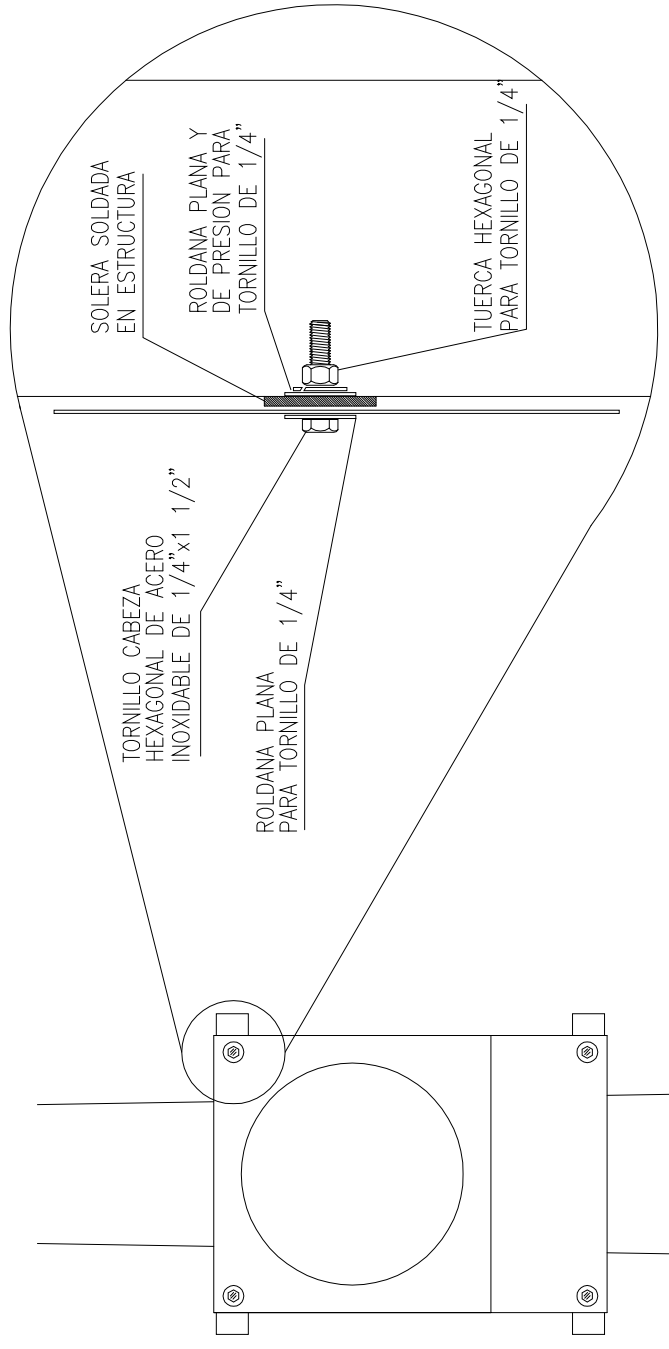
ROLDANA PLANA  
PARA PIJA  
DE 3/16"

TAQUETE DE EXPANSION  
PLASTICO PARA TORNILLO  
DE 3/16"

# NOTAS

- 1.- LA ORIENTACIÓN Y LA UBICACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN SERÁ DEFINIDA EN CAMPO POR PARTE DE LA SUPERVISION DE CFE.
- 2.- LA ALTURA "A" INDICADA PARA CADA LETRERO ES CON RESPECTO DEL N.P.T. AL CENTRO DEL LETRERO.
- 3.- CONSULTAR EL DETALLE DE LOS LETREROS EN EL PLANO "LETREROS DE SEGURIDAD E HIGIENE - DETALLES".
- 4.- LA CONSTRUCCIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN SE HARÁ EN BASE A LO INDICADO EN LA ESPECIFICACION NRF-013-CFE.
- 5.- LA FIACION DE LOS LETREROS SE REALIZARA DEACUERDO A SU UBICACION CON PIJAS (DETALLE 1) Y/O TAQUETES (DETALLE 2) GARANTIZANDO LA CORRECTA INSTALACION DE LOS MISMOS.

