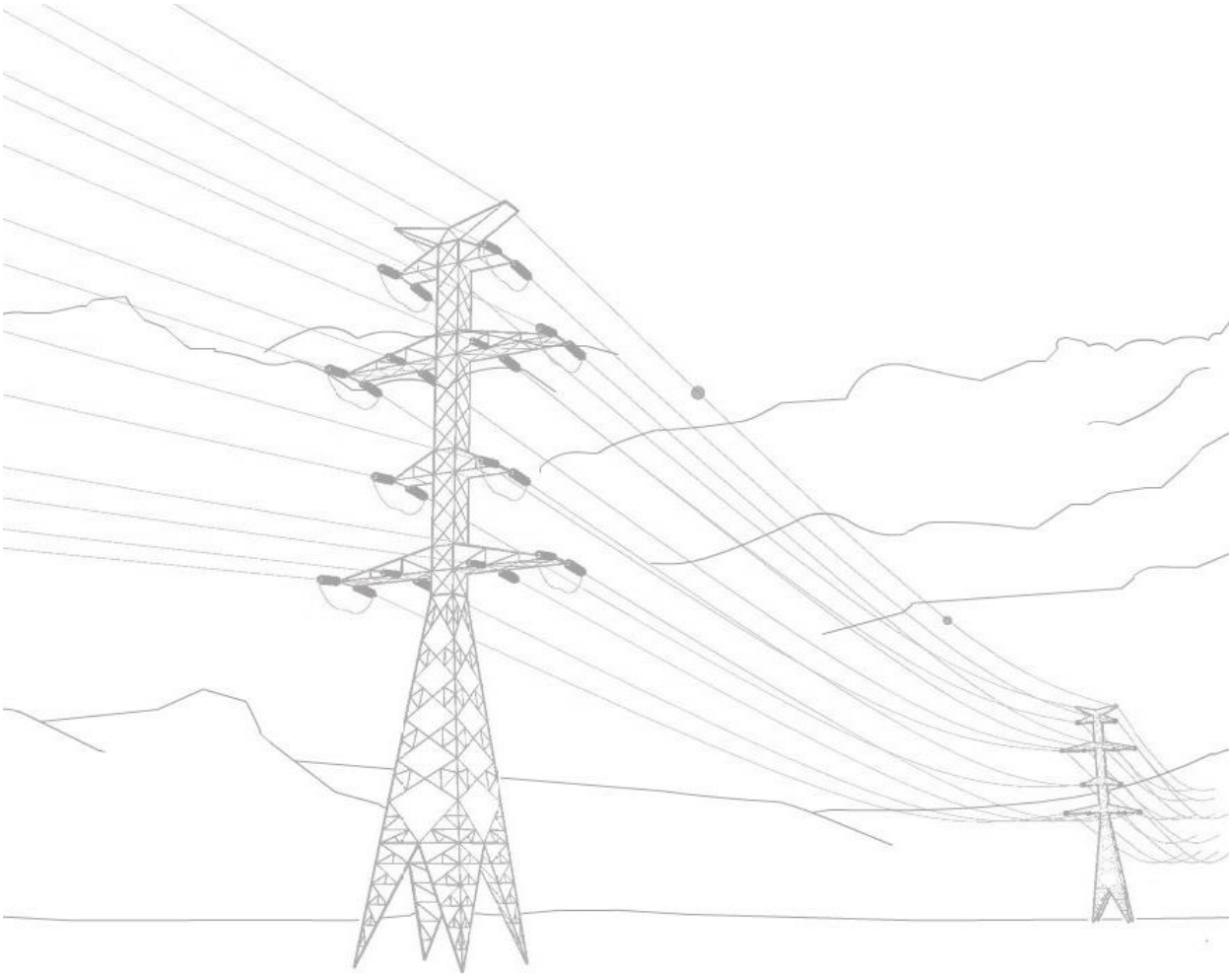


EMISIÓN	ELABORADO:	REVISADO	APROBADO:	FECHA:
PRIMERA	Ing. Jose Nuñez	Ing. Marlon Patiño	Ing. Jorge Proaño	AGOSTO 2023
SEGUNDA				
FINAL	Ing. Jose Nuñez	Ing. Marlon Patiño	Ing. Jorge Proaño	AGOSTO 2023
FIRMA		MARLON RENE PATINO SOLANO Firmado digitalmente por MARLON RENE PATINO SOLANO Fecha: 2023.08.02 18:12:29 -05'00'		

REV. ENGYWORK:

Derechos reservados sobre este documento. Queda prohibida la reproducción y/o distribución de este documento por personas o entidades ajenas al proyecto para el cual fue elaborado.

PROYECTO:	SUC ESTUDIO TÉCNICO PARA LA REPOTENCIACIÓN DE LA SUBESTACIÓN SHUSHUFINDI GD		
DOCUMENTO:	DISEÑO CIMENTACION INTERRUPTOR		
CÓDIGO:	SE-SU-23-ME-02	N° HOJA:	1/20

REV. CLIENTE

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO 3
2. NORMAS Y REFERENCIAS 3
3. SISTEMAS DE UNIDADES 3
4. MATERIALES 4
a. HORMIGÓN 4
b. ACERO DE REFUERZO 4
5. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL 4
6. HIPÓTESIS DE CARGA 8
a. CARGA VERTICAL 8
b. CARGA SÍSMICA 8
c. CARGA PARA EL DISEÑO 12
7. COMPROBACION AL VOLCAMIENTO Y PRESION EN EL SUELO 13
8. DISEÑO ZAPATA 15
9. DISEÑO COLUMNAS 20

1. INTRODUCCIÓN Y OBJETIVO

El presente documento busca describir y detallar los criterios de diseño, materiales, consideraciones y concepción estructural, así como las hipótesis de carga, análisis y diseño para la cimentación de la base del Interruptor, del proyecto: "**SUBESTACION SHUSHUFINDI".** Esta subestación está ubicada en la provincia de Sucumbios, en la población de Shshufindi.

