



GOBIERNO DEL
ESTADO DE VERACRUZ



SEDESOL
SECRETARÍA DE DESARROLLO
SOCIAL

CAEV
COMISIÓN DE AGUA
DEL ESTADO DE VERACRUZ



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

5.3. ELECTRIFICACION EN MEDIA TENSION Y 5.4 ELECTRIFICACION EN BAJA TENSION

**MEMORIA TÉCNICA DESCRIPTIVA PARA EL SUMINISTRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
A UN POZO PROFUNDO DE AGUA POTABLE EN LA LOCALIDAD EL POZON DEL
MUNICIPIO ISLA, VER.**

PROPIETARIO : COMISION DEL AGUA DEL ESTADO.

ANA LILIA GUZMAN BENITEZ
PERSONA FISICA



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

CONTENIDO

I.- DESCRIPCIÓN GENERAL Y OBJETIVO

- I. a. Consideraciones Generales del Proyecto
- I. b. Estudios Generales
 - 1) Observaciones
 - 2) Localización

II.- CONSIDERACIONES GENERALES EN MEDIA TENSIÓN

- II.a Sistema a utilizar
- II.b. Cuantificación de la carga
- II.c. Cuadro de cargas
- II.d. Balanceo de Cargas
- II.e. Perdidas de Energía en la Línea
- II.f Análisis de Corto Circuito
- II.g Selección de Fusibles

III.- CARACTERÍSTICAS DE LA SUBESTACIÓN

V.- CALCULO DE REGULACIÓN DEL VOLTAJE Y SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE ALTA TENSIÓN

- V. a. Verificación del calibre por regulación de voltaje

VI.- SISTEMA DE TIERRAS

- VI. a. Observaciones
- VI. b. Cálculo de la red de tierras de la subestación

VII.- CONSIDERACIONES GENERALES EN BAJA TENSIÓN

- VII. a. Sistema a utilizar
- VII. b. Selección de conductores, canalizaciones, y protecciones



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

I.- DESCRIPCIÓN GENERAL Y OBJETIVO

Esta memoria técnica descriptiva tiene como fin avalar los cálculos y decisiones, así como mostrar que el proyecto cumple con las normas y reglamentos de C.F.E. tales como: **“LAS NORMAS DE DISTRIBUCIÓN PARA CONSTRUCCIÓN DE LÍNEAS AÉREAS”** última edición, además de la **“NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEDE-2005 INSTALACIONES ELÉCTRICAS (UTILIZACIÓN)”** de la Secretaría de Energía.

El proyecto consiste en el diseño de las instalaciones para el suministro de energía eléctrica para un predio en donde se localiza un pozo profundo de donde se extraerá de Agua Potable, ubicado en la localidad El Pozón del municipio de Isla, Ver.

Como parte de la infraestructura se debe construir una ampliación de red primaria de la línea existente de C.F.E., en donde el entronque se encuentra en forma transversal a la ubicación del pozo profundo y en donde se tendrá una capacidad total conectada de:

UTILIZACION	UBICACIÓN	CAPACIDAD (KVA)
Pozo Profundo	Localidad: El Pozón Municipio: Isla, Ver.	10



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

I.a. CONSIDERACIONES GENERALES DEL PROYECTO

Como parte integral del proyecto, esta proyectada la línea conforme a las normas arriba citadas, tal como se puede verificar en los planos anexos.

Este proyecto se realiza en base a la necesidad fundamental de asegurar con calidad, continuidad, y eficiencia, el suministro de energía eléctrica al predio donde se ubican los dispositivos de bombeo de Agua Potable.

I. b. ESTUDIOS GENERALES

1) OBSERVACIONES

El proyecto comprende básicamente la ampliación aérea, así como la instalación de una subestación tipo poste, según se muestra en planos.

La acometida va del equipo de protección (CCF's) en poste, a la Subestación Particular, de las terminales de baja tensión del transformador a la mufa con tubo conduit pared gruesa a la base de medición de 5 terminales la cual se alambrara y aterrizara de acuerdo a la normatividad de la C. F. E.

Además se realizaran las recomendaciones que indicase el departamento de medición de C.F.E. de la Zona Papaloapan.

Este proyecto se realizara en una sola etapa de construcción.

2) Localización

En las siguientes páginas se presentan un mapa de la localización geográfica de la ciudad de El Pozón y a continuación un croquis con la ubicación del pozo profundo dentro de dicha localidad.



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

II. CONSIDERACIONES GENERALES EN MEDIA TENSION

II.a SISTEMA A UTILIZAR

La ampliación de la red de distribución primaria se llevará a cabo con un sistema monofásico (2F-3H) con un voltaje de suministro de 13.2 KV para el Pozo Profundo de Agua Potable.