# DETALLE 2



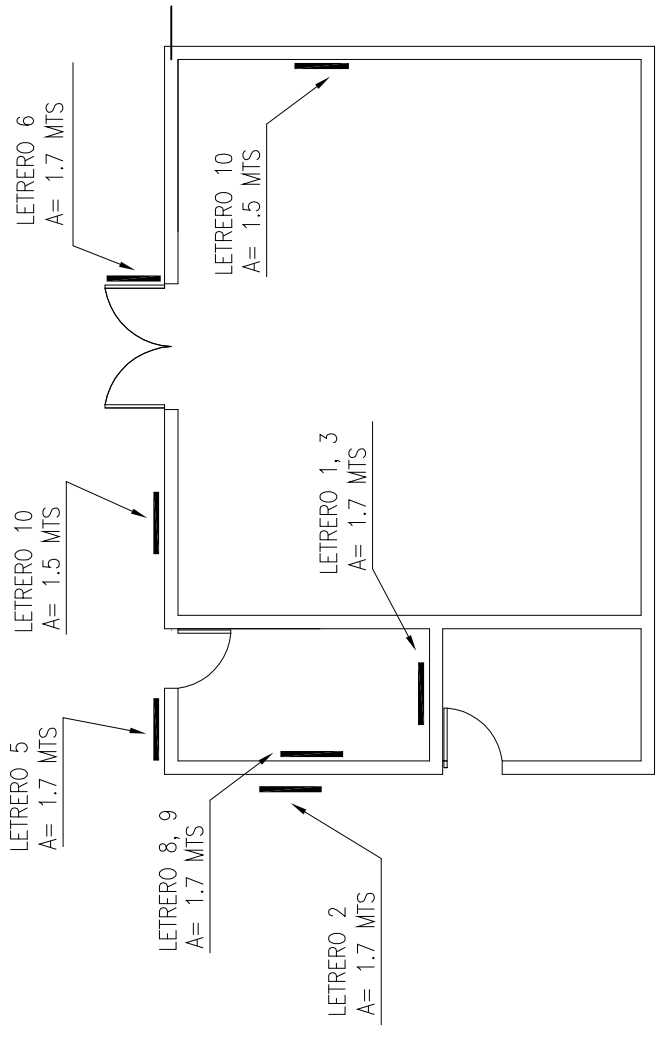
TORNILLO CABEZA  
HEXAGONAL DE ACERO  
INOXIDABLE DE 1/4"x1 1/2"

ROLDANA PLANA  
PARA TORNILLO DE 1/4"

SOLERA SOLDADA  
EN ESTRUCTURA

ROLDANA PLANA Y  
DE PRESION PARA  
TORNILLO DE 1/4"

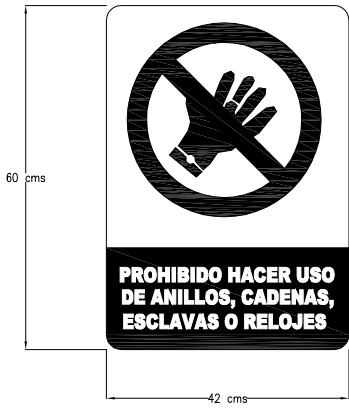
TUERCA HEXAGONAL  
PARA TORNILLO DE 1/4"



OBRA: ENVASADORA DE MEZCAL EN LOS VALLES  
CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA.  
TITULO: LETREROS DE SEGURIDAD  
DETALLES.

NOMBRE		FIRMA	FECHA
EJECUTÓ:	ING. RUSBEL D. REYES VAZQUEZ		
REVISÓ:	ING. ELIUT SANCHEZ		
VALIDÓ:	ING. ULISES LEON LOPEZ		
NUMERO DE OBRA:	FECHA: D.I.C. 2011	ESCALA: 1/50 ESC.	HOJA:
		ACOTACIONES: crms.	