El contenido de este Informe se resume a continuación:

Contenido 2.- Normas y Referencias: listado de referencias bibliográficas utilizadas para el análisis presentado;
Contenido 3.- Sistema de Unidades: Sistema de unidades a utilizarse en el proyecto, memorias, planos, etc;
Contenido 4.- Materiales: especificaciones básicas de los materiales utilizados;
Contenido 5.- Configuración del sistema estructural: se presenta una idea macro del sistema estructural propuesto;
Contenido 6.- Hipótesis de cargas: se presenta un análisis de las cargas consideradas para el cálculo;
Contenido 7.- Coeficientes de seguridad del sistema estructural: se presentan los factores de carga (combinaciones de carga) aplicables;
Contenido 8.- Modelos de cálculo: se presentan los modelos construidos para el análisis;
Contenido 9.- Resultados: se presentan los resultados del Análisis Estructural, así como comprobaciones básicas de los modelos;
Contenido 10.- Diseño: se presenta un ejemplo de diseño de cada elemento;
Contenido 11.- Conclusiones.

2. NORMAS Y REFERENCIAS

Las siguientes son las principales referencias utilizadas para el cálculo estructural:
i. NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-CG: Cargas (No sísmicas).
ii. NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-DS: Peligro Sísmico y Diseño Sismoresistente.
iii. NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-HA: Estructuras de Hormigón Armado.
iv. NEC, Norma Ecuatoriana de la Construcción, NEC-SE-AC: Geotecnia y Cimentaciones.
v. ACI 318S-14, Building Code Requirements for Structural Concrete.

3. SISTEMAS DE UNIDADES

Todos los productos de esta consultoría se manejarán con el Sistema Internacional de unidades (SI):

Sistema de Unidades SI

Magnitud	Unidad básica	Símbolo
Longitud	Metro	m
Masa	Kilogramo	kg
Tiempo	Segundo	s
Fuerza	Newton	N
Esfuerzo	Pascal	Pa

En base a la tabla anterior, a continuación, se presentan las principales unidades utilizadas en las necesidades de ingeniería estructural:

Unidades usuales en la práctica de ingeniería civil

Magnitud	Unidad básica	Símbolo
Dimensiones de placas	Milímetros	mm
Área de refuerzo	centímetro cuadrado	cm^2
Fuerza	KiloNewton ó Tonelada fuerza	KN ó T
Momento	KiloNewton metro ó Tonelada fuerza - metro	KN-m ó T-m
Resistencia	MegaPascal ó Kilogramo fuerza por centímetro cuadrado	MPa ó kg/cm^2

4. MATERIALES

a. HORMIGÓN

La resistencia mínima especificada del hormigón a la compresión a los 28 días (ensayada en cilindros) corresponderá a 210 kg/cm^2 o 21 MPa. El módulo de elasticidad para hormigón de densidad normal, como es el caso, se calculará con la expresión:

$$E_c = 4.7\sqrt{f'c}$$

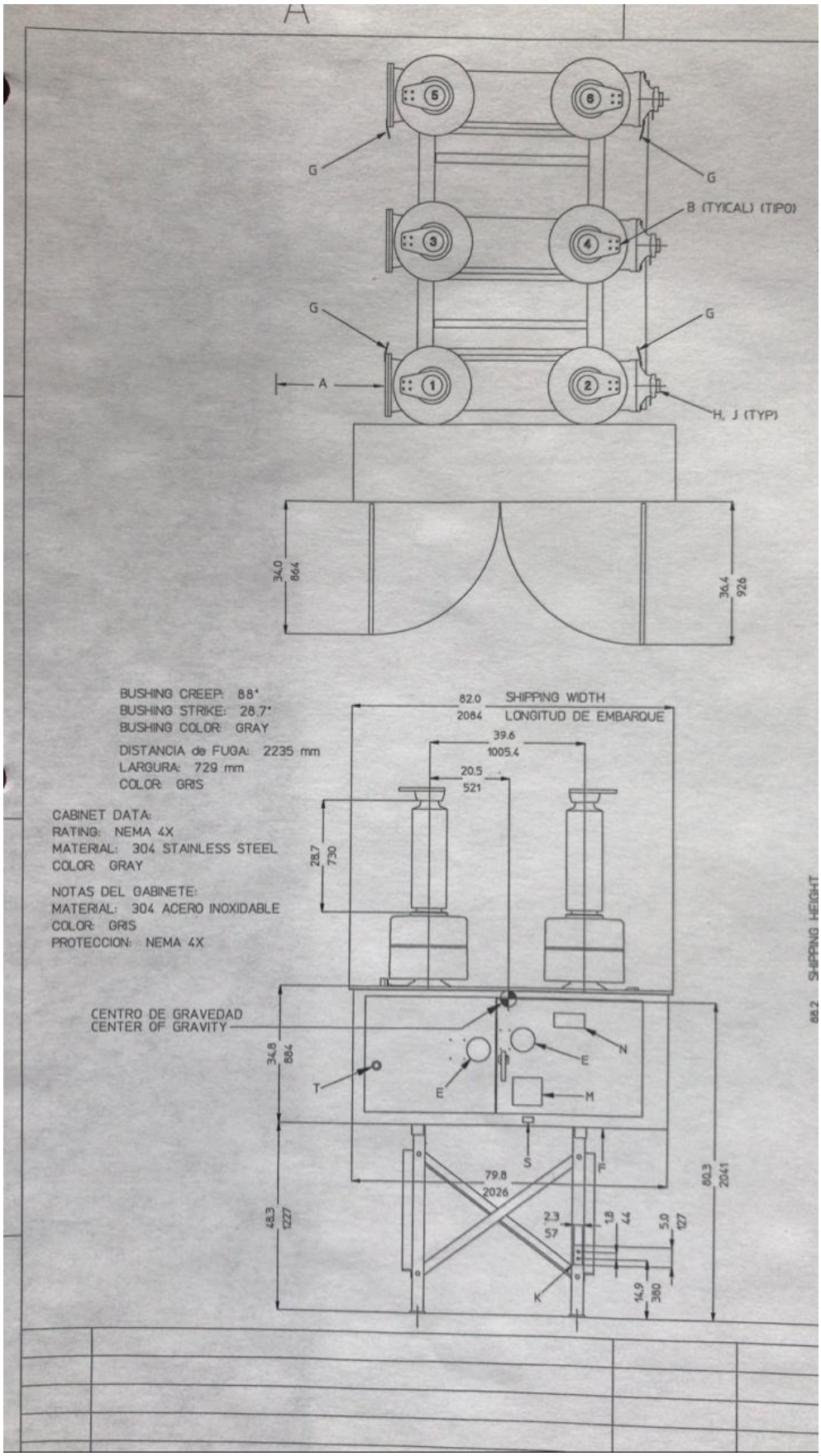
Donde:
E_c= Módulo de elasticidad hormigón (Gpa)
f'c= Resistencia a la compresión del hormigón (Mpa)
El coeficiente de Poisson es 0.20.

b. ACERO DE REFUERZO

El acero de refuerzo empleado para el hormigón armado es del tipo con resaltes ASTM A615M Gr. 60 [420] o grado A-42 de acuerdo a la INEN 102, con una tensión especificada a la fluencia mínima fy ≥ 420 MPa y con una tensión especificada a la tracción mínima de 420 MPa. El módulo de elasticidad es 200.000 MPa.