El suministro de energía eléctrica en la ampliación de la línea existente en media tensión propiedad de C.F.E. será con un hilo (2F-3H), con Cable A.C.S.R. calibre 3/0 AWG para las fases de la ampliación de la red primaria y Cable A.C.S.R. calibre 1/0 AWG para el neutro corrido, la cual tendrá una longitud de 291.00 metros aproximadamente, y será instalado en forma aérea.

Los postes a colocarse serán de concreto reforzado especificación CFE: PCR-12-750 (forma octagonal, 12.0 m de longitud y $F'c = 750 \text{ Kg./cm}^2$) en todas las estructuras de paso de la línea primaria y en bancos de transformación y estructuras de remate, en su instalación y para su amacizado se ocuparan capas de piedra y tierra en forma alternada. Las distancias entre postes, por estar ubicados en un área rural podrán rebasar los 50 metros de longitud

Los aislamientos a utilizar para la sujeción de la línea primaria, serán del tipo alfiler especificación CFE: 13 PD para las estructuras de paso y amarres con alambre de aluminio suave calibre del N° 4 AWG de acuerdo a normas de CFE y aisladores de suspensión especificación CFE: 13SHL45N, para las estructuras de remate.

En las estructuras donde se requiera, se consideraran crucetas del tipo C4T y C4R.

Las retenidas a utilizar en la ampliación, serán las normalizadas por C.F.E., siendo las que se ocuparan en este caso del tipo RDA (Retenida Doble de Ancla) con cono de concreto.

Para las derivaciones en alta tensión se utilizarán invariablemente conectores a compresión de las características adecuadas y a los cuales previa a su instalación se les limpiara su superficie de contacto por medio de lija o cepillo con fibras de acero y posteriormente se les aplicara pasta antioxidante similar la PENETROX de la marca BURNDY.



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

CUADRO DE DISPOSITIVOS

No. de Poste	Altura y Resistencia del Poste	Estructura M.T.	Protección	Retenidas
01	PCR-12-750	TS20/RD2N	2 C.C.F. 25 KV + 3K	1 RDA
02	PCR-12-750	TS2N		
03	PCR-12-750	TS2N		
04	PCR-12-750	TS2N		
05	PCR-12-750	TS2N		
06	PCR-12-750	RD2N/RD2		2 RDA
07	PCR-12-750	RD2N/RD2		1 RDA + T.F.
08	PCR-12-750	RD2N/1TR3	2 C.C.F. 25 KV + 3K	T. F.

II.b. CUANTIFICACIÓN DE LA CARGA

A continuación se presenta el estudio de cargas que serán alimentadas por el transformador:

POZO PROFUNDO DE AGUA POTABLE

TRANSFORMADOR N° 1
CAPACIDAD DISPONIBLE 10.00 KVA
CARGA INSTALADA 3.11 KVA

DESGLOSE DE LA CAPACIDAD: EQUIPOS BOMBEO (3.0 HP) =	2.238 KW
DEMANDADA CONTACTOS MONOFASICOS:	0.400 KW
ALUMBRADO EXTERIOR	0.174 KW
ALUMBRADO CASETA	0.148 KW
TOTAL:	2.960 KW

KVA = KW/F.P. (KVA = 2.960 /0.90) KVA 3.29
RESERVA DISPONIBLE: KVA 6.71
FACTOR DE UTILIZACIÓN = 32.90 %

II.c. CUADRO DE CARGAS

A continuación se presenta el cuadro de cargas.

CUADRO DE CARGAS

Transformador N°	Fase A	Carga Instalada (KW)	Factor de Potencia	Demanda Total (KVA)	Capacidad en (KVA) del Transformador	Factor de Utilización
1	*	2.960	0.90	3.29	10.0	32.90 %



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

OBSERVACIONES

Como puede observarse en el cuadro de cargas del transformador, el factor de utilización que tiene el transformador esta dentro del rango del 80 % que las normas requieren.

Toda la tornillería que se utilizara para conectar los transformadores a los circuitos primarios, secundarios y al sistema de tierras será de cobre ó bronce

II.d. BALANCEO DE LA CARGA

CUADRO DE CARGAS

CUADRO DE CARGAS						
	CONTACTO 200 W	LUMINARIA V.S.A.P. (150 W) + PERDIDAS BALASTRA 174 W	2 x 32 = 64 w + PERDIDAS BALASTRA 74 W	BOMBA 1 3 HP	WATTS x HILO DE B.T.	WATTS x HILO DE B.T.
					X1	X3
CIRCUITO N° 1	200	174		0	374	0
CIRCUITO N° 2	200	0	148	0	0	348
CIRCUITO N° 3	0	0	0	1	1119	1119
TOTALES	400	174	148	2238	1493	1467

$$\% \text{ DE DESBALANCEO ENTRE FASES (HILOS)} = \frac{\text{FASE MAYOR} - \text{FASE MENOR}}{\text{FASE MAYOR}} \times 100$$

$$\% \text{ DE DESBALANCEO} = \frac{1493 \text{ W} - 1467 \text{ W}}{1493 \text{ W}} = 1.74 \%$$

POR LO TANTO CUMPLE CON LOS REQUERIMIENTOS DE LA C.F.E. RESPECTO A QUE EL DESBALANCEO MAXIMO PERMITIDO ENTRE FASES NO DEBE SER MAYOR AL 5.00 %

II.d. CALCULO DE PERDIDAS EN LA LINEA POR EFECTO JOULE

Procederemos a continuación a determinar las perdidas de energía en la línea eléctrica de distribución, de acuerdo a las siguientes expresiones.

$$P = 2 \times I^2 \times R$$

DONDE: P = PERDIDAS POR EFECTO JOULE
R = RESISTENCIA TOTAL DE LA LINEA
I² = CORRIENTE TOTAL EN LA LINEA



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

$R = R_c \times L$ DONDE: $R_c =$ RESISTENCIA PROPIA DEL CONDUCTOR $= 0.339 \Omega/\text{Km}$
 $L =$ LONGITUD TOTAL DE LA LINEA $= 0.291 \text{ KM}$

$I = \frac{1000 \times \text{KVA}}{V}$ DONDE. 1000 = CONSTANTE
KVA = POTENCIA TOTAL EN LA LINEA
V = VOLTAJE DE DISTRIBUCION

$I = \frac{1000 \times \text{KVA}}{x V}$ $I = \frac{3290}{13200}$ $I = 0.249 \text{ Amp.}$

$R = R_c \times L \Rightarrow (R = 0.339 \Omega/\text{KM} \times 0.291 \text{ KM} = 0.098649$

$P = 2 \times I^2 \times R \Rightarrow P = 2 \times (0.249)^2 \times 0.098649 \Omega = 0.0123 \text{ WATTS}$

II.f- ANÁLISIS DE CORTO CIRCUITO

Método del Bus infinito

Requerimientos:

- 1) Diagrama Unifilar del sistema.
- 2) Las impedancias se refieren a valores base de potencia y tensión (Despreciando las impedancias de los conductores).
- 3) Se hace la reducción de impedancias por combinaciones serie paralelo y transformaciones delta estrella ó estrella delta (estas últimas de requerirse), hasta obtener una impedancia equivalente entre la fuente y el punto de falla seleccionado.
- 4) Las corrientes y potencia de corto circuito en el punto de falla se calculan como:

La corriente simétrica

$$I_{1cc} = \frac{\text{KVA}_{\text{base}}}{\text{KV}_{\text{base}} \times Z_{\text{eq}} (\text{p.u.})}$$

siendo I_{1cc} = Corriente de Corto circuito en ampères o kiloampères.

$\text{KVA}_{(\text{base})}$ = Base de potencia seleccionada para el estudio.

$\text{KV}_{(\text{base})}$ = Base de tensión en el punto de falla.



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

$Z_{eq} (pu) =$ Impedancia equivalente entre la fuente y el punto de la falla.

La corriente asimétrica

$$I_{1cc} = K \times I_{1cc}$$

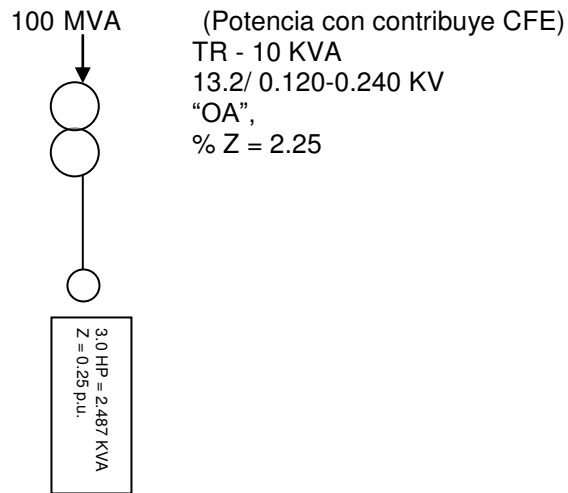
donde K es un factor de asimetría que en este caso valdrá 1.15

La potencia de Corto circuito

$$P_{cc} = \frac{KVA_{(base)}}{Z_{eq} (pu)}$$

1.- DIAGRAMA UNIFILAR

(Señalando únicamente los elementos que aportan al Corto circuito)



La reactancia del motor se toma como 0.25 p.u. de acuerdo a la tabla N° 1 de la publicación IEEE-std. 1-1 de 1976.

2.- REFIRIENDO LAS IMPEDANCIAS A LOS VALORES BASE DE POTENCIA Y VOLTAJE.

POTENCIA BASE = 1 MVA

VOLTAJES BASE = 13.20 Y 0.240 KV

$$\text{Cambio de Base } Z_{pu(nuevos)} = \frac{(KVA_{BASE (NUEVOS)})}{(KVA_{BASE (VIEJOS)})}$$

Cambiando de base las impedancias de los motores, transformador y sistema (C.F.E.)

$$X_{motor1} (pu) = 0.25 \times \frac{(1000 KVA)}{1000} = 100.54 pu$$

COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

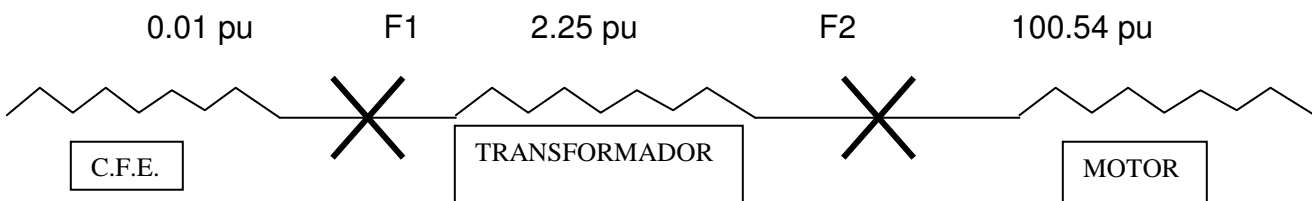
(2.487 KVA)

$$X_{trans} \text{ (pu)} = 0.0225 \times \frac{(1000 \text{ KVA})}{(10 \text{ KVA})} = 2.25 \text{ pu}$$

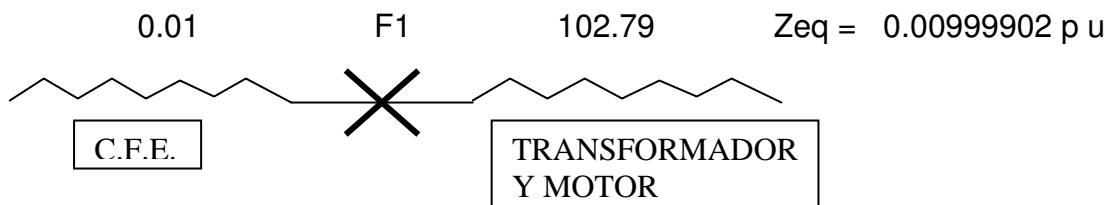
Nota: Para CFE se considera un valor de reactancia de 1.0 p. u. por lo que:

$$X_{sistcfe} \text{ (pu)} = 1.0 \times \frac{(1000 \text{ KVA})}{(100000 \text{ KVA})} = 0.01 \text{ p.u.}$$

3.- REDUCCIÓN DE IMPEDANCIAS HASTA ENCONTRAR LA EQUIVALENTE DIAGRAMA DE IMPEDANCIAS



Para el punto de falla N° 1 tendremos:



4.- CÁLCULO DE CORRIENTES DE CORTO CIRCUITO

$$I_{1cc} = \frac{1000 \text{ KVA}}{13.2 \times 0.00999902}$$

$$I_{1cc} = 7576.50 \text{ Ampères}$$

$$P_{1cc} = \frac{1000 \text{ KVA}}{(0.009999902)}$$

$$P_{1cc} = 100.01 \text{ MVA}$$

$$I_{1cc} = 1.15 \times (7576.50 \text{ Ampères})$$

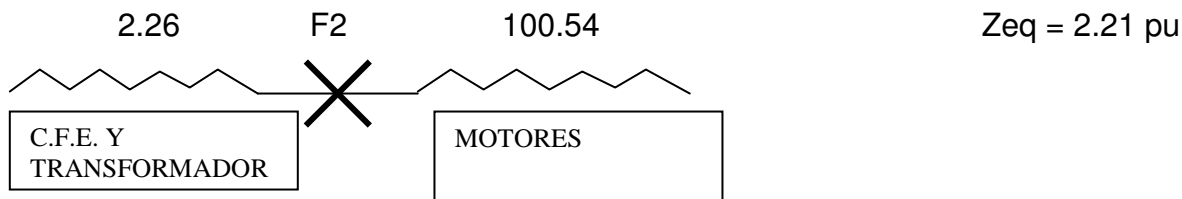
$$I_{1cc} = 8712.975 \text{ Ampères}$$

Por lo que las protecciones seleccionadas para el lado de alta tensión deberán soportar 8712.975 Ampères simétricos.



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Para el punto de falla N° 2 tendremos:



$$I_{1cc} = \frac{1000 \text{ KVA}}{0.240 \times 2.21}$$

$$I_{1cc} = 1885.10 \text{ Ampères}$$

$$I_{1cc} = 1.15 \times (1885.1 \text{ Ampères})$$

$$I_{1cc} = 2167.87 \text{ Ampères}$$

$$P_{1cc} = \frac{1000 \text{ KVA}}{(2.21)}$$

$$P_{1cc} = 0.452 \text{ MVA}$$

Por lo que las protecciones seleccionadas para el lado de baja tensión deberán soportar 2167.87 Ampères simétricos.

II.g. SELECCIÓN DE FUSIBLES EN MEDIA TENSIÓN.

En el entronque con la C.F.E

$$I = \frac{\text{KVA}}{\text{KV}} \quad I = \frac{10}{13.2} \quad I = 0.76 \text{ Amp.}$$

De acuerdo a la tabla 450-3 (a) (1) de la norma NOM-SEDE-001-2005 la capacidad máxima permitida para el fusible para protección de un transformador con primario de mas 600 es de 300 % de la corriente nominal

$$I = 0.76 \text{ Amp.} \times 300 = 2.27 \text{ el valor del fusible comercial inmediato es de } 2.0 \text{ A.}$$

En la subestación particular:

$$I = \frac{\text{KVA}}{\text{KV}} \quad I = \frac{3.29}{13.2} \quad I = 0.249 \text{ Amp.}$$

De acuerdo a la tabla 450-3 (a) (1) de la norma NOM-SEDE-001-2005 la capacidad máxima permitida para el fusible para protección de un transformador con primario de mas 600 es de 300 % de la corriente nominal

$$I = 0.249 \text{ Amp.} \times 300 = 0.747 \text{ el valor del fusible comercial inmediato es de } 0.75 \text{ A.}$$



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

III.- CARACTERÍSTICAS DE LA SUBESTACIÓN

La subestación que se pretende construir en este proyecto será del tipo poste y se ubicará dentro de un predio propiedad del H. Ayuntamiento de Isla, Ver., por lo que se considerara particular y sus instalaciones tendrán las siguientes características:

Para el entronque en alta tensión se utilizaran conectores para línea viva tipo perico similares al N° de catálogo AH-7-GP de la marca ANDERSON, los cuales estarán sujetos a conectores estribos similares al N° de catálogo VCLS-9-022 de la marca ANDERSON conectados a compresión.

Los puentes de la línea existente a los equipos de protección (Cortacircuitos y Apartarrayos) serán de alambre de cobre desnudo semiduro calibre 4 AWG.

Para protección contra cortos circuitos se instalaran de Corta Circuitos de Fusible de Potencia tipo "SMD-20" en posición vertical con nivel de aislamiento de 27 KV., 200 Amp., 20000 A.C.I. N° de Catálogo 92123 de la marca S & C SELMEC o similar en los puntos de la derivaciones del circuito principal, así como en los ramales como equipo de desconexión, con listones fusibles de 2 ampères en los CCF's del entroncamiento y de 0.75 ampères en los CCF's de la Subestación tipo poste.

Se instalara un apartarrayos tipo óxidos metálicos (óxido de zinc) para 12 KV. especificación CFE-ADOM-12 en la estructura de entroncamiento colocados en posición horizontal con el fin evitar la acumulación de contaminantes atmosféricos en su aislamiento, así como facilitar el retiro de dichos contaminantes (en caso de presentarse) con las precipitaciones pluviales, (uno por fase), como sistema de protección adicional contra sobretensiones o descargas atmosféricas.

Se propone la instalación del siguiente Transformador tipo poste de las siguientes características:

POZO PROFUNDO DE AGUA POTABLE

Capacidad: 10 KVA
N° de Fases: 1 (una)
Frecuencia: 60 Hz
Voltaje en A.T. : 13.2 KV (-/+ 2x2.5%)
Voltaje en B.T.: 240/120
Conexión en A.T.: 2 hilos
Conexión en B.T.: 3 HILOS
Tipo de Enfriamiento: OA
Elevación de temperatura: 65 °C
Altura de operación: 2,300 msnm
Especificación : CFE K0000-01



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Operando en forma radial con la red aérea, a través de una sola alimentación.

V.- CALCULO DE REGULACIÓN DEL VOLTAJE Y SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE ALTA TENSIÓN

En base al diagrama unifilar de la línea aérea esquematizada, se presenta el cálculo de la regulación de del voltaje en alta tensión y selección del conductor, considerando la demanda de 3.29 KVA de carga y una distancia entre el punto de interconexión y el transformador tipo poste es de 291.0 m y una corriente de 0.249 Ampéres.

CONSIDERACIONES GENERALES

Conductor tipo: ACSR calibre 3/0 AWG

Utilización: Línea de Alta Tensión

Voltaje de Operación: 13200 Volts

Frecuencia: 60 Hz.

Corriente en Alta Tensión: $I = 0.249$ Amp

Factor de Potencia: 0.90 (-)

Reactancia Inductiva propia del conductor: $X_L = 0.386$ Omhs/Km. ($s=1'$)

$R_c =$ Resistencia Propia del Conductor = $0.339 \Omega/\text{Km}$

1) Procedamos ahora a calcular el Factor de Caída de Voltaje Unitario:

$$F.C.V.U. = (R_{ca} \cos \theta + X_L \sen \theta)$$

Siendo el factor de potencia = 0.90 = coseno $\theta \Rightarrow$ seno $\theta = 0.4359$

Por lo tanto

$$F.C.V.U. = [(0.339 \times 0.90) + (0.386 \times 0.4359)] \Rightarrow F.C.V.U. = [(0.3051) + (0.168)]$$

$$F.C.V.U. = 0.4731 \text{ V/A} * \text{KM} \Rightarrow F.C.V.U. = 0.04731 \text{ V/A} * 100 \text{ M}$$

2) Calculemos la Caída de voltaje



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

$$C.V.= I_{nom} \times F.C.V.U. \Rightarrow C.V.= 0.249 \times 0.04731 \Rightarrow C.V.= 0.01178019 \text{ VOLTS}/100 \text{ M.}$$

Para una longitud de 291.0 m $\Rightarrow 0.01178019 \times 2.91 = 0.0342803529$ Volts.

3) Determinemos el porcentaje de caída de voltaje.

$$\% C.V. = (0.0342803529 / 13200) \times 100 = 0.000260 \%$$

Del resultado anterior se comprueba que el calibre del conductor utilizado se encuentra dentro de la norma establecida por C.F.E. para el % de regulación, el cual no debe exceder del 1 %.

V.- SISTEMA DE TIERRAS

Con el fin de obtener una tierra física que facilite a las protecciones seleccionadas eliminar las corrientes de falla a tierra, así como para minimizar las sobretensiones que pudieran presentarse en el sistema, se construirá una red de tierras de acuerdo con los resultados del siguiente análisis.

Se tendrán una fuentes de tierra para el aterrizamiento de la subestación tipo poste.

V.a. CALCULO DE LA RED DE TIERRAS DE LA SUBESTACION

A continuación procederemos a calcular el valor de tierras para la estructura de transición mencionada, que será de tres electrodos de tierra de varilla copperweld de 5/8" de diámetro y 3 m. de longitud, separadas dos metro entre sí y entre el poste .

La formula práctica utilizada en este caso para los electrodos será :

FORMULA DE LAURENT-NIEMANN

$$R = \frac{\theta}{4r} + \frac{\theta}{L}$$

Donde : θ = Resistividad del terreno en ohms-m (arcilloso húmedo y orgánico = pantano)

L = Longitud del conductor enterrado en metros

r = Radio en metros de una placa circular equivalente, cuya área es la misma que la ocupada por la malla real de tierra

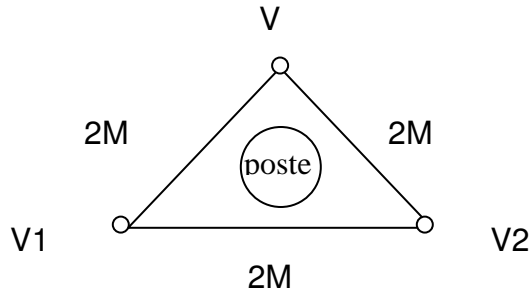
Para nuestro cálculo se tomará un valor de resistividad del terreno de 10 ohms-m, correspondiente a un material húmedo orgánico.

$$R = \frac{10.0}{4 \times (0.7425)} + \frac{10.0}{6} = 5.03 \text{ OHMS}$$



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

DISPOSICIÓN DEL SISTEMA



V.b OBSERVACIONES

El conductor de la bajada a tierra será ALAMBRE DE COBRE SEMIDURO CAL. 4 AWG., el cual ira por la parte interior del poste. Así mismo se conectara dicho cable a la varillas copperweld por medio de conectores soldables tipo CADWELD, con el fin de disminuir la resistencia a tierra.

La verificación de la resistencia a tierra se llevará a efecto cuando la obra sea entregada a C.F.E., y se comprobara que los valores de éstos sean de 10 ohms en época de estiaje y de 5 ohms para época de lluvias acuerdo a las normas de dicha dependencia

VI.- CONSIDERACIONES GENERALES EN BAJA TENSIÓN

VI.a SISTEMA A UTILIZAR

El sistema a utilizar en baja tensión será a 2 fases 3 hilos para alimentar circuitos de fuerza y alumbrado, así como para conectar el neutro a tierra y evitar corrientes de desbalanceadas en el sistema.

VI.b SELECCIÓN DE CONDUCTORES, CANALIZACIONES Y PROTECCIONES

EQUIPAMIENTO POZO N° 2 (PRINCIPAL)

VI.b.1.a Selección del alimentador principal en baja tensión (por capacidad de conducción y caída de voltaje).

SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN ALIMENTADOR PRINCIPAL EN BAJA TENSIÓN

La corriente máxima que puede presentarse para este transformador será de:



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

$$I = \frac{KVA \times 1000}{V} \Rightarrow I = \frac{10.0 \times 1000}{240} \Rightarrow I = 41.67 \text{ ampères}$$

Considerando el Art. 430-24-a de la NOM-001-SEDE-2005 que nos indica que el alimentador deberá tener la capacidad de conducción del 100 % de la carga más el 25% de la corriente del motor de mayor tamaño.

$$I_{\text{mot}3.0\text{hp}} = 14.0 \text{ A. (dato del fabricante Franklin Electric)} \quad I_{\text{mot}25\%1.5\text{hp}} = 0.25 \times 14.0 \text{ Amp.}$$

$$I_{\text{sob}} = 41.67 + 3.50 \Rightarrow I_{\text{sob}} = 45.17 \text{ Ampères}$$

Aplicando factores de corrección de la capacidad de corriente por temperatura ambiente y por agrupamiento indicados en la tabla 310-16 y sus notas de la citada norma tendremos:

Considerando una temperatura ambiente de 30°C y que el conductor se instalara 1 (UNO) por fase.

$$F_{\text{corrtem}} = 1.00 \quad F_{\text{corrgrp}} = 1.00$$

$$I_{\text{corr}} = \frac{45.17}{1.00 \times 1.00} \Rightarrow I_{\text{corr}} = 45.17 \text{ ampères}$$

El conductor que posee esta capacidad de conducción lo seleccionamos de la tabla ya mencionada y es:

El calibre N° 8 AWG con aislamiento THW para 600 Volts con temperatura máxima de operación de 75°C para ambiente seco y húmedo por cada fase, con capacidad de 50.0 amperes.

**CONFIRMAREMOS ESTE CALIBRE POR CAIDA DE TENSION
SELECCIÓN POR CAÍDA DE VOLTAJE**

Tomando en cuenta que la caída de tensión no debe de ser mayor del 3 % y que la longitud de las terminales de Baja Tensión del Transformador a la carga principal que es una Combinación Arrancador-Interruptor Termomagnético es de 20.0 metros determinaremos cual es el calibre más adecuado:

$$F_c = \frac{\% \Delta v \times 10 \times V}{L \times I} \quad \text{donde:} \quad \begin{array}{l} \% \Delta v = \text{Caída de tensión en porcentaje} \\ L = \text{Longitud del circuito en metros} \\ I = \text{Corriente nominal del circuito} \\ V = \text{Voltaje de alimentación del circuito} \\ F_c = \text{Factor de caída unitaria (del conductor)} \end{array}$$

$$F_c = \frac{3.0 \times 10 \times 240}{20.0 \times 45.17} \Rightarrow F_c = \frac{7200}{903.4} \quad F_c = 7.97$$



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Observando la tabla de factores de caída de tensión unitaria de los conductores de la marca CONDUMEX vemos que calibre 8 AWG tiene un factor caída de tensión unitaria de 4.64 la cual es menor a los 7.97 requeridos.

Por lo que concluimos que el calibre 8 AWG seleccionado es el correcto.

VI.b.1.b Selección del diámetro de la canalización para el alimentador principal de acuerdo a la normatividad de C.F.E para recepción de acometidas.

La canalización seleccionada es tubería conduit metálica galvanizada pared gruesa con un $\varnothing = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4}''$.

VI.b.1.c Selección de la protección del secundario del transformador.

De acuerdo con el Art. 450 sección N° 3 Tabla 450.3(a)(1) de la NOM-001-SEDE-2005 como protección del lado de baja tensión de un transformador con un voltaje en el secundario menor de 600 Volts, se deberá instalar un dispositivo con un rango no mayor del 250 % de la corriente en lado de baja tensión

$$I_{\text{nomTr}} = 41.67 \Rightarrow I_{\text{procTr}} = 150\% \times 41.67 \Rightarrow I_{\text{procTr}} = 62.505 \text{ Amperes}$$

En base a dicha tabla se opta por instalar un interruptor termomagnético con marco de operación de 100 amperes a 220 Volts, tipo FAL22060 de 2 polos, con capacidad de 60 amperes continuos y 18,000 amperes RCM simétricos de la marca Square'D.

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo a la tabla 250-95 NOM-001-SEDE-2005 para un dispositivo de protección de 60 amperes, el tamaño nominal mínimo es el calibre 10 AWG.

VI.b.2.a Selección del alimentador del motor de 3.0 HP (por capacidad de conducción y caída de voltaje).

SELECCIÓN POR CAPACIDAD DE CONDUCCIÓN ALIMENTADOR DEL MOTOR DE 3.0 HP

La corriente a plena carga para del motor será de:

$$I_{\text{mot3.0hp}} = 14.0 \text{ A. (dato del fabricante Franklin Electric)}$$

Considerando el Art. 430-22-a de la NOM-001-SEDE-2005 que nos indica que el alimentador deberá tener la capacidad del conducción 125% de la carga.

$$I_{\text{mot25\%1.5hp}} = 0.25 \times 14.0 \text{ Amp.} = 3.50 \text{ Amp.}$$

$$I_{\text{sob}} = 14.0 + 3.50 \Rightarrow I_{\text{sob}} = 17.50 \text{ Ampères}$$



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

Aplicando factores de corrección de la capacidad de corriente por temperatura ambiente y por agrupamiento indicados en la tabla 310-16 y sus notas de la citada norma tendremos:

Considerando una temperatura ambiente de 30 °C y que el conductor se instalara en grupos de 2

$$F_{\text{coritem}} = 1.00 \quad F_{\text{corrgrp}} = 1.00$$

$$I_{\text{corr}} = \frac{17.50}{1.00 \times 1.00} \Rightarrow I_{\text{corr}} = 12.50 \text{ Ampères}$$

El conductor que posee esta capacidad de conducción lo seleccionamos de la tabla ya mencionada y es:

El calibre N° 12 AWG, que es el calibre mínimo en cables sumergibles de fabricación nacional; por lo que se opta por ampacidad instalar un conductor del calibre 12 AWG con aislamiento sumergible para 1000 Volts con temperatura máxima de operación de 75°C para ambiente seco y húmedo por cada fase.

**CONFIRMAREMOS ESTE CALIBRE POR CAIDA DE TENSION
SELECCIÓN POR CAÍDA DE VOLTAJE**

Tomando en cuenta que la caída de tensión no debe de ser mayor del 2 % y que la longitud de las terminales de Baja Tensión a la carga principal que es una bomba sumergible es de 20.0 metros determinaremos cual es el calibre más adecuado:

$$F_c = \frac{\%v \times 10 \times V}{L \times I} \quad \text{donde:} \quad \begin{aligned} \% \Delta v &= \text{Caída de tensión en porcentaje} \\ L &= \text{Longitud del circuito en metros} \\ I &= \text{Corriente nominal del circuito} \\ V &= \text{Voltaje de alimentación del circuito} \\ F_c &= \text{Factor de caída unitaria (del conductor)} \end{aligned}$$

$$F_c = \frac{2.0 \times 10 \times 240}{20.0 \times 17.50} \Rightarrow F_c = \frac{4800}{350} \quad F_c = 13.71$$

Observando la tabla de factores de caída de tensión unitaria de los conductores de la marca CONDUMEX vemos que calibre 12 AWG tiene una caída de tensión unitaria de 11.74 que es menor a los 13.71 requeridos.

Por lo que concluimos que el calibre 12 AWG seleccionado por caída de tensión es el adecuado

VI.b.2.b Selección del diámetro de la canalización para el alimentador a la bomba sumergible de acuerdo a la normatividad de la SEDE capítulo "10 TABLAS" tabla 3B "Número máximo de conductores en tubo conduit" y a las dimensiones



COMISION DEL AGUA DEL ESTADO DE VERACRUZ

proporcionadas por el fabricante de cable sumergible (CONDUMEX).

La canalización seleccionada es tubería conduit metálica galvanizada pared gruesa con un $\varnothing = 32 \text{ mm} = 1 \frac{1}{4}$ ".

VI.b.2.c Selección de la protección del motor.

De acuerdo con el Art. 430 sección N° 3 Tabla 430-152 de la NOM-001-SEDE-2005 como protección del lado de baja tensión de un motor, se deberá instalar un dispositivo con un rango no mayor del 125 % de la corriente nominal.

$$I_{\text{nomMr}} = 14.0 \Rightarrow I_{\text{procMr}} = 125\% \times 14.0 \Rightarrow I_{\text{procMr}} = 17.50 \text{ Ampères}$$

En base a dicha tabla se opta por instalar un interruptor termomagnético con marco de operación de 100 amperes a 220 Volts, tipo FAL22020 de 2 polos, con capacidad de 20 amperes continuos y 10,000 amperes RCM simétricos de la marca Square'D.

SELECCIÓN DEL CONDUCTOR DE PUESTA A TIERRA

De acuerdo a la tabla 250-95 NOM-001-SEDE-2005 para un dispositivo de protección de 20 amperes, el tamaño nominal mínimo es el calibre 12 AWG.