LETRERO 1



LETRERO 2



LETRERO 3



LETRERO 4



LETRERO 5



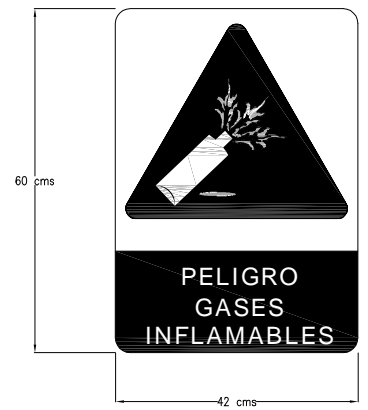
LETRERO 6



LETRERO 7



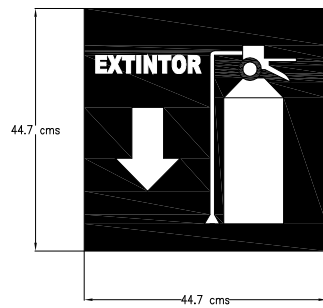
LETRERO 8



LETRERO 9



LETRERO 10



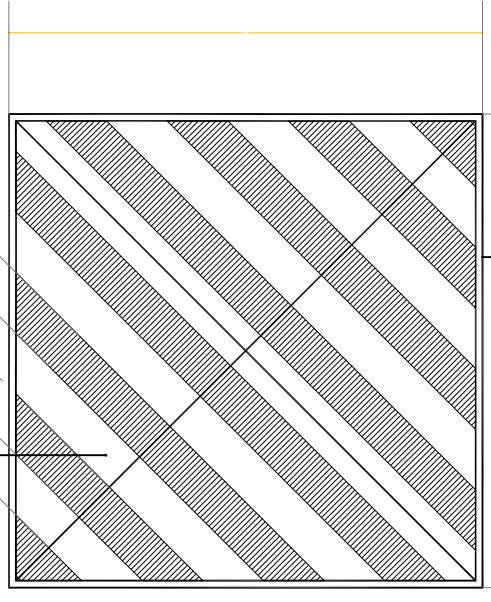
**NOTAS:**

- 1.- LA CONSTRUCCION DE LA SERIALIZACION DEBERA CUMPLIR CON LO INDICADO EN LA ESPECIFICACION: NRP-013-07E-2001
- 2.- LOS LETREROS SERAN FABRICADOS EN LAMINA GALVANIZADA.
- 3.- LOS LETREROS SERAN PINTADO CON TINTA CATALIZADORA EPOXICA CON CARACTERISTICAS REFLEJANTES Y FOTO-LUMINISCENTES.

**OBRA:** ENVASADORA DE MEZCAL EN LOS VALLES CENTRALES DEL ESTADO DE OAXACA.  
**TITULO:** LETREROS DE SEGURIDAD DETALLES.

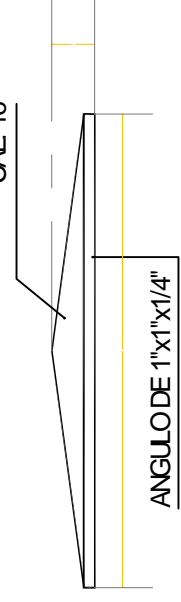
NOMBRE		FIRMA	FECHA
EJECUTÓ:	ING. RUSBEL D. REYES VAZQUEZ		
REVISÓ:	ING. ELIUT SANCHEZ		
VERIFICÓ:	ING. ULISES LEON LOPEZ		
VÁLIDÓ:			
NUMERO DE OBRA:	FECHA: DIC. 2011	ESCALA: S/ESC.	ACOTACIONES: cms.
			HOJA:

REFUERZO CON  
ANGULO DE 3/4"x3/4"x1/8"