5. CONFIGURACIÓN DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

La cimentación del Interruptor se diseñó en base a las características de un equipo AREVA marca CHIN, cuya geometría y pesos se indican a continuación:


G
B (TYICAL) (TIPO)
A
H, J (TYP)
34.0
864
36.4
926
BUSHING CREEP: 88"
BUSHING STRIKE: 28.7"
BUSHING COLOR: GRAY
DISTANCIA de FUGA: 2235 mm
LARGURA: 729 mm
COLOR: GRIS
CABINET DATA:
RATING: NEMA 4X
MATERIAL: 304 STAINLESS STEEL
COLOR: GRAY
NOTAS DEL GABINETE:
MATERIAL: 304 ACERO INOXIDABLE
COLOR: GRIS
PROTECCION: NEMA 4X
82.0 SHIPPING WIDTH
2084 LONGITUD DE EMBARQUE
39.6
1005.4
20.5
521
28.7
730
CENTRO DE GRAVEDAD
CENTER OF GRAVITY
34.8
884
T
E
N
M
S
79.8
2026
48.3
1227
2.3
57
1.8
44
5.0
127
14.9
380
K
80.3
2041

D

ANCHOR BOLT LOCATION

FOUR (4) 0.75" DIA ANCHOR BOLTS REQUIRED.
3.0" MINIMUM PROJECTION ABOVE FOUNDATION.
FOUNDATION TO BE LEVEL WITHIN 0.25" AT FOUR (4) BASEPLATES. SHIM AND GROUT AS REQUIRED.

2700 lbs (1227 kg) (BREAKER WEIGHT)
29 lbs (14 kg) (SF6 GAS WEIGHT)
+ 474 lbs (215 kg) (CT WEIGHT)
= 3203 lbs (1456 kg) (TOTAL WEIGHT)

MAXIMUM DYNAMIC LOAD = 0.5g
PERMISSIBLE TERMINAL LOAD = 1.3 kN (300 lb)
MAX. TERMINAL LOAD (LONGITUDINAL) = 750 N
MAX. TERMINAL LOAD (VERTICAL) = 500 N
OPERATIONAL LOAD = 1100 N (PER PHASE)

TYPE	DT1 72.5 F1 FK
IMPULSE WITHSTAND	450 kV
MAXIMUM VOLTAGE	72.5 kV
INTERRUPTER CURRENT RATING	20 kA
CURRENT RATING	1200 A

DIMENSIONS INCHES / mm

LOCALIZACION DE LOS TORNILLOS DE ANCLAJE

SE REQUIEREN CUARTO (4) TORNILLOS CON 0.75" DE DIAMETRO CON UNA PROYECCION DESDE LA CIMENTACION DE 3" MINIMAS.
ESTOS TORNILLOS DEBEN SER SUPLIDOS PER EL CLIENTE.
EN NIVEL DE LAS BASE DE CONCRETO NO DEBE VARIAR EN ALTURA DE MAS DE 0.25" ENTRE LOS CUARTO (4) PUNTOS DE ENCLAJE DE LA ESTRUCTURA. ANADIR CUNAS O NIVELA CON CONCRETO SI NECESARIO.

2700 lbs (1227 kg) (PESO DEL INTERRUPTOR)
29 lbs (14 kg) (PESO DE SF6)
+ 474 lbs (215 kg) (PESO DE LOS TC)
=3203 lbs (1456 kg) (PESO TOTAL DEL INTERRUPTOR)

CARGA DINAMICA MAXIMA = 0.5g
CARGA PERMISIBLE EN EL TERMINAL = 1.3 kN (300 lb)
CARGA MAXIMA EN EL TERMINAL (LONGITUDINAL) = 750 N
CARGA MAXIMA EN EL TERMINAL (VERTICAL) = 500 N
CARGA DE OPERACION = 1100 N (POR FASE)

TIPO	DT1 72.5 F1 FK
BIL	450 kV
VOLTAJE MAXIMO	72.5 kV
CORRIENTE DE INTERRUPCION	20 kA
CORRIENTE CONTINUA	1200 A

DIMENCIONES: PULGADOS / MILIMETROS

LEGEND

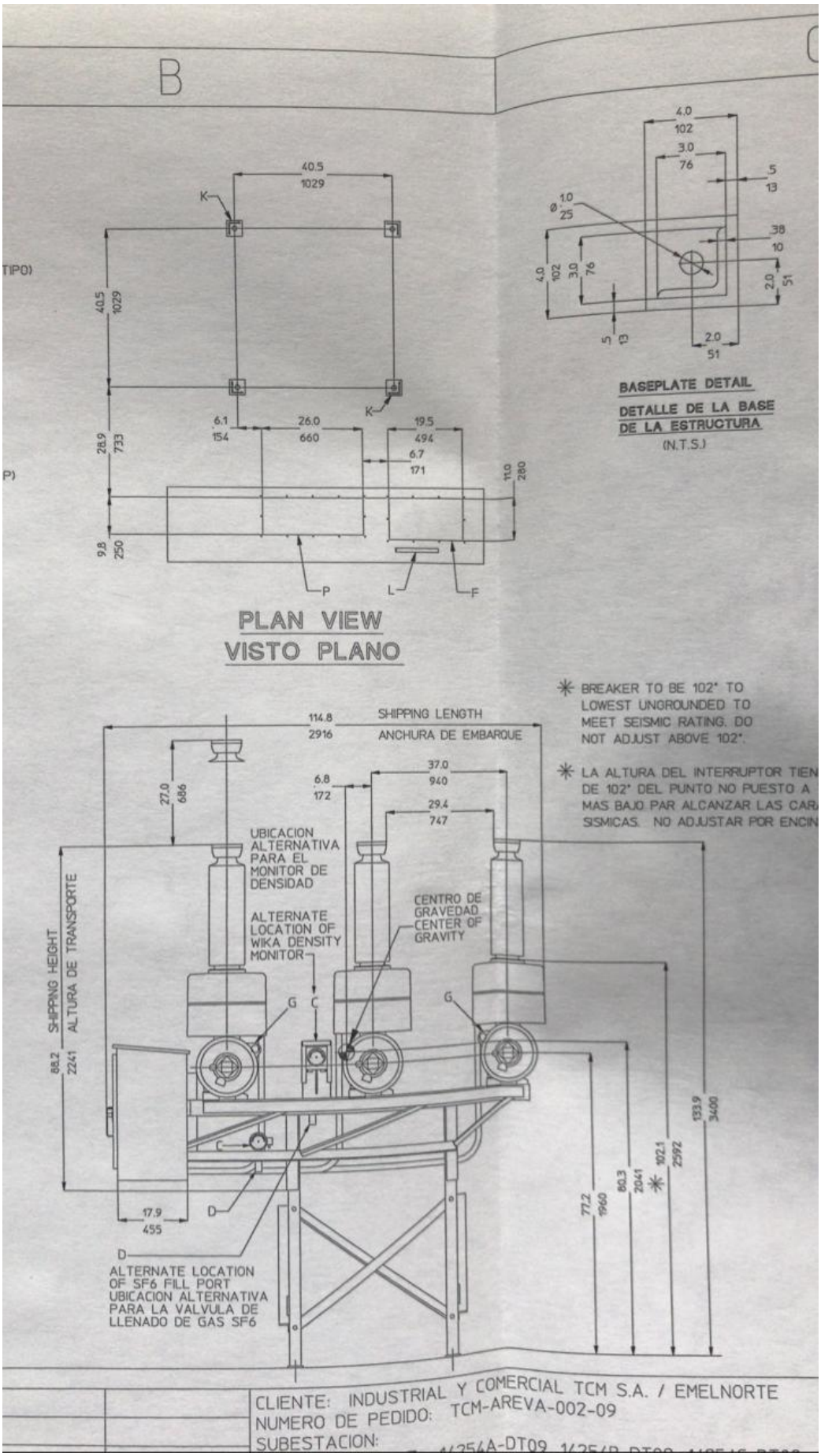
A — MIN. DISTANCE FOR INTERRUPTER REMOVAL (65 inches 1650 mm)
B -- NEMA 4-HOLE TERMINAL PAD
C -- SF6 DENSITY MONITOR
D -- SF6 FILL VALVE (DILO DN8)
E -- STORED ENERGY/POSITION INDICATOR/COUNTER
F -- CABLE ENTRANCE
G -- LIFTING LUGS
H -- PRESSURE RELIEF (RUPTURE DISK TYPE)
J -- MOLECULAR SIEVE
K -- NEMA 2 GROUND PAD
L -- CABINET GROUND BAR
M -- RATINGS NAMEPLATE
N -- BCT NAMEPLATE (INTERNAL)
P -- MECHANISM ACCESS PANEL
S -- EXTERNAL GFI
T -- E-TRIP PUSHBUTTON

LEYENDA

A -- DISTANCIA MINIMA PARA DESMONTAR LOS INTERRUPTOR (1650 mm)
B -- COJNETE CON (4) HOYOS PARA LOS TERMINALES "NEM
C -- MONITOR DE DENSIDAD PARA EL GAS SF6
D -- VALVULA DE LLENADO PARA EL GAS SF6 (DILO DN8)
E -- ENERGIA ALMACENADA INDICADORES DE POSICION
F -- ENTRADA DE CABLES. ENTRADA DE CABLES DE TC
G -- PUNTOS DE LEVANTAMIENTO
H -- VALVULA DE DESCOMPRESION
J -- MOLECULAS ABORBENTES DE HUMEDAD
K -- COJNETES DE TIERRA
L -- BARRA DE PUESTA A TIERRA
M -- PLACA DE DATOS
N -- PLACA DE DATOS DE LOS TC
P -- PLACA DEL ACCESO AL MECHANISMO
S -- ENCHUFE EXTERNO
T -- BOTON DISPARO DE EMERGENCIA

AREVA JOB # J14254

-DT0, 14254E-DT09


B
TIPO)
P)
40.5
1029
K
28.9
733
9.8
250
6.1
154
26.0
660
19.5
494
6.7
171
11.0
280
P
L
F
PLAN VIEW
VISTO PLANO
4.0
102
3.0
76
.5
13
ø 1.0
25
.38
10
2.0
51
BASEPLATE DETAIL
DETALLE DE LA BASE DE LA ESTRUCTURA
(N.T.S.)
BREAKER TO BE 102" TO LOWEST UNGROUNDED TO MEET SEISMIC RATING. DO NOT ADJUST ABOVE 102".
LA ALTURA DEL INTERRUPTOR TIEN
DE 102" DEL PUNTO NO PUESTO A
MAS BAJO PAR ALCANZAR LAS CAR
SISMICAS. NO ADJUSTAR POR ENCIN
114.8
2916
SHIPPING LENGTH
ANCHURA DE EMBARQUE
27.0
686
6.8
172
37.0
940
29.4
747
UBICACION ALTERNATIVA PARA EL MONITOR DE DENSIDAD
ALTERNATE LOCATION OF WIKA DENSITY MONITOR
CENTRO DE GRAVEDAD
CENTER OF GRAVITY
SHIPPING HEIGHT
ALTURA DE TRANSPORTE
88.2
2241
G
C
G
D
17.9
455
D
ALTERNATE LOCATION OF SF6 FILL PORT
UBICACION ALTERNATIVA PARA LA VALVULA DE LLENADO DE GAS SF6
77.2
1960
80.3
2041
102.1
2592
133.9
3400
CLIENTE: INDUSTRIAL Y COMERCIAL TCM S.A. / EMELNORTE
NUMERO DE PEDIDO: TCM-AREVA-002-09
SUBESTACION:

6. HIPÓTESIS DE CARGA

a. CARGA VERTICAL

La carga muerta o permanente se compone del peso del equipo con todos sus accesorios y el peso total del aceite; Peso del Interruptor1456kg, de acuerdo con los datos del equipo propuesto.

b. CARGA SÍSMICA

La carga de sismo, actúa directamente en el centro de gravedad vertical del Interruptor. Para el análisis espectral, se usará el espectro sísmico de respuesta elástico en aceleraciones (S_a) que representa al sismo de diseño, según los parámetros del NEC-SE-DS 2015 (sección 3.3.1.), los cuales se especifican a continuación:

Para $0 \leq T \leq T_c$ $$S_a = \eta Z F_a$$

Para $T > T_c$ $$S_a = \eta Z F_a \left(\frac{T_c}{T}\right)^r$$

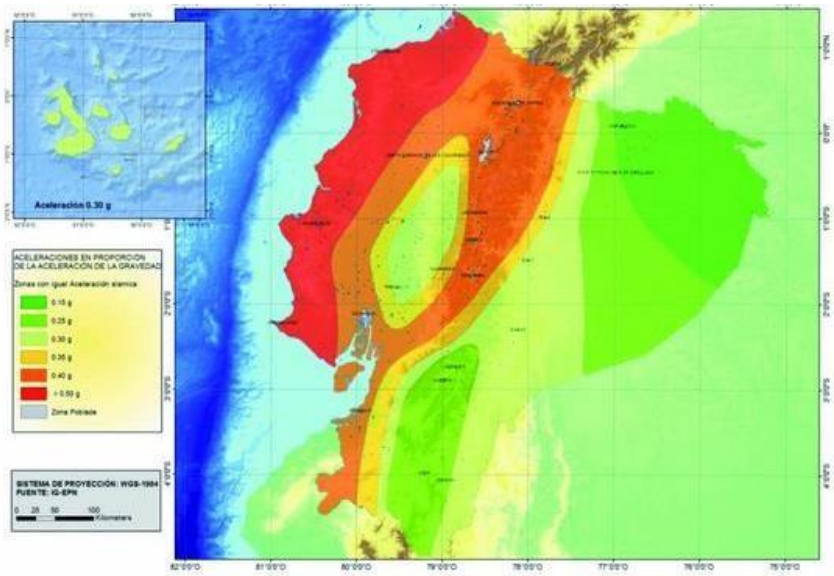


Figura 2.1. Ecuador, zonas sísmicas para propósitos de diseño y valor del factor de zona Z

Tabla 2.1. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización de la amenaza sísmica	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Se usa el valor de Z en el cálculo del espectro elástico de diseño, que representa la aceleración máxima esperada para el sismo de diseño (expresada como una fracción de la aceleración de la gravedad).

En nuestro caso se tiene una zona sísmica I, cuyo valor de Z = 0.15g, con caracterización de peligro sísmico intermedia.

Geología Local

Se asume un perfil de suelo tipo C, de acuerdo al informe del estudio de suelos presentado.

η Es la razón entre la aceleración espectral S_a (T=0.1 s) y el PGA (peak ground acceleration) para el período de retorno seleccionado, en este caso η= 2.48.

Coeficiente de importancia

Se la clasifica dentro de la categoría: edificación esencial, por ser una estructura que alberga equipos de generación y distribución eléctrica; y por lo tanto tiene un coeficiente I=1.5.

Configuración estructural

En este bloque los requerimientos en planta no son muy regulares y simples, por lo que no se sanciona el coeficiente de irregularidad en planta $ø_p$= 1.0, en elevación la edificación es regular por lo que el coeficiente de irregularidad en elevación $ø_e$= 1.0.

Factor de reducción de resistencia sísmica R

Este factor permite una reducción de fuerzas sísmicas de diseño. Lo cual se permite siempre y cuando las estructuras y sus conexiones desarrollen un mecanismo de falla previsible y una adecuada ductilidad. Dentro de los sistemas dúctiles en la tabla 15 del NEC-SE-DS 2015 se encasilla a esta estructura como: Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes, cuyo Coeficiente R= 3.

Valores del coeficiente de reducción de respuesta estructural R	
Reservorios y depósitos, incluidos tanques y esferas presurizadas, soportados mediante columnas o soportes arriostrados o no arriostrados.	2
Silos de hormigón fundido en sitio y chimeneas que poseen paredes continuas desde la cimentación	3.5
Estructuras tipo cantiléver tales como chimeneas, silos y depósitos apoyados en sus bordes	3
Naves industriales con perfiles de acero	3
Torres en armadura (auto-portantes o atirantadas)	3
Estructuras en forma de péndulo invertido	2
Torres de enfriamiento	3.5
Depósitos elevados soportados por una pila o por apoyos no arriostrados	3
Letreros y carteleras	3.5
Estructuras para vallas publicitarias y monumentos	2
Otras estructuras no descritas en este documento	2

Tabla 18 : Factor de reducción de respuesta R para estructuras diferentes a las de edificación

Período de vibración T

El período de vibración aproximado de la estructura, para cada dirección principal será estimado mediante la siguiente expresión:

$$T = C_t h_n^{\alpha}$$

Para este tipo de estructura que se basa en pórticos especiales de hormigón armado sin muros estructurales ni diagonales rigidizadoras, se tienen los siguientes coeficientes: C_t= 0.055 y α= 0.9.

Cortante basal de diseño

El cortante basal de diseño V, aplicado en una dirección principal específica a nivel de cargas últimas, se determina mediante la siguiente expresión:

$$V = \frac{I \cdot S_a(T_a)}{R \cdot \emptyset_P \cdot \emptyset_E} W$$

Todos estos parámetros ya han sido antes definidos, excepto el peso reactivo W, que según el NEC-SE-DS 2015 (art. 6.1.7) equivale al peso de carga muerta total de la estructura para casos generales.

Distribución lateral de las fuerzas sísmicas horizontales

Las fuerzas laterales de cálculo deben ser distribuidas en toda la altura de la estructura en una distribución lineal triangular, similar al modo de vibración del período fundamental T_a, con la siguiente expresión:

$$F_x = \frac{W_x h_x^k}{\sum_{i=1}^{n} W_i h_i^k} V$$

Donde k es un coeficiente relacionado con el período de vibración de la estructura, en nuestro caso equivale a 1.0. Luego la estructura presenta un solo macizo que actúa como piso o diafragma rígido de manera que F_x se aplicará toda su magnitud en este nivel.

Espectro de diseño sísmico de respuesta en aceleraciones

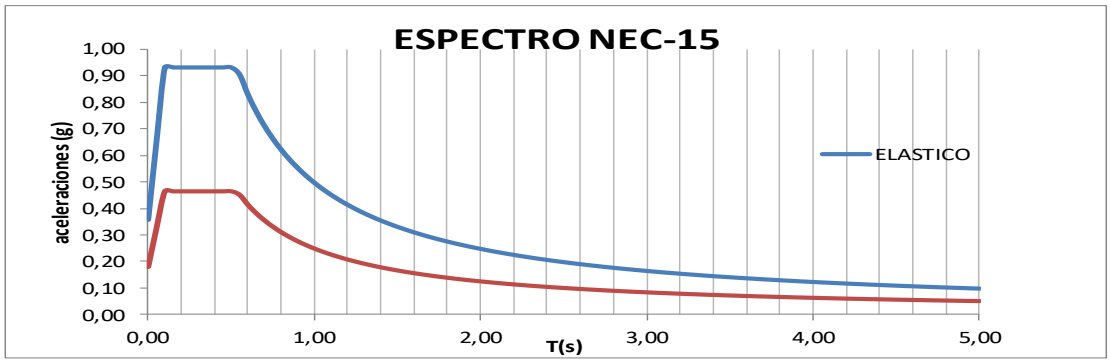
Los resultados del compendio de todos los datos anteriormente definidos se tienen en el siguiente cuadro, donde constan los valores de entrada para el cálculo del espectro:

ESPECTRO NEC-SE-DS

DATOS:		
Z	I	(Zona sísmica NEC-SE-DS figura 1)
SUELO	D	(Tipo de suelo NEC-11 Tabla 2)
LOC	ORIENTE	(Región o provincia)
Fdu	0,95	(Factor de unidades)
I	1,50	(Factor de importancia NEC-11 Tabla 6)
R	3,00	(Factor de reducción inelástico NEC-SE-DS Tabla 18)
ϕp	1,00	(Factor de reducción inelástico NEC-SE-DS Tabla 13)
ϕe	1,00	(Factor de reducción inelástico NEC-SE-DS Tabla 14)
Ct	0,055	(Factor NEC-11 6.3)
hn	4,00 m	(Altura de la estructura)
α	0,90	(Factor NEC-11 6.3)
Cálculos:		
Ta	0,19 s	(Periodo de vibración - Método 1)
Ta	0,25 s	(Periodo de vibración - Método 2)
Tad	0,19 s	(Periodo para calcula el Basal estático)
η	2,60	(Relación entre la aceleración espectral Sa=0,1 s y el PGA en T)
r	1,00	
Ag	0,15	(Aceleración de roca)
Fa	1,60	(Factor de amplificación de suelo)
Fd	1,62	(Factor desplazamientos para diseño en roca)
Fs	1,02	(Factor de comportamiento no lineal suelos)
To	0,10 s	
Tc	0,57 s	
I/(R*ϕp*ϕe)	0,5000	
V (T)	**0,2976 W**	(Cortante basal estático para pre diseño)

Tabla resumen del cálculo del Corte Basal

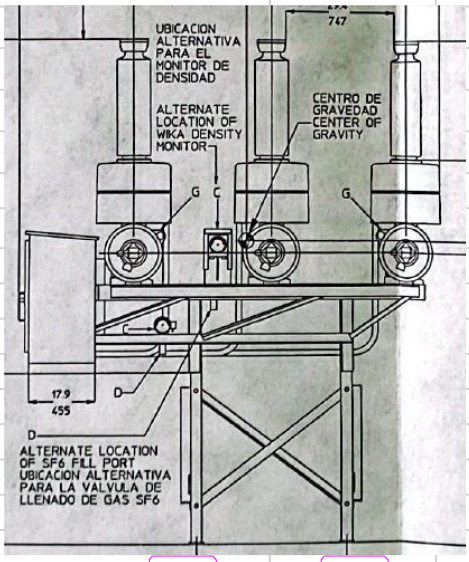
Y en función de los valores anteriores, se obtienen el espectro sísmico de diseño inelástico, como se muestra en la siguiente figura:

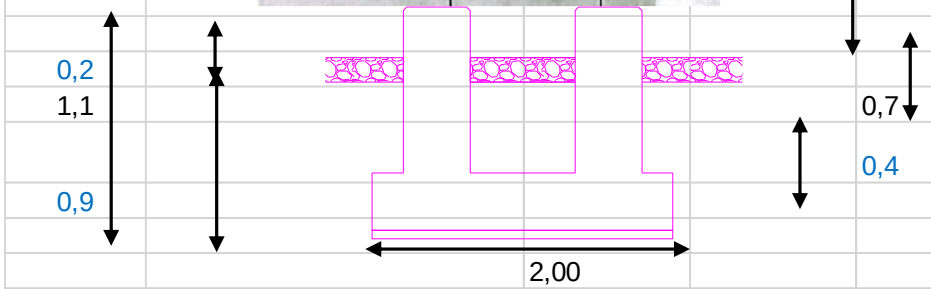


Espectro sísmico de aceleraciones que representa al sismo de diseño

c. CARGA PARA EL DISEÑO

	EXCENTRICIDAD TRANSFORMADOR EN Y	0	
			P
	Pequipo=	1456	Kg

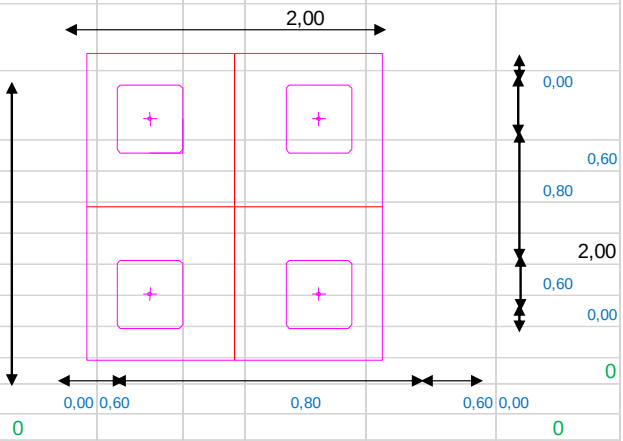




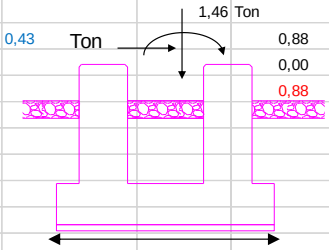
7. COMPROBACION AL VOLCAMIENTO Y PRESION EN EL SUELO

DISEÑO DE LA CIMENTACION DE DISYUNTOR

σs =	15,00	T/m^2	
f'c =	240	Kg/cm^2	
fy =	4200	Kg/cm^2	
γ_H=	2,40	T/m^3	
γs=	2,00	T/m^3	
γαχειτε=	0,90	T/m3	
ø	30,00	0,523599	**rad**
øarrancamiento	20,00	0,349066	**rad**



X



0,88	T-m	SISMO
0,00	T-m	EXCENTRICIDAD
0,88	T-m	TOTAL

COMPROBACIÓN DE LA ESTABILIDAD AL VOLCAMIENTO EN EL SENTIDO MÁS DESFAVORABLE

	HORMIGON												
		2,00	x	2,00	x	0,40	x	2,40	=	3,84	x	1	= 3,84
1	x	0,80	x	0,80	x	0,70	x	2,40	=	1,08	x	1	= 1,08
1	x	2,00	x	0,00	x	0,70	x	2,40	=	0,00	x	0	= 0,00
		2,00	x	0,00	x	0,70	x	2,40	=	0,00	x	2	= 0,00
2		2,00	x	0,00	x	0,70	x	2,40	=	0,00	x	1	= 0,00
									=	4,92			4,92
	SUELO												
		0,00		2,00		0,50		2,00		0,00		0	0,00
		0,00		2,00		0,50		2,00		0,00		2,00	0,00
2		2,00		0,00		0,50		2,00		0,00		1	0,00
										0,00			0,00
1		0,00		2,00		0,50		2,00		0,00		1	0,00
		PESO DEL EQUIPO								1,46			
								$\sum P =$		6,38	T.	Mr=	4,92 T-m

Mv=	0,88	+	0,43	x	1,10
Mv=	1,36	T-m			

FS= $\frac{Mr}{Mv}$

FS= $\frac{4,92}{1,36}$

FS= 3,61 > 3 **Cumple**

e= $\frac{M}{\sum P}$ < $\frac{L}{6}$

e= $\frac{1,36}{6,38}$ < $\frac{2,00}{6,00}$

e= 0,21 < 0,33 **oK**

COMPROBACIÓN DE LAS PRESIONES EN EL TERRENO

$$PNS = \frac{P}{A_{fadp}} \pm \frac{6 * M}{S * L^2}$$

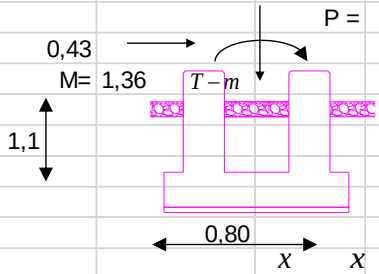
PNS= $\frac{6,38}{4} \pm \frac{8,17}{8,00}$

PNS_1=	2,61	T/m^2	<	σs=	15,00	T/m^2	**Cumple**
PNS_2=	0,57	T/m^2	<	σs=	15,00	T/m^2	**Cumple**

8. DISEÑO ZAPATA

DISEÑO BASE CENTRAL APOYO TRANSFORMADOR

σs =	15,00	T/m^2		CMequipo=	1456	Kg	1.2CM=	7,65 T
pedestal	0,80	x 0,80		CV=	0	Kg	1.0CV=	0,00 T
f'c =	240	Kg/cm2		CMestruc=	#¡REF!	Kg	1.0SX=	0,43 T
fy =	4200	Kg/cm2		Cconductor=	0	Kg		
				Peso Hormigón=			4,92	Ton
					M en el suelo=		0,48	Ton-m



ADOPTAMOS POR GEOMETRIA DE EQUIPO 2,00 x 2,00 → AF = 4,00 m2

$$PNS = \frac{P}{A_{fadp}} \pm \frac{6 * M}{S * L^2}$$

$$PNS = \frac{7,65}{4} \pm \frac{8,17}{8}$$

PNS1=	2,93	T/m^2	<	σs=	15,00	T/m^2	**oK**
PNS2=	0,89	T/m^2	<	σs=	15,00	T/m^2	**oK**

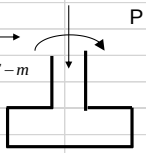
DISEÑO DE LA CIMENTACION INTERRUPTOR 69 kv

σs =	7,00	T/m^2		CMequipo=	1456	Kg	1.2CM=	1,75	Ton
columna	80,00	x 80,00	dos columnas de 0,40	CV=	30	Kg	1.0CV=	0,03	Ton
f'c =	210	Kg/cm2		CMestruc=	0	Kg	1.4SX=	1,05	Ton
fy =	4200	Kg/cm2		Cconductor=	100	Kg			
				Peso Hormigón+Peso suelo=			9,58	Ton	
				Msuelo=			1,37	Ton-m	

P = 11,36 Ton

1,05

M= 1,83 $T-m$



$$AF = \frac{P*\%P}{\sigma s}$$

AF = 1,79 m2

AF = 1,34 x 1,34 = 1,79 m2

ADPOPTAMOS 1,80 x 1,80 → AF = 3,24 m2

$$PNS = \frac{P}{A_{fadp}} \pm \frac{6*M}{S*L^2}$$

$$PNS = \frac{11,36}{3,24} \pm \frac{19,25}{5,832}$$

PNS1=	6,81	T/m^2	<	σs=	7,00	T/m^2	**oK**
PNS2=	0,20	T/m^2	<	σs=	7,00	T/m^2	**oK**

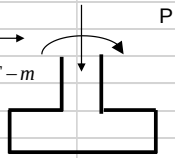
DISEÑO DE LA CIMENTACION INTERRUPTOR 69 kv

σs =	7,00	T/m^2		CMequipo=	1456	Kg	1.2CM=	1,75	Ton
columna	80,00	x 80,00	dos columnas de 0,40	CV=	0	Kg	1.0CV=	0,00	Ton
f'c =	210	Kg/cm2		CMestruc=	0	Kg	1.4SX=	1,44	Ton
fy =	4200	Kg/cm2		Cconductor=	100	Kg			
				Peso Hormigón+Peso suelo=			8,59	Ton	
				Msuelo=			2,46	Ton-m	

P = 10,33 Ton

1,44

M= 1,21 $T-m$



$$AF = \frac{P*\%P}{\sigma s}$$

AF = 1,62 m2

AF = 1,27 x 1,27 = 1,62 m2

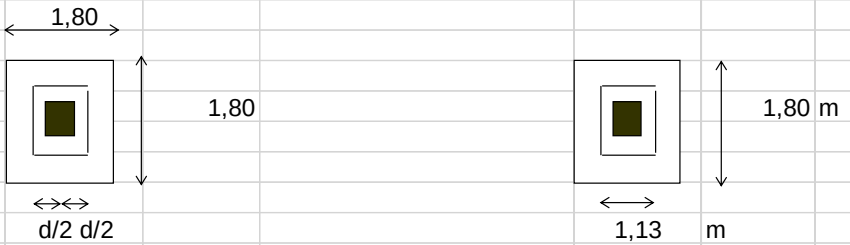
ADPOPTAMOS 1,80 x 1,80 → AF = 3,24 m2

$$PNS = \frac{P}{A_{fadp}} \pm \frac{6*M}{S*L^2}$$

$$PNS = \frac{10,33}{3,24} \pm \frac{22,02}{5,832}$$

PNS1=	6,97	T/m^2	<	σs=	7,00	T/m^2	**oK**
PNS2=	-0,59	T/m^2	<	σs=	7,00	T/m^2	**oK**

1.- CHEQUEO DE PUNZONAMIENTO



hmin = 40,00 cm
d= hmin-rec
d= 33 cm

CORTANTE POR PUNZONAMIENTO

Vu = (A-Apun)*PNS
Vu = $\left(\left(1{,}8 \times 1{,}80\right) - \left(\quad \times 1{,}13 \quad 1{,}13\right)\right) \times 3{,}51$

Vu = 6,88 T

CORTANTE ADMISIBLE POR PUNZONAMIENTO

vp = $1.06 * \sqrt{f'c}$

vp = $1.06 * \sqrt{210}$

vp = 15,36 Kg/cm2

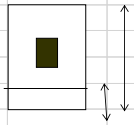
vc = $\dfrac{Vu}{\phi * bo * d}$

vc = $\dfrac{6{,}88 \times 1{,}50 \times 1000}{0{,}75 \times 452 \times 33}$

vc = 0,92 Kg/cm2

vc	**<**	**vp**	
0,92	**<**	**15,36**	**oK**

2.- CHEQUEO POR CORTANTE



1,80 m

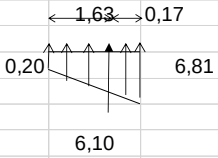
0,17 m

V = (0,17 x 1,80) x 6,45

V = 1,97 T

vp = $0{,}53\sqrt{f'c}$

vp = 7,68 Kg/cm2



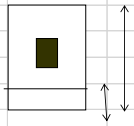
$$vc = \frac{V}{\phi * b * d}$$

$$vc = \frac{1{,}97 \times \times 1000}{0{,}85 \times 180 \times 33}$$

vc = 0,39 Kg/cm2

vc	<	vp	
0,39	**<**	**7,68**	**oK**

2.- CHEQUEO POR CORTANTE



1,80 m

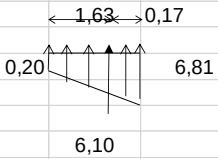
0,17 m

V = (0,17 x 1,80) x 6,45

V = 1,97 T

vp = $0{,}53\sqrt{f'c}$

vp = 7,68 Kg/cm2



$$vc = \frac{V}{\phi * b * d}$$

$$vc = \frac{1{,}97 \times \times 1000}{0{,}85 \times 180 \times 33}$$

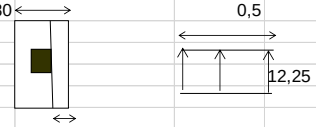
vc = 0,39 Kg/cm2

vc	<	vp	
0,39	**<**	**7,68**	**oK**

SECCION TRANSVERSAL (CON EFECTO POR CARGA SÍSMICA)

ARMADURA INFERIOR

1,80 ⟷ 0,5



0,5

M= 1,531833271

M= 153183,3271

ρ cal = 0,00021

ρmin = 0,0033

ρ = 0,00180

REFUERZO LONGITUDINAL

As = ρ*b*d

As = 0,0033 x 180,00 x 33

As = 19,60 cm²

ADOPTAMOS : db = 14 mm

Ab = 1,54 cm²

Nb = As / Ab

Nb = 19,60 / 1,54

Nb = 12,73 → 14,00 varillas

ESPACIAMIENTO S: S = (180 - rec) / 13,00 rec= 7,00 cm

S = 12,77 cm

1 ϕ 14 mm @ 12,77 cm

ARMADURA SUPERIOR

$Ast = 0.0018xbxh$

Ast= 10,69 cm²

ADOPTAMOS : db = 12 mm

Ab = 1,13 cm2

Nb = As / Ab

Nb = 10,69 / 1,13

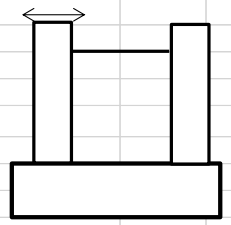
Nb = 9,45 → 10,00 varillas

ESPACIAMIENTO S: S = (180,00 - rec) / 9,00 rec= 7,00 cm

S = 18,44 cm

1 ϕ 12 mm @ 18,44 cm

9. DISEÑO COLUMNAS

DISEÑO DE LA CIMENTACION INTERRUPTOR

				CÁLCULO DE ESTRIBOS POR CONFINAMIENTO					
f'c =	210	Kg/cm2							
fy =	4200	Kg/cm2							
columna	40,00	x40,00	dos columnas de 0,40	s =	10	cm	$\Phi_{estribo}$=	10	mm
rec=	4,00	cm							
				→ h" =	30	cm	↑ h" =	30	cm
	0,40			Ag =	1600	cm^2	Ac =	900	cm^2
				Ash 1 =	3,50		Ash 2 =	1,35	
					Ash =	3,50	cm^2		
				→	E: 1 Φ 10 mm @ 10 cm Y 20 cm				
					V: 2 Φ 10 mm @ 10 cm Y 20 cm				
		1,80							
As=	0,01								
As=	16,00	cm^2							
ϕ =	16	mm							
Area =	2,01	cm^2							
	# VARILLAS	AREA							
	8	x 2,01	= 16,08