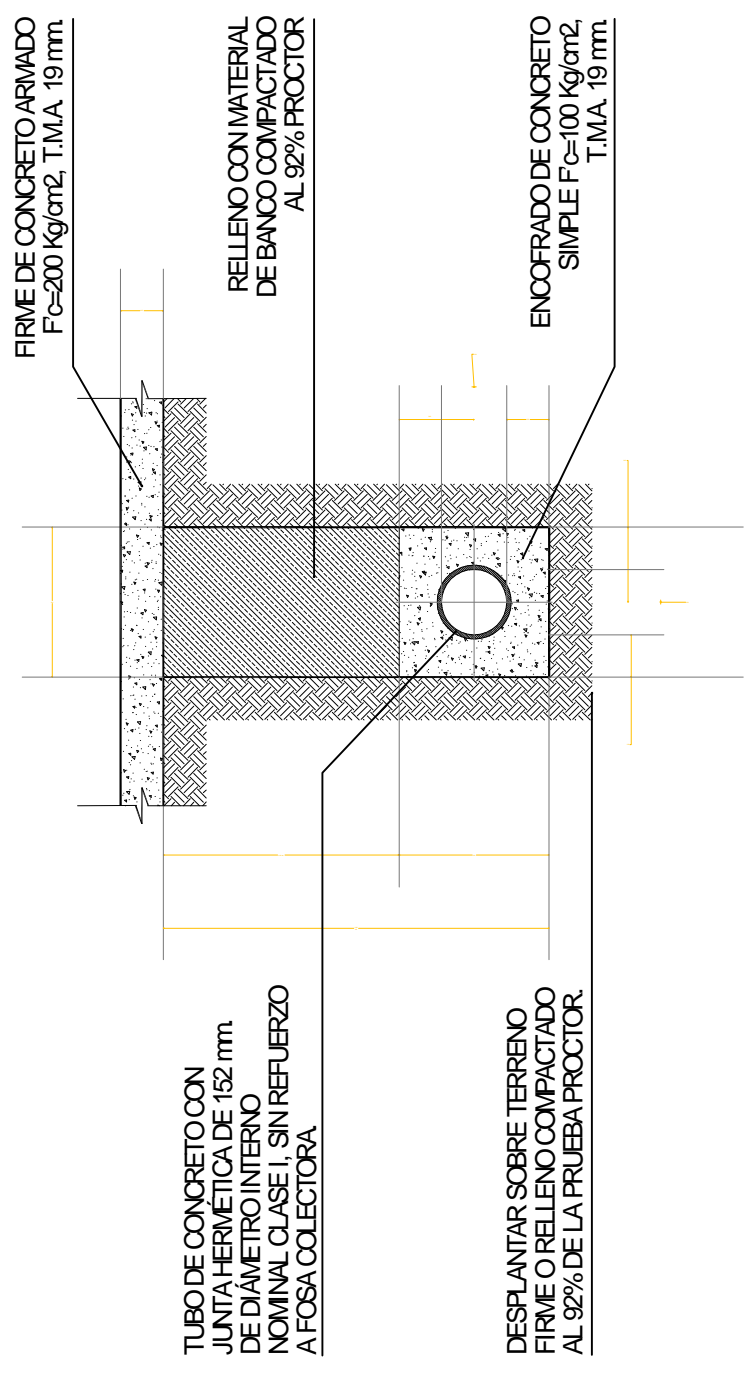
ANGULO DE 1"x1"x1/4"

LAMINA LISA  
CAL 16



ANGULO DE 1"x1"x1/4"

TAPA DE LAMINA LISA CAL. 16 DE CAPUCHA CON PUNTA DE DIAMANTE CON APLICACION DE PRIMER Y PINTURA ANTICORROSIVA A DOS MANOS EN FRANJAS ALTERNADAS DE COLOR NEGRO Y AMARILLO DE 10 CM DE ANCHO PINTADAS DIAGONALMENTE.



TUBO DE CONCRETO CON JUNTA HERMETICA DE 152 mm DE DIAMETRO INTERNO NOMINAL CLASE I, SIN REFUERZO A FOSA COLECTORA

DESPLANTAR SOBRE TERRENO FIRME O RELLENO COMPACTADO AL 92% DE LA PRUEBA PROCTOR.

FIRME DE CONCRETO ARMADO  
F<sub>c</sub>=200 Kg/cm<sup>2</sup>, T.M.A. 19 mm.

RELLENO CON MATERIAL DE BANCO COMPACTADO AL 92% PROCTOR

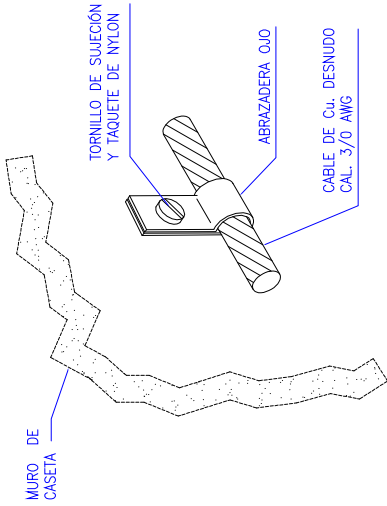
ENCOFRADO DE CONCRETO SIMPLE F<sub>c</sub>=100 Kg/cm<sup>2</sup>, T.M.A. 19 mm.

NOTA: Las cotas del relleno dependen del corte donde se visualice el tubo.

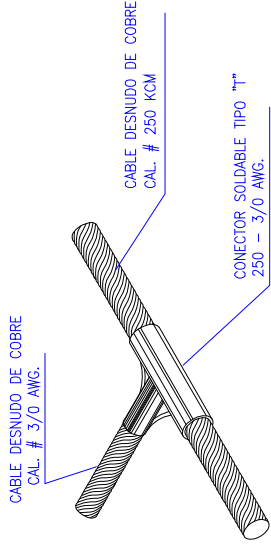
OBRA: **S.E. ENVASADORA DE MEZCAL**

TITULO: **DETALLES CAPTACION Y TAPA**

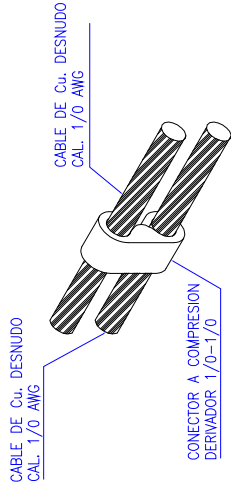
EJECUTO:	NOMBRE	FIRMA	FECHA
ING. RUSBEL DAMIAN REYES			
ING. ELIUT FREDY SANCHEZ			
ING. ULISES ENRIQUE LEON			
NUMERO DE OBRA: --	FECHA: ENERO 2012	ESCALA: S/E	ACOTACIONES: MTS
			DIC 2011
			HOJA:



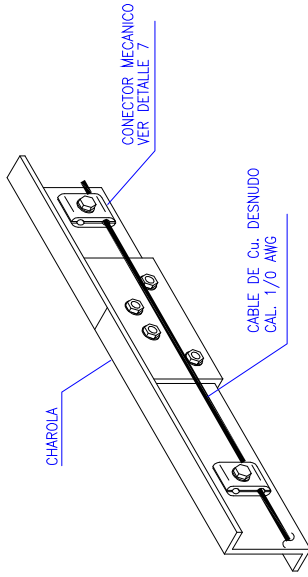
**DETALLE 1** (D-1)



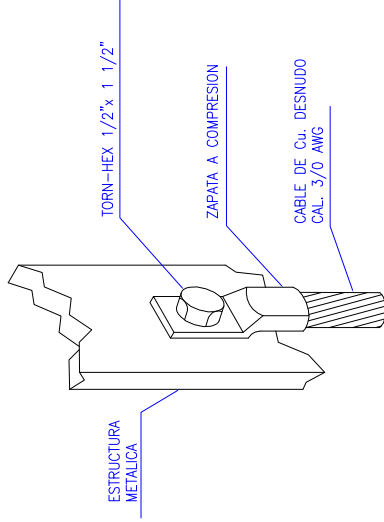
**DETALLE 2** (D-2)



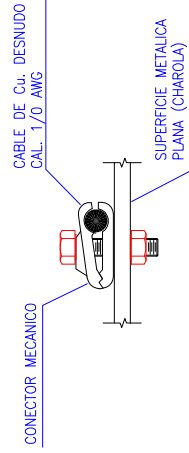
**DETALLE 3** (D-3)



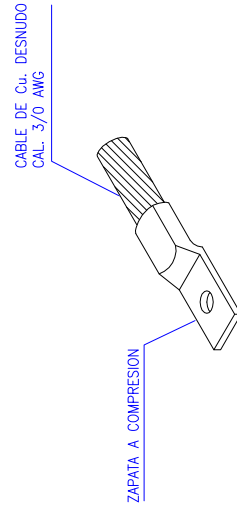
**DETALLE 4** (D-4)



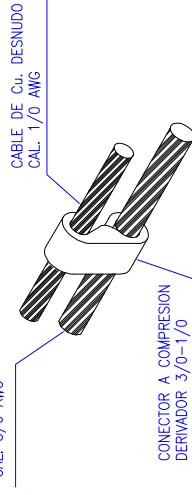
**DETALLE 5** (D-5)



**DETALLE 7** (D-7)



**DETALLE 8** (D-8)



**DETALLE 6** (D-6)

**OBRA:** S.E. ENVASADORA DE MEZCAL

**TITULO:** RED DE TIERRAS

NOMBRE		FIRMA	FECHA
EJECUTO:	ING. RUSBEL DAMIAN REYES		
REVISO:	ING. ELIUT FREDY SANCHEZ		
VERIFICO:	ING. ULISES ENRIQUE LEON		
NUMERO DE OBRA:	---	ESCALA:	ACOTACIONES:
		ENERO 2012	S/E
			MTS
			DIC 2011
			HOJA:

