

**ANEXO 3. Análisis otros profesionales.**

ANEXO 3.1 LFO Suelos

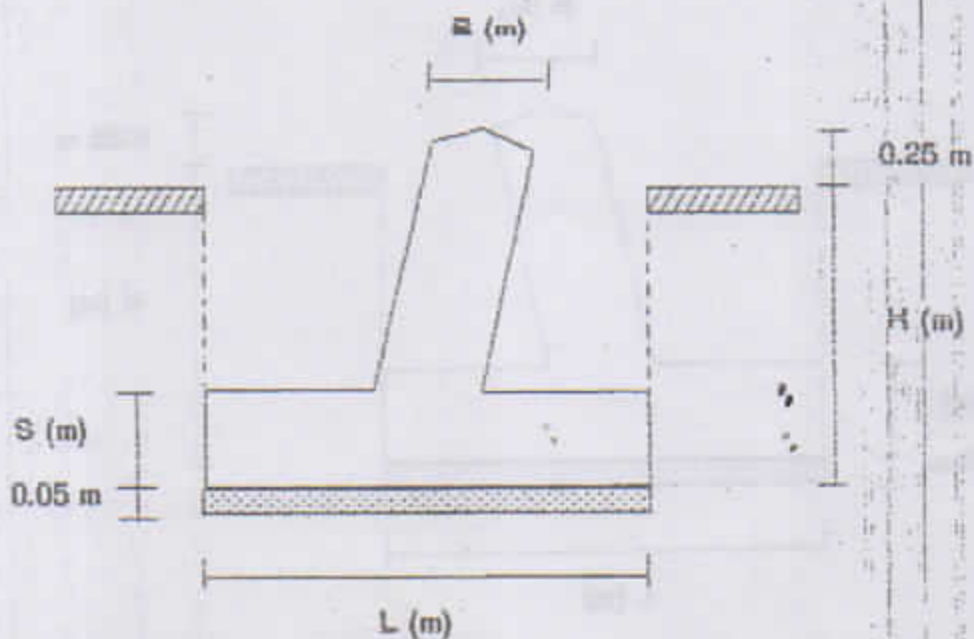
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRAS: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SYECA SADE. S.A.

LT 230/500 KV

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"

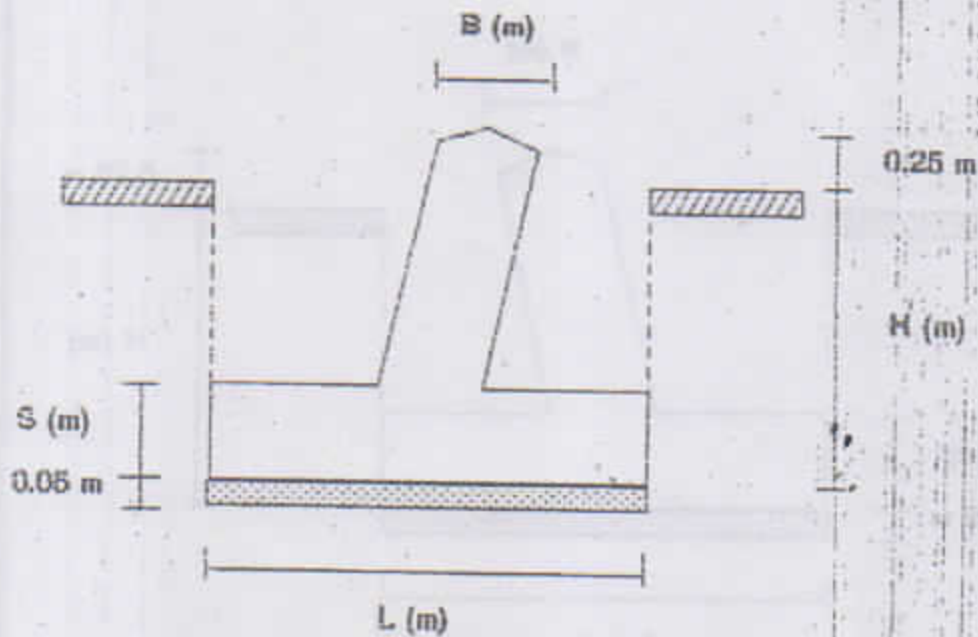
07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\mu$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.75	L [m]	= 2.95	COMPRESION	= (35.096)	COMPRESION	
$\gamma_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 13.530		
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 10.045		0.8
$\beta$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5.189	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$f_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \times S$ [m <sup>3</sup> ]	= 2.61	$L^2 \times H$	= 17.41	COMPRESION			
$H1/3 \times (L^2 + B^2 + L \times B)$	= 0.00	$2 \times \tan(\alpha) \times L \times H^2 \times 2$	= 6.21	$\sigma_{max}$ aplicado			0.75
$B^2 \times (H2 + H3)$	= 0.70	$\pi/3 \times (TB \times \alpha)^2 \times H^2 \times 3$	= 0.68	ARRANCAMIENTO		OK	
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 3.31	SUBTOTAL =	= 24.29	(PESO C+PESO S)/ARR.	=		5.07
$W_c$ (KE)	= 7.951	TOTAL $V_s$	= 20.98			OK	
		$W_s$	= 33.568				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		EFUERIOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\phi$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.0	L [m]	= 2.60	COMPRESION	= (35,096)	COMPRESION	
$\gamma_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,600	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 13,536		1.0
$\alpha$ [°]	= 30	a [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 10,045	ARRANCAMIENTO	
$\delta$ [RAD]	= 0.32	H1[m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5,189		1.75
		H2[m]	= 1.70	$f_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		
		H3[m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \cdot 2s$ [m <sup>3</sup> ]	= 2.03	$L^2 \cdot 2H$	= 13.52	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + L \cdot B)$	= 0.00	$2 \cdot \tan(\alpha) \cdot L \cdot H^2 \cdot 2$	= 8.68	$\sigma_{max}$ aplicado			0.95
$B^2 \cdot 2 \cdot (H2 + H3)$	= 0.70	$\alpha/3 \cdot (TG \alpha)^2 \cdot H^2 \cdot 3$	= 1.71	ARRANCAMIENTO		OKEY	
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 2.73	SUBTOTAL =	= 25.91	(PESO C+PESO S)/ARR.			2.95
$W_c$ [KG]	= 6,552	TOTAL $V_s$	= 21.18			OKEY	
		$W_s$	= 33,890				

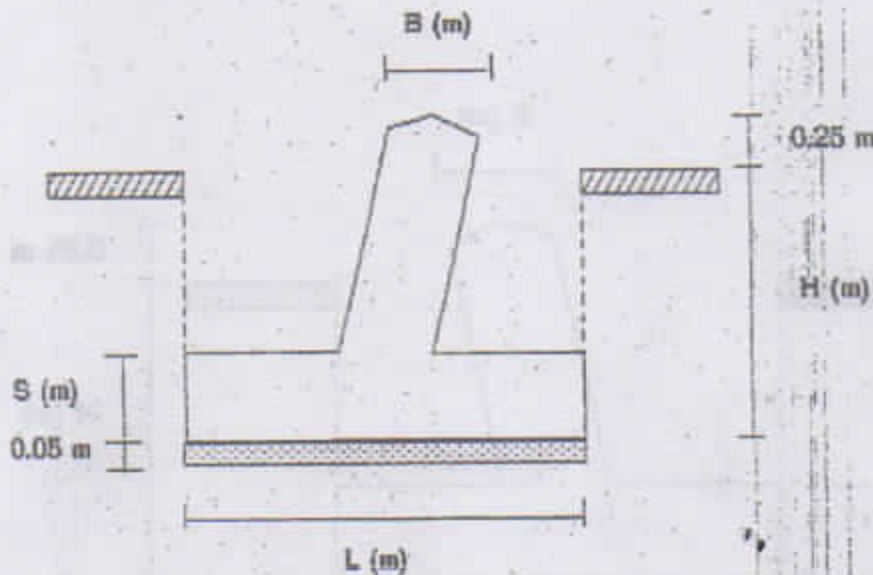


LFO 4408

TIPO 1 — 0.5  
 2 — 0.75  
 3 — 1.0  
 4 — 1.5  
 5 — f0.52m

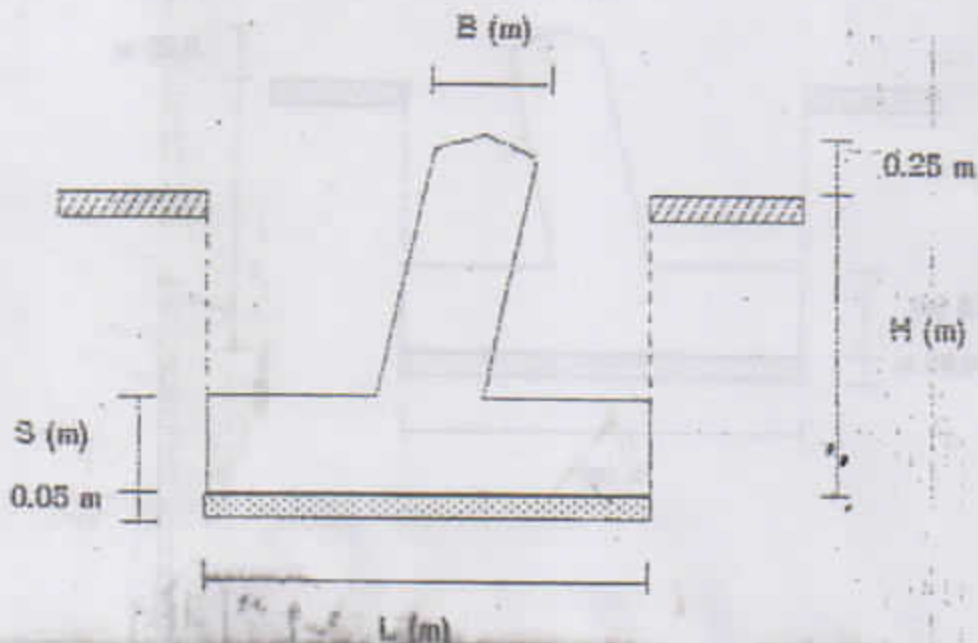
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV SUAVID-SURSCA-TORCA  
 CONTRATO N: 9677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 3.40	COMPRESION	= (21,533)	COMPRESION	
$\sigma_0$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 60,000		
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.35	CORTE TRANSV.	= 26,325		0.5
$\epsilon$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 10,377	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.65	$\sigma_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$\Sigma V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 10.21	L <sup>2</sup> *2H	= 58.32	COMPRESION			
$H1/3 + (L^2 + B^2 + LKB) =$	= 0.00	2Htan( $\alpha$ )VLH <sup>2</sup>	= 10.70	$\sigma_{max}$ aplicado			0.49
$B^2(H2+H3)$	= 0.93	$\pi/34(16 \cdot \alpha)^2 H2^3$	= 0.62	ARRANCAMIENTO			OK
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 11.14	SUBTOTAL	= 69.65	(PESO C+PESO S)/ARR.			2.01
Wc (KG)	= 26,729	TOTAL Vs	= 58.51				OK
		Ws	= 93.613				



EMPRESA DE ENERGIA DE EGGOTI  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVEGA SADE. S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERIOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.5	L [m]	= 4.10	COMPRESION	= (81,535)	COMPRESION	
$\sigma_s$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	= 1,600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 60,000		
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.35	CORTE TRANSV.	= 24,375		1.5
$\alpha$ (RAD)	= 0.52	H1[m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 10,377	ARRANCAMIENTO	
		H2[m]	= 2.05	$\sigma_c$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	= 2,400		
		H3[m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.40	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHECKEO SEGURIDAD			
$L^2H$ [m <sup>3</sup> ]	= 5.88	$L^2H$	= 40.34	COMPRESION			
$H1/3(L^2+B^2+LH)$	= 0.00	$2H \tan(\alpha) L H^2$	= 19.90	$\sigma_{max}$ aplicado		OKEY	0.92
$B^2H(H2+H3)$	= 1.13	$\alpha/3(16 \alpha)^2 H^2$	= 3.01	ARRANCAMIENTO			
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 7.01	SUBTOTAL	= 63.25	(PESO C+PESO S)/ARR.	=		1.76
$W_c$ (KG)	= 16,825	TOTAL $V_s$	= 56.24			OKEY	
		$W_s$	= 89,979				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GUARACA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

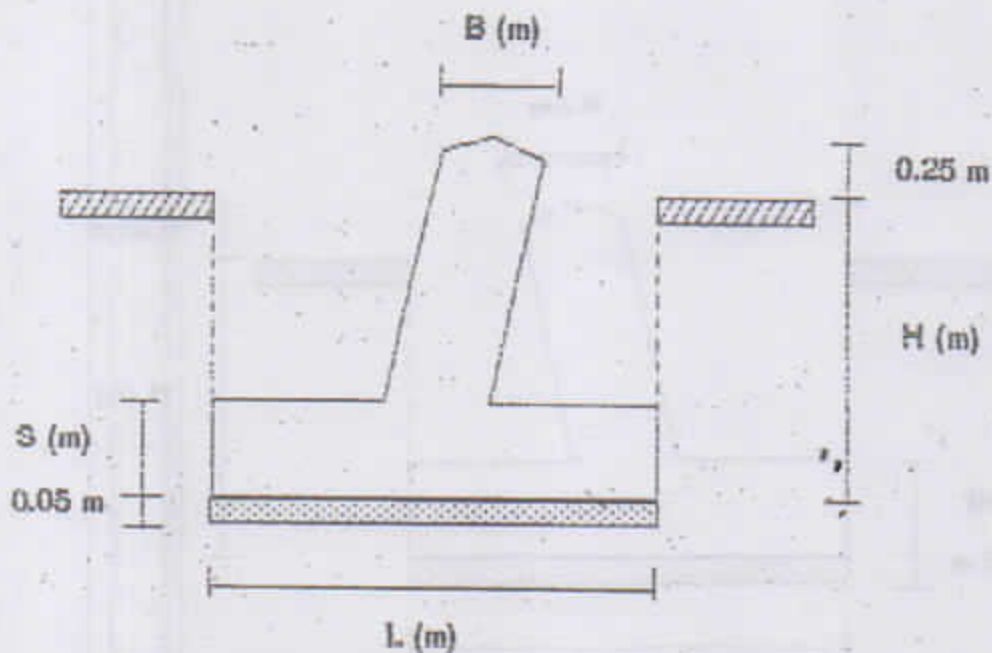
50115073

LT 230/500 KV

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"

07-Dct-92

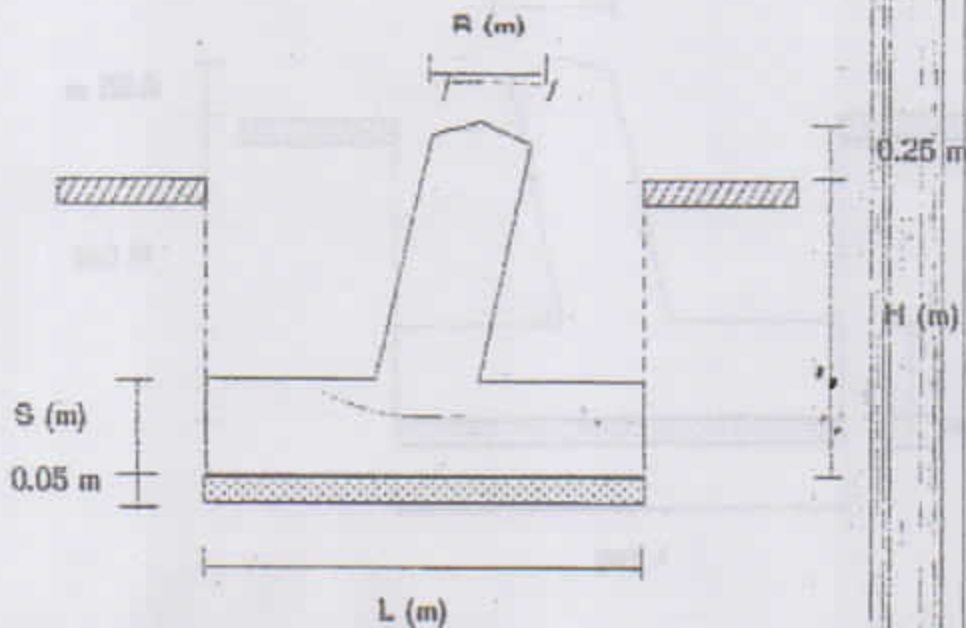
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 6.00	COMPRESION	= (81,533)	COMPRESION	
$\rho_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 800	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 60.000		1
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.35	CORTE TRANSV.	= 26.325		0.5
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 10.377	ARRANCAMIENTO	2
		H2 [m]	= 2.05	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		1.75
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		
		H' [m]	= 2.40	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \cdot s$ [m <sup>3</sup> ]	= 12.60	$L^2 \cdot H$	= 86.40	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + L \cdot B)$	= 0.00	$2 \cdot \tan(\alpha) \cdot L \cdot H^2 \cdot 2$	= 18.36	$\sigma_{max}$ aplicado			0.42
$B^2 \cdot (H2 + H3)$	= 1.13	$\pi/3 \cdot (TB \cdot \alpha)^2 \cdot H^2 \cdot 3$	= 1.20	ARRANCAMIENTO			OKEY
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 13.73	SUBTOTAL	= 105.95	(PESO C + PESO S) / ARR.	=		1.78
$W_c$ (KG)	= 32,945	TOTAL $V_s$	= 92.22				OKEY
		$W_s$	= 73,779				



# LFO 4408

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVID-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"				07-Oct-72
CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD	
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.5	L [m] = 3.60	COMPRESION = 135,096	COMPRESION	
$\rho_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 1.600	B [m] = 0.60	ARRANCAMIENTO = 13,530		
$\alpha$ [°] = 20	s [m] = 0.30	CORTE TRANSV. = 10,045	0.5	
$\alpha$ [RAD] = 0.35	H1 [m] = 0.00	CORTE LONGIT. = 5,189	ARRANCAMIENTO	
	H2 [m] = 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2,400		
	H3 [m] = 0.25	$f'c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75	
	H [m] = 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200		
<b>VOL. Y PESO DEL CONCRETO</b>	<b>VOL. Y PESO DEL SUELO</b>	<b>CHEQUEO SEGURIDAD</b>		
L <sup>2</sup> 19 [m <sup>3</sup> ] = 3.89	L <sup>2</sup> 1H = 25.92	COMPRESION		
H1/3 * (L <sup>2</sup> +B <sup>2</sup> +L1B) = 0.00	2 * tan( $\alpha$ ) * L1H2 * 2 = 7.57	mas aplicado	0.50	
B <sup>2</sup> 1(H2+H3) = 0.70	s/3 * (TG $\alpha$ ) * 2H2 * 3 = 0.68	ARRANCAMIENTO		
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ] = 4.59	SUBTOTAL = 34.18	(PESO C+PESO S)/ARR. =	4.31	
Wc (KG) = 11,016	TOTAL Vs = 29.59			
	Ws = 47,336			





EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION-500 KV GUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

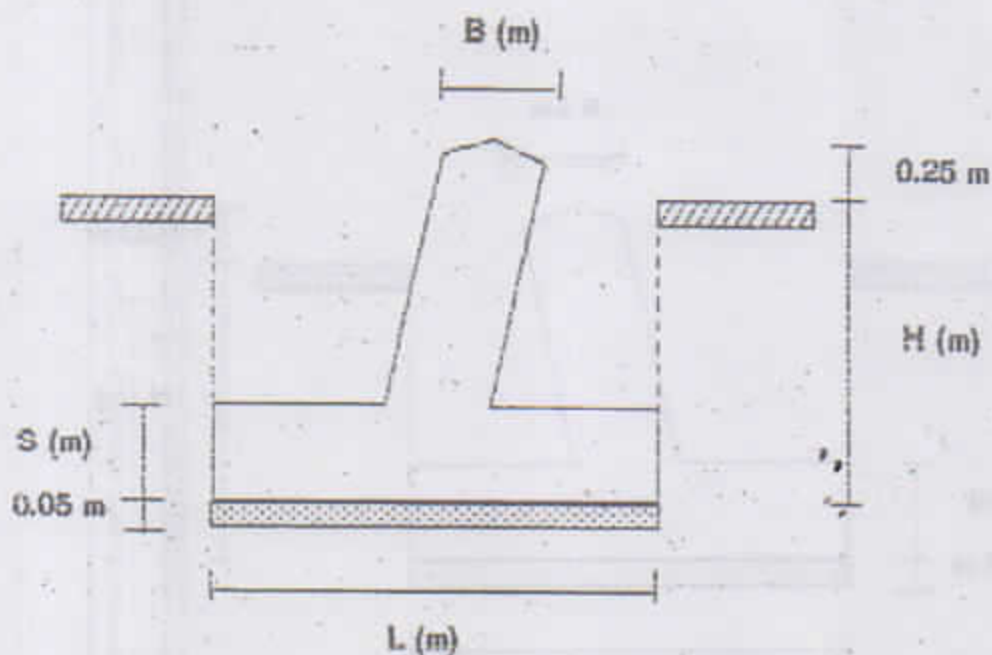
50115073

LT 230/500 KV

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"

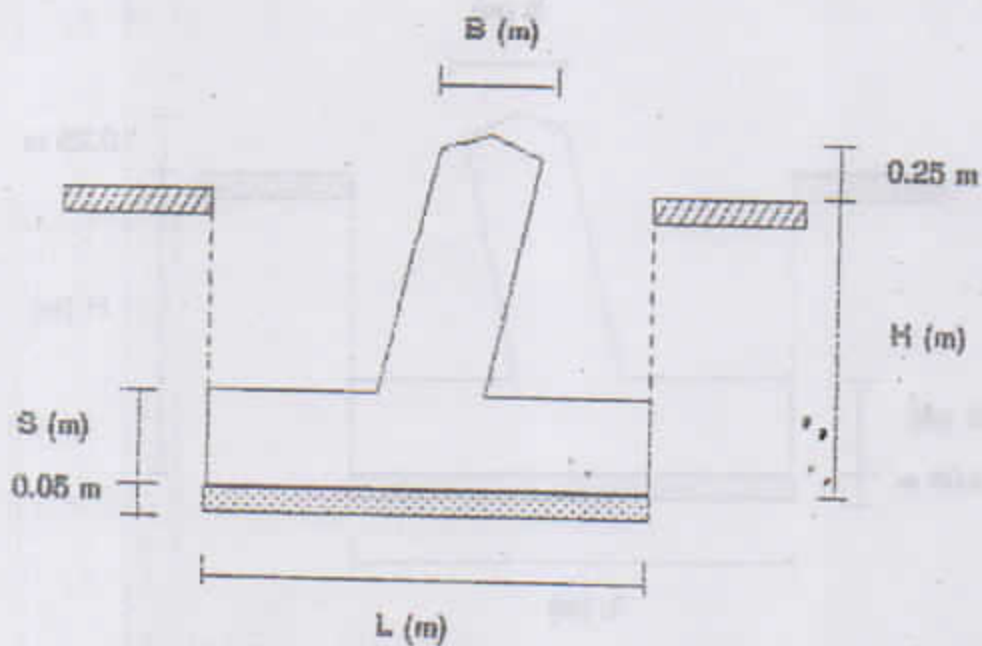
07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 6.00	COMPRESION	= (81,533)	COMPRESION	
$\rho_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 800	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 60,000		1
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.35	CORTE TRANSV.	= 26,325		0.5
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 10,377	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 2.05	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		1
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H' [m]	= 2.40	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \cdot B$ [m <sup>3</sup> ]	= 12.60	$L^2 \cdot 2H$	= 86.40	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + LB)$	= 0.00	$2 \cdot \tan(\alpha) \cdot L \cdot H2^2$	= 18.36	$\sigma_{max}$ aplicado			0.42
$B^2 \cdot (H2 + H3)$	= 1.13	$\pi/3 \cdot (TB \cdot \alpha)^2 \cdot 2H2^3$	= 1.20	ARRANCAMIENTO		OKEY	
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 13.73	SUBTOTAL =	= 105.95	(PESO C+PESO S)/ARR. =			1.78
$W_c$ (KB)	= 32,945	TOTAL $V_s$	= 92.22			OKEY	
		$W_s$	= 73,779				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

LT 230/500 KV				MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA" <span style="background-color: black; color: black;">XXXX</span>				07-Oct-92			
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD					
$\mu$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 3.60	COMPRESION	= (35.096)	COMPRESION					
$f_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 800	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 13.530						
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 10.045		0.5				
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5.189	ARRANCAMIENTO					
		H2 [m]	= 1.70	$\delta_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400						
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75				
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200						
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHECKEO SEGURIDAD							
L <sup>2</sup> H [m <sup>3</sup> ]	= 3.89	L <sup>2</sup> H	= 25.92	COMPRESION							
H1/3*(L <sup>2</sup> +B <sup>2</sup> +L*B)	= 0.00	2*tan( $\alpha$ )*L*H <sup>2</sup> /2	= 7.57	$\sigma_{max}$ aplicado			0.50				
B <sup>2</sup> *(H2+H3)	= 0.70	$\pi/3*(\tan \alpha)^2*H2^3$	= 0.68	ARRANCAMIENTO							
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 4.59	SUBTOTAL	= 34.18	(PESO C+PESO S)/ARR.	=		2.56				
Wc (KG)	= 11.016	TOTAL Vs	= 29.59								
		Ws	= 23.668								

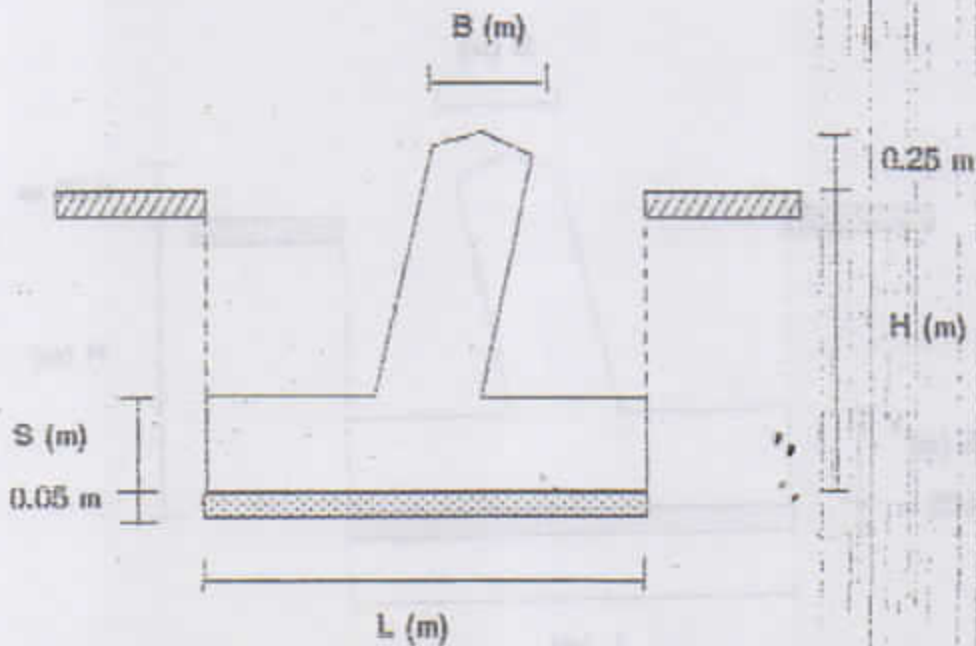


EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

LT 230/500 KV  
 MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"

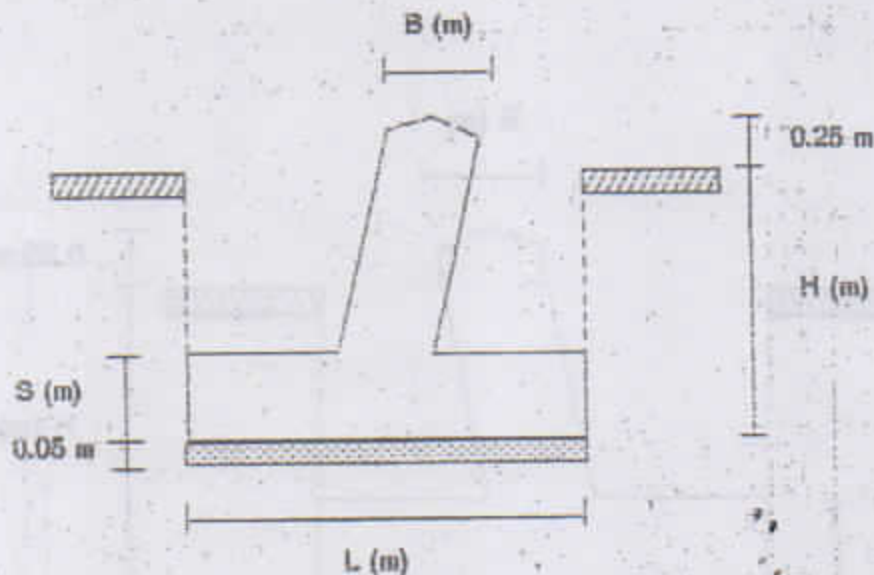
07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.5	L [m]	= 2.20	COMPRESION	= (35.096)	COMPRESION	
$\gamma_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 13.530		1.5
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 10.045	ARRANCAMIENTO	
$\phi$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5.189		
		H2 [m]	= 1.70	$\beta_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \cdot s$ [m <sup>3</sup> ]	= 1.45	$L^2 \cdot H$	= 9.68	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + L \cdot B)$	= 0.00	$2 \cdot \tan(\alpha) \cdot L \cdot H2^2$	= 7.34	$\sigma_{max}$ aplicado		OKEY	1.44
$B^2 \cdot (H2 + H3)$	= 0.70	$\pi/3 \cdot (TS \cdot \alpha)^2 \cdot H2^3$	= 1.71	ARRANCAMIENTO			
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 2.15	SUBTOTAL	= 18.74	(PESO C + PESO S) / ARR.	=	OKEY	2.34
$W_c$ [KG]	= 3.170	TOTAL $V_s$	= 16.58				
		$W_s$	= 26.532				



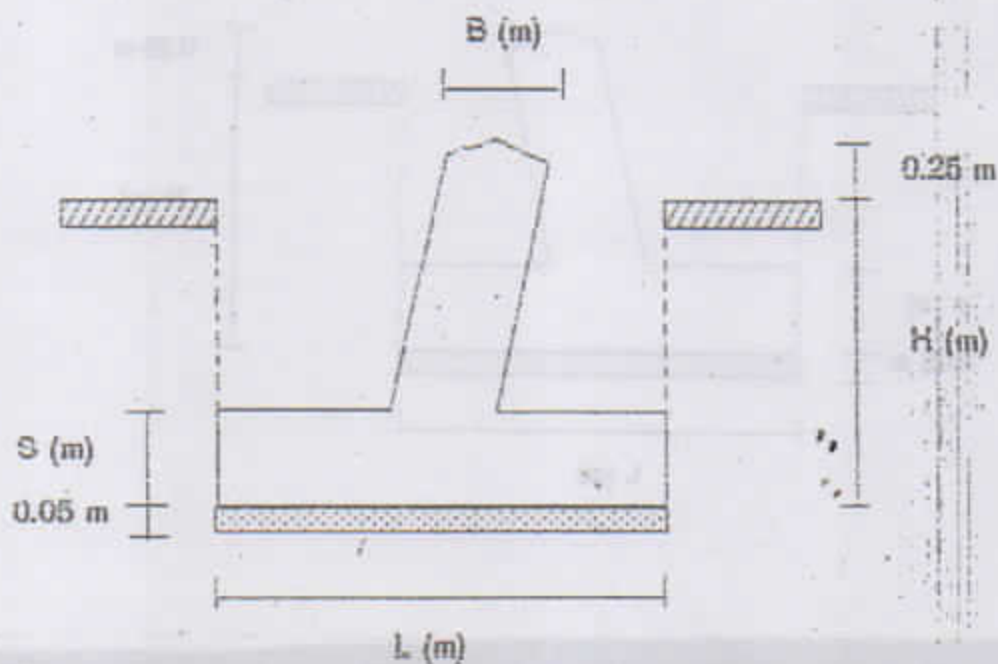
EMPRESA DE ENERGIA DE SUECIA  
 OTRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIG-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"		07-Oct-92	
CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
$p$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.75	$L$ (m) = 4.50	COMPRESION = 161.533	COMPRESION
$q_0$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 1.600	$B$ (m) = 0.70	ARRANCAMIENTO = 60.000	ARRANCAMIENTO
$\alpha$ [°] = 20	$s$ (m) = 0.35	CORTE TRANSV. = 26.325	0.6
$\epsilon$ [RAD] = 0.35	$H_1$ (m) = 0.00	CORTE LONGIT. = 10.377	ARRANCAMIENTO
	$H_2$ (m) = 2.00	$q_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2.400	1
	$H_3$ (m) = 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
	$H$ (m) = 2.35	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4.200	
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		CHECKED SEGURIDAD	
$L^2 H$ (m <sup>3</sup> ) = 7.09	$L^2 H$ = 47.59	COMPRESION	
$H_1/3 + L^2 + 2 + L_1 B$ = 0.00	$2 H_1 (s) + L H_2^2$ = 13.10	$\sigma_{max}$ aplicado = 0.75	
$3 + 2 H_2 + H_3$ = 1.10	$s/3 + (7B + s) L H_2^3$ = 1.11	ARRANCAMIENTO	OKEY
TOTAL $V_c$ (m <sup>3</sup> ) = 8.19	SUBTOTAL = 61.80	(PESO C+PESO S)/ARR. = 1.76	
$W_c$ (KG) = 19.656	TOTAL $V_c$ = 53.61		OKEY
	$W_s$ = 89.776		



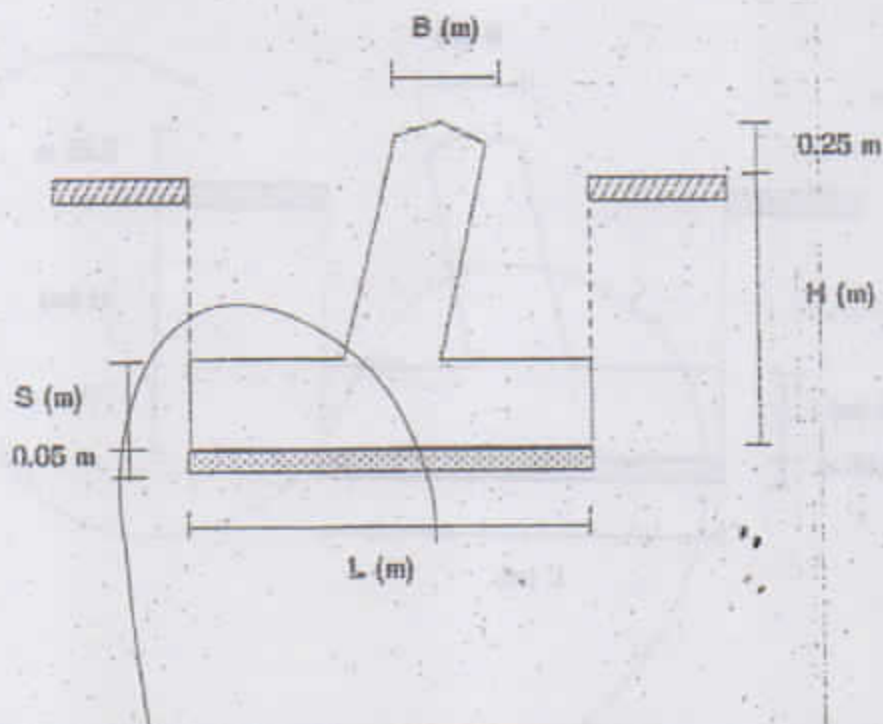
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-BUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

CARACTERISTICAS DEL SIFLO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.0	L [m]	= 4.15	COMPRESION	= (81.533)	COMPRESION	
$\rho_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 60.000		
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.35	CORTE TRANSV.	= 26.325		1.0
$\alpha$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 10.377	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 2.00	$\sigma_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 2,400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.35	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUES SEGURIDAD			
$V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 6.03	$L^2 \cdot H$	= 40.47	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + LB)$	= 0.00	$2t \tan(\alpha) \cdot H \cdot H^2/2$	= 19.17	esfor. aplicado			0.29
$B^2/2 \cdot (H2 + H3)$	= 1.10	$\pi/3 \cdot (t \cdot \alpha)^2 \cdot H^2/3$	= 2.79	ARRANCAMIENTO			OKAY
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 7.13	SUBTOTAL	= 62.43	(PESO C+PESO S)/ARR.			1.76
$W_c$ (KG)	= 17,113	TOTAL $V_s$	= 55.30				OKAY
		$W_s$	= 88,485				



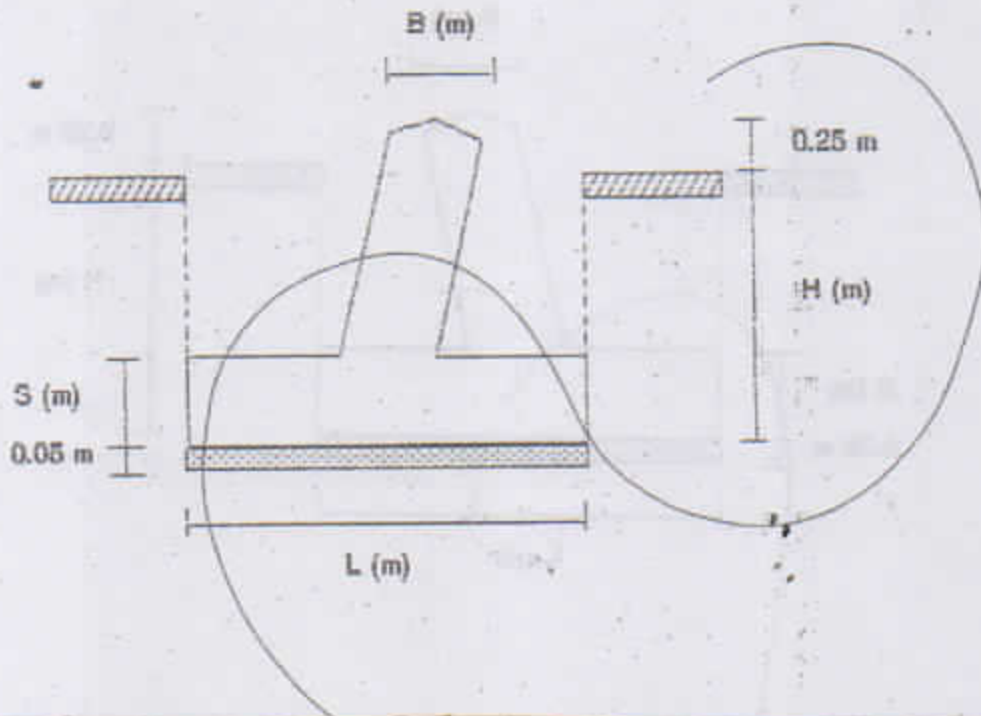
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 300 KV GUAVIO-BUASCH-TORCA  
 CONTRATO N° 3677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 3.30	COMPRESION	= 168,504	COMPRESION	
$\gamma_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 800	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 43,416	!	
$\alpha$ [°]	= 20	$\alpha$ [m]	= 0.40	CORTE TRANSV.	= 24,101		0.3
$\mu$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 13,180	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		1.75
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		
		H [m]	= 2.10	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHECKEO SEGURIDAD			
L <sup>2</sup> H [m <sup>3</sup> ]	= 11.24	L <sup>2</sup> H	= 58.99	COMPRESION			
H1/3(L <sup>2</sup> +L <sup>2</sup> +L <sup>2</sup> )	= 0.00	2Ltan( $\alpha$ )LH/2	= 11.15	$\sigma_{max}$ aplicado			0.30
B <sup>2</sup> H/3	= 0.96	$\alpha/3(18\alpha)^2H/3$	= 0.60	ARRANCAMIENTO			OKAY
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 12.19	SUBTOTAL	= 70.62	(PESO CAPESO SI/ARR.			1.75
Wc [KG]	= 29,260	TOTAL Vs	= 58.63				OKAY
		Ws	= 46,903				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OIRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GURACA-TORON  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.75	L [m]	= 4.33	COMPRESION	= 188,504	COMPRESION	
$\rho_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 43,416		0.8
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.40	CORTE TRANSV.	= 24,101	ARRANCAMIENTO	
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 19,180		1.75
		H2 [m]	= 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		
		H [m]	= 2.10	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$V_{C1}$ [m <sup>3</sup> ]	= 7.57	$V_{S1}$	= 59.74	COMPRESION			
$V_{C2}$ [m <sup>3</sup> ]	= 0.00	$V_{S2}$	= 5.15	enax aplicado		OKET	0.74
$V_{C3}$ [m <sup>3</sup> ]	= 0.96	$V_{S3}$	= 0.68	ARRANCAMIENTO			
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 8.52	SUBTOTAL	= 65.57	(PESO C+PESO S)/ARR.		OKET	1.75
$W_c$ [kg]	= 20,459	TOTAL $V_s$	= 41.05				
		$W_s$	= 65.673				



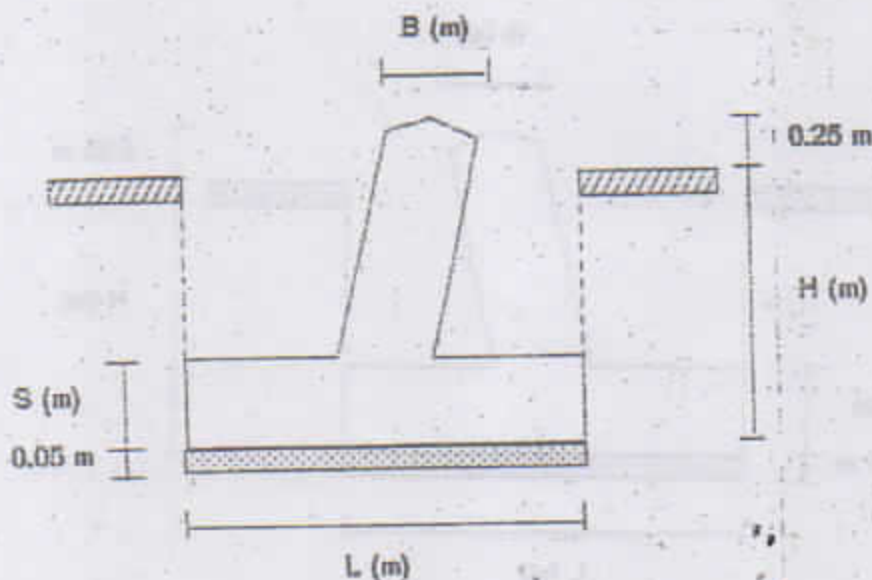
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-EUSACA-TORCA  
 CONTRATO N° 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SUECA SADE. S.A.

LT 230/500 KV

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B"

07-Oct-92

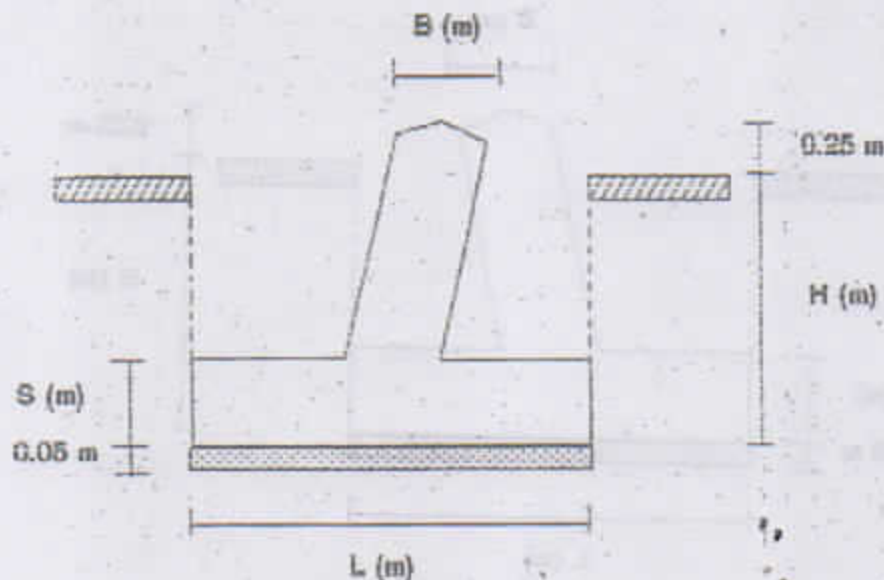
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.5	L [m]	= 3.65	COMPRESION	= (68.504)	COMPRESION	
$\delta_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	F [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 43.416		
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.40	CORTE TRANSV.	= 24.101		1.5
$\alpha$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 15.180	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.00	$\delta_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.20	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$\Sigma V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 5.33	L <sup>2</sup> H	= 29.31	COMPRESION			
$\frac{\pi}{4} (L^2 + B^2 + LB) \cdot H$	= 0.00	$2 \tan(\alpha) \cdot L \cdot H^2 / 2$	= 13.66	max aplicado			1.11
$B^2 \cdot H / 2$	= 1.00	$\frac{\pi}{4} (L^2 + B^2 + LB) \cdot H$	= 2.04	ARRANCAMIENTO			OK
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 6.33	SUBTOTAL	= 45.00	(PESO C+PESO S)/ARR.			1.75
$W_c$ (Kg)	= 15.200	TOTAL $V_s$	= 38.67				
		$W_s$	= 61.868				





EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-BUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 5477  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

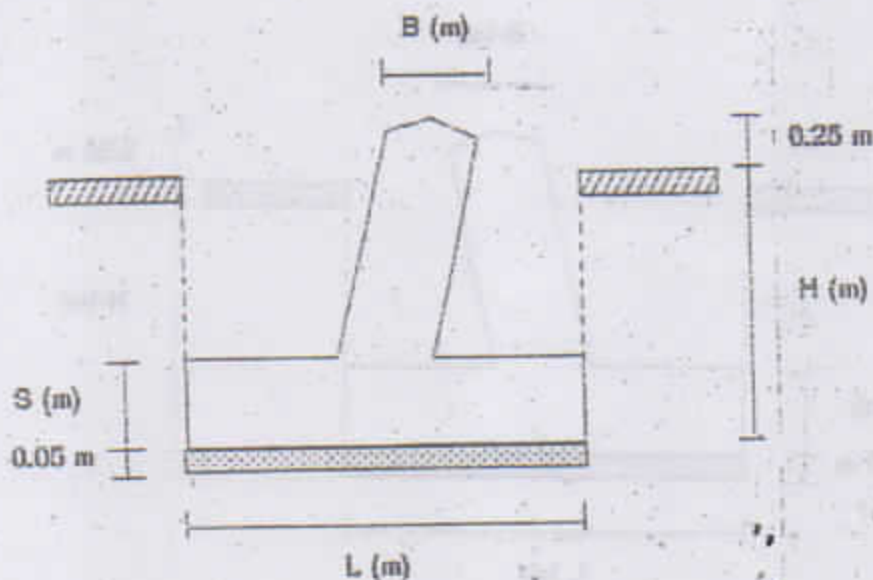
LY 230/500 KV		MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO 'B'		07-Oct-72			
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\nu$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.0	L [m]	= 3.80	COMPRESION	= (68.504)	COMPRESION	
$k_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 43.415		
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.40	CORTE TRANSV.	= 24.101		1.0
$\phi$ [RAD]	= 0.52	H1[m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 13.180	ARRANCAMIENTO	
		H2[m]	= 1.70	$k_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3[m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.10	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$\pi^2 R^2 S$ [m <sup>3</sup> ]	= 3.78	L*2H	= 30.32	COMPRESION			
$\pi/34(L^2+9^2+L13)$	= 0.00	$24 \tan(\alpha) L H^2$	= 12.68	$\sigma_{max}$ aplicado			0.79
$B^2/4(H2+H3)$	= 0.91	$\pi/34(16 \alpha)^2 2H^2$	= 1.71	ARRANCAMIENTO			OKET
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 6.73	SUBTOTAL	= 44.72	(PESO C+PESO S)/ARR.			1.77
Wc [KG]	= 16.156	TOTAL Vs	= 37.99				OKET
		Ms	= 60.781				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OBRAS: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BUENVIA-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SUECA SADE. S.A.

LT 230/500 KV  
 MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B" **TINSA** 07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.5	L [m]	= 3.65	COMPRESION	= (68.504)	COMPRESION	
$\sigma_v$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.70	ARRANCAMIENTO	= 43.416		
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.40	CORTE TRANSV.	= 24.101		1.5
$\delta$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 15.180	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.80	$f_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.20	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$V_{c1}$ [m <sup>3</sup> ]	= 5.33	L <sup>2</sup> H	= 29.31	COMPRESION			
$V_{c2} = \frac{\pi}{3} (L^2 + B^2 + LB) s$	= 0.00	$2 \int \tan(\alpha) dL H^2 / 2$	= 13.66	$\sigma_{max}$ aplicación			1.11
$V_{c3} = 2s (H2 + H3)$	= 1.00	$\pi / 3 (TB + a)^2 H^2 / 3$	= 2.04	ARRANCAMIENTO			OKEY
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ]	= 6.33	SUBTOTAL	= 45.00	(PESO C+PESO S)/ARR.			1.75
$W_c$ (KG)	= 15.200	TOTAL $V_s$	= 38.67				
		$W_s$	= 61.868				



MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"  
CALCULO DEL PEDESTAL.

a)- Chequeo como vigas:

$F'c = 210 \text{ K/CM}^2$   
 $Fy = 4,200 \text{ K/CM}^2$

SECCION

$A = 60 \text{ CM}$   
 $b = 60 \text{ CM}$

CORTE Transversal = 39,400  
CORTE Longitudinal = 15,566

$Mu = 145,890 \text{ kg-m}$   
 $d = 0.51 \text{ m}$   
 $K = 0.00802$   
 $j = 0.0424$   
 $a = 0.0002$   
 $ro = 0.0024$   
 $As = 5 \text{ ca}^2$

$Mu = (Fct+Fcl)jH$

$k = Mu/(Bd^2)$   
 $z = F'c/Fy$

$ro = z+Fz \cdot \sqrt{2-2kz/(Fy \cdot 10^{-3})}$

b)- Chequeo como columna:

$Mc.l. = 104,642 \text{ kg-m}$

$Mc.l. = FcrlgH$

$Hc.l. = 41,249 \text{ kg-m}$

$Hc.l. = FcrlgH$

Faxial = 112,300 kg

Faxial = Pu

Del diagrama de interaccion resulta:

cont  
 $B = 0.60 \text{ m}$   
 $Pu = 122 \text{ T}$   
 $Mu = 105 \text{ T-m}$   
 $e = 0.86 \text{ CM}$   
 $PuH/(B^2h) = 30.57$   
resulta:  
 $rol = 0.012$   
 $As = 43 \text{ ca}^2$

COLUMNA CUADRADA

ci)- Por arrancamientos:

Fay : Farranc.1faay. = 90,000

$As = 24 \text{ ca}^2$

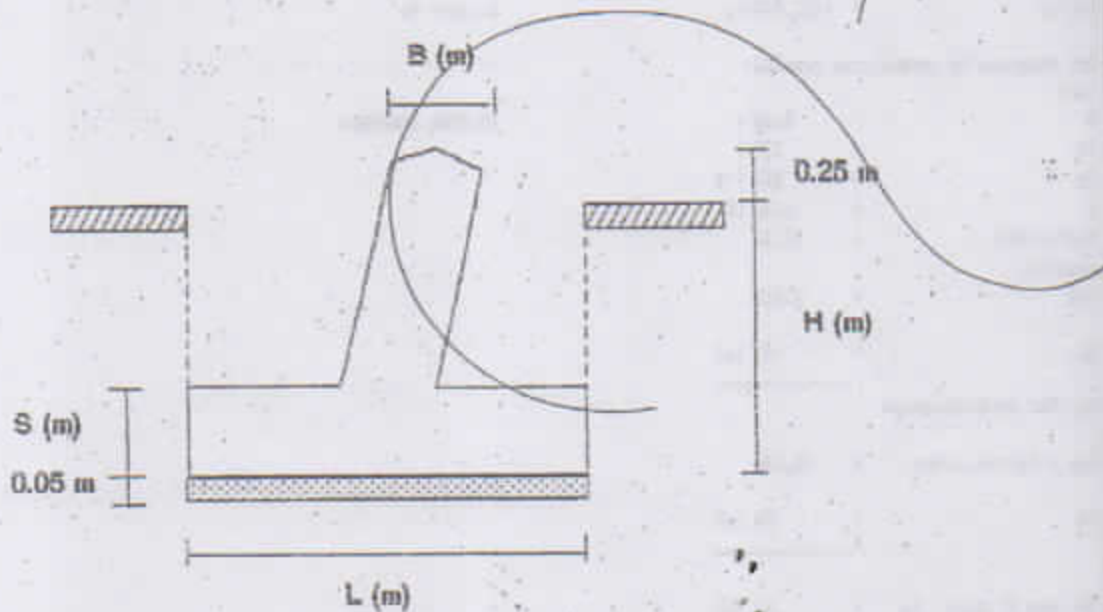
Se toma el mayor  $As = 43 \text{ ca}^2$   
varilla(7/8") = 3.87 CM2  
8 varillas = 12

# LFO 4408

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV SERVICIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 3477  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA S.A.E. S.A.

LT 230/500 KV  
 MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B" XXXXXXXXXX 07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERIOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
$\sigma$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.5	L [m] = 5.30	COMPRESION = 148.504	COMPRESION
$\sigma_0$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 1,600	B [m] = 0.70	ARRANCAMIENTO = 43.414	ARRANCAMIENTO
$\alpha$ [RAD] = 0.55	s [m] = 0.40	CORTE TRANSV. = 24.101	0.5
	H1 [m] = 0.00	CORTE LONGIT. = 15.150	ARRANCAMIENTO
	H2 [m] = 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2,400	
	H3 [m] = 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
	H [m] = 2.10	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200	
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		CHECKED SEGURIDAD	
L*2H [m <sup>3</sup> ] = 11.24	L*2H [m <sup>3</sup> ] = 58.99	COMPRESION	
H1/3*(L*2+D*2+L*H1) = 0.00	2*tan(α/2)*L*H2*2 = 11.15	$\sigma_{max}$ aplicado	0.50
D*2*(H2+H3) = 0.96	$\pi/3*(16 \alpha)^2*H2*3 = 0.68$	ARRANCAMIENTO	OK
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ] = 12.19	SUBTOTAL = 70.82	(PESO C+PESO S)/ARR. =	2.83
Wc (KG) = 29,260	TOTAL Vs = 58.63		OK
	Ws = 93.806		



MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"		
CALCULO DE ESFUERZOS APLICADOS		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS [kg · m]	ESFUERZOS (σ) [kg / m <sup>2</sup> ]
Angulo "θ" (°) = 12.987	N (carga vert.): N = FcpHtan(θ) = 48,246	ep = P/L <sup>2</sup> = 3,582
θ [RAD] = 0.22	Ml = Mt = N/2 = 24,113	eT = 6NT/L <sup>3</sup> = 1,186
PESO TOTAL [kg] = 114,339		eL = 6ML/L <sup>3</sup> = (220)
Mc + Fcoop		
CORTE Transver. = 26,325	Mc.t.: FcrtBH = 69,761	ep+eT+eL = 4,548
		ep+eT-eL = 4,998
		ep-eT+eL = 2,176
		ep-eT-eL = 2,616
CORTE Longitud. = 10,377	Mc.l.: FcrlgBH = 27,499	
	M(t) → [σt]	
	Mc.t. - Mt = 35,646	σmay = 4,998
	M(l) → [σl]	
	Mc.l. - Ml = (6,616)	σmin = 2,176
		σmin OKEY

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"		
CALCULO ESFUERZOS PARA DISEÑO		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS MAYORADOS [kg · m]	ESFUERZOS (σ) [kg / m <sup>2</sup> ]
FACTOR DE MAYORACION = 1.5	N (carga vert.): N = FcpHtan(θ) · faay = 72,368	ep = P/L <sup>2</sup> = 5,270
Angulo "θ" (°) = 12.987	Ml = Mt = N/2 = 36,172	eT = 6NT/L <sup>3</sup> = 1,779
θ [RAD] = 0.22	Mc.t.: FcrtBH = 104,642	eL = 6ML/L <sup>3</sup> = (330)
PESO TOTAL [kg] = 168,227	Mc.l.: FcrlgBH = 41,249	
Mc1.4 + Fcoop1.5		ep+eT+eL = 6,718
CORTE Transver. = 39,488	M(t) → [σt]	ep+eT-eL = 7,379
	Mc.t. - Mt = 53,470	ep-eT+eL = 3,161
	M(l) → [σl]	ep-eT-eL = 3,821
CORTE Longitud. = 19,566	Mc.l. - Ml = (9,924)	σmayor = 7,379 K/M <sup>2</sup>
		pu diseño = 5,000 K/M <sup>2</sup>

**ESFUERZO ULTIMO DE DISEÑO:**

$f_s = 5,600 \text{ kg/cm}^2$

**CHEQUEO DEL CORTE:**

$d$	=	0.33 m	$d = H/24 = .07$
$L'$ (para $d/2$ )	=	2.20 m	$L' \text{ (para } d/2) = (L-B)/2 - d$
$\phi$	=	0.85	
$V$	=	49,450 kg	$V = L' \cdot 1.8 \cdot$
$\phi V_c$	=	121,721 kg	$\phi V_c = 0.53 \phi (f'_c) b d$
COMPARA $V < \phi V_c$ ??	OK	$V < \phi V_c$ OK	

**CHEQUEO DE FLEXION: (cálculo del refuerzo.)**

$L^*$	=	2.53 m	$L^* = (L-B)/2$
REFUERZO INFERIOR			
$M_{inferior}$	=	100,862 k-m	$M_{inferior} = (L^*)^2 \cdot 1.8 \cdot$
$A_s$ [ CM2 ]	=	91	$A_s = M_{inferior} / (\phi \cdot f_s \cdot d)$
		$A_u < A_r$ OK	
$A_{smin}$	=	34 cm2	$A_{smin} = 0.0125 b d \cdot 10000$
====>		91 >	34
Se toma $A_s$	=	91 cm2	
varilla (1")	=	3.10 cm2	
Separacion	=	32 cm	
# varillas	=	18	====> EN CADA DIRECCION 18 # 3/4" c./ 32

**REFUERZO SUPERIOR**

$M_{superior}$	=	41,719 k-m	$M_{superior} = M_s \cdot L^2 / (2L)$
$A_s$	=	38 cm2	
$A_{smin}$	=	34 cm2	
		38 >	34
Se toma $A_s$	=	38 cm2	
$\phi_c (5/8")$	=	2.00 cm2	
Se p	=	31 CM	
# varillas	=	19	====> EN CADA DIRECCION 19 # 5/8" c./ 31

**CHEQUEO DEL PUNZONAMIENTO:**

$\phi_c$ (S. CUAD.)	=	1	
$V_{cu}$	=	23.48 <	15.94
Se toma $V_{cu}$	=	15.94 k/CM2	
$V_u$ (actuante)	=	14.17 k/CM2	$V_u = \phi [(L^2 - (b+d)^2) / (48 (B+100+d+100) \cdot 10000)]$
		$V_u < V_{cu}$ OK	

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-GURSCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "C"			
CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
$p$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.3	$L$ [m] = 5.65	COMPRESION = (81,333)	COMPRESION
	$B$ [m] = 0.60	ARRANCAMIENTO = 60,000	1
$\gamma_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ] = 600	$\alpha$ [m] = 0.40	CORTE TRANSV. = 26,325	0.5
	$H1$ [m] = 0.00	CORTE LONGIT. = 10,377	ARRANCAMIENTO
$\alpha$ [°] = 30	$H2$ [m] = 2.25	$\gamma_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2,400	1
	$H3$ [m] = 0.25	$f'c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
$\phi$ [RAD] = 0.52	$H$ [m] = 2.65	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200	
VOL. Y PESO DEL CONCRETO	VOL. Y PESO DEL SUELO	CHEQUEO SEGURIDAD	
$L^2B$ [m <sup>3</sup> ] = 12.77	$L^2H$ = 84.59	COMPRESION	
$H1/3(L^2+B^2+LH)$ = 0.00	$2L \tan(\alpha) L H^2$ = 45.82	max aplicado	0.50
$B^2H(H+H3)$ = 0.99	$\alpha/3(16-\alpha)^2 H^3$ = 6.50	OKEY	
TOTAL $V_c$ [m <sup>3</sup> ] = 13.67	SUBTOTAL = 136.91	ARRANCAMIENTO	
$W_c$ (KG) = 32,806	TOTAL $V_s$ = 123.24	(PESO C+PESO B)/ARR. =	1.75
	$W_s$ = 73,942	OKEY	



MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG"  
CALCULO DEL PEDESTAL.

a)- Chequeo como vigas:

$F'c = 210 \text{ K/CM}^2$   
 $Fy = 4,200 \text{ K/CM}^2$

SECCION

$A = 45 \text{ CM}$   
 $B = 45 \text{ CM}$

CORTE Transversal = 14,240  
CORTE Longitudinal = 8,669

$Mu = 27,490 \text{ kg-m}$   
 $d = 0.38 \text{ m}$   
 $l = 0.00434$   
 $z = 0.0424$   
 $a = 0.0001$   
 $ro = 0.0012$   
 $As = 1 \text{ cm}^2$

$Mu = (Fct+Fcl)H$

$l = Mu/(Bd^2)$

$z = l'c/fy$

$ro = z/(z^2 - 286z/(fy \cdot 10^{-3}) - 3)$

b)- Chequeo como columna:

$Nc.t. = 17,087 \text{ kg-m}$

$Nc.t. = FcrtH$

$Nc.l. = 10,402 \text{ kg-m}$

$Nc.l. = FcrlgH$

Faxial = (36,788)kg

Faxial = Pu

Del diagrama de interaccion resulta:

con:  
 $B = 0.45 \text{ m}$   
 $Pu = 57 \text{ T}$   
 $Nu = 17 \text{ T-N}$   
 $e = 0.46 \text{ CM}$   
 $Pu/(Bbh) = 16.35$

COLUMNA CUADRADA

resulta:

$rot = 0.01$   
 $As = 20 \text{ cm}^2$

c)- Por arrancamiento:

$Fay : Farranc. \text{Fay} = 14,769$

$As = 4 \text{ cm}^2$

Se toma el mayor  $As = 20 \text{ cm}^2$   
varilla(7/8") = 3.87 CM2  
8 varillas = 8



**ESFUERZO ULTIMO DE DISEÑO:**

$w_s = 6,472 \text{ kg/m}^2$

**CHEQUEO DEL CORTE:**

$d$	=	0,23 m	$d = H/2 + 5 = 0,07$
$L'$ (para $d/2$ )	=	1,17 m	$L' \text{ (para } d/2) = (L-B)/2 - d$
$\beta$	=	0,85	
$V$	=	24,611 kg	$V = L' \cdot l \cdot w_s$
$\rho_{Vc}$	=	48,800 kg	$\rho_{Vc} = 0,53 \rho_{c1} (f'_{t1}/c) (L/B)$
COMPARA $V < \rho_{Vc} \Rightarrow$ OK		$V < \rho_{Vc}$ OK	

**CHEQUEO DE FLEXION: (cálculo del refuerzo)**

$L^* = 1,40 \text{ m}$   $L^* = (L-B)/2$

**REFUERZO INFERIOR**

$M_{inferior}$	=	20,614 t-m	$M_{inferior} = (L^* \cdot 2 \cdot l \cdot w_s) / 2$
$A_s$ [CM2]	=	27	$A_s = M_{inferior} / (\rho_s f_{yd})$
		$M_u < M_r$ OK	

$A_{smin} = 13 \text{ cm}^2$   $A_{smin} = 0,018 \cdot l \cdot d \cdot \rho_{smin}$   
 $\Rightarrow 27 > 13$

Se toma  $A_s$  varilla (3/4") = 27 cm<sup>2</sup>  
 Separacion = 34 cm  
 # varillas = 10  $\Rightarrow$  EN CADA DIRECCION 10 # 3/4" c./ 34

**REFUERZO SUPERIOR**

$M_{superior} = 2,765 \text{ t-m}$   $M_{superior} = w_s \cdot L^* \cdot 2 / (2 \cdot L)$

$A_s = 4 \text{ cm}^2$   
 $A_{smin} = 13 \text{ cm}^2$   
 $4 > 13$

Se toma  $A_s$  #c (5/8") = 13 cm<sup>2</sup>  
 Sep = 52 CM  
 # varillas = 7  $\Rightarrow$  EN CADA DIRECCION 7 # 5/8" c./ 52

**CHEQUEO DEL PUNZAMIENTO:**

$\rho_c$ (S. CUAD.)	=	1	
$V_{cu}$	=	23,40 t	15,94
Se toma $V_{cu}$	=	13,94 t/CM2	
$V_u$ (actuante)	=	10,45 t/CM2	$V_u = w_s (L^* \cdot 2 - (b+d)^2) / (4 \cdot (B+100+d+100) \cdot d+100)$
		$V_u < V_{cu}$ OK	

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG"		
CALCULO DE ESFUERZOS APLICADOS		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS [Kg x m]	ESFUERZOS (σ) [Kg / m <sup>2</sup> ]
Angulo "θ" [°] = 11.188	N (carga vert.): N = FcpH tan(θ) = 5,821	σp = P/L <sup>2</sup> = 3,095
θ [RAD] = 0.20	Ml = Mt = N/2 = 4,116	σT = 6MT/L <sup>3</sup> = 1,272
PESO TOTAL [Kg] = 32,689		σL = 6ML/L <sup>3</sup> = 493
Mc + Fcoop		σp + σL = 4,859
CORTE Transver. = 9,493	Mc.t. : FcrtH = 11,392	σp + σT = 3,874
CORTE Longitud. = 5,779	Mc.l. : FcrlgH = 6,935	σp - σL = 2,316
	N(t) → [σt]	σp - σT = 1,331
	Mc.t. - Mt = 7,275	σmax = 4,859
	N(l) → [σl]	σmin = 1,331
	Mc.l. - Ml = 2,819	σmin
		OKEI

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG"		
CALCULO ESFUERZOS PARA DISEÑO		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS MAYORADOS [kg x m]	ESFUERZOS (σ) [kg / m <sup>2</sup> ]
FACTOR DE MAYORACION = 1.5	N (carga vert.): N = FcpH tan(θ) + fmay = 8,732	σp = P/L <sup>2</sup> = 4,565
Angulo "θ" [°] = 11.188	Ml = Mt = N/2 = 6,174	σT = 6MT/L <sup>3</sup> = 1,907
θ [RAD] = 0.20	Mc.t. : FcrtH = 17,067	σL = 6ML/L <sup>3</sup> = 739
PESO TOTAL [Kg] = 48,217	Mc.l. : FcrlgH = 10,402	σp + σL = 7,211
Mc1.4 + Fcoop1.5		σp + σT = 5,733
CORTE Transver. = 14,240	N(t) → [σt]	σp - σL = 3,396
CORTE Longitud. = 8,669	Mc.t. - Mt = 10,913	σp - σT = 1,919
	N(l) → [σl]	σmayor = 7,211 K/M <sup>2</sup>
	Mc.l. - Ml = 4,228	su diseño = 6,472 K/M <sup>2</sup>

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"  
CALCULO DEL PEDESTAL.

a)- Chequeo como vigas:

$F'c = 210 \text{ K/CM}^2$   
 $Fy = 4,200 \text{ K/CM}^2$

SECCION

$A = 45 \text{ CM}$   
 $B = 45 \text{ CM}$

CORTE Transversal = 15,068  
CORTE Longitudinal = 7,794

$Nu = 28,564 \text{ kg-m}$   
 $d = 0.38 \text{ m}$   
 $t = 0.00451$   
 $z = 0.0424$   
 $w = 0.0001$   
 $ro = 0.0012$   
 $As = 1 \text{ cm}^2$

$Mu = (Fct + Fcl)H$

$k = Nu / (Bd^2)$

$z = l'c / fy$

$ro = z^2(z^2 - 28kz) / (fy \cdot 10^4 - 3)$

b)- Chequeo como columnas:

$Nc.t. = 18,834 \text{ kg-m}$

$Nc.t. = FcrtH$

$Nc.l. = 9,729 \text{ kg-m}$

$Nc.l. = FcrlgH$

Faxial = (52,644)kg

Faxial = Pu

Del diagrama de interaccion resulta:

con:  
 $B = 0.45 \text{ m}$   
 $Pu = 55 \text{ T}$   
 $Nu = 17 \text{ T-M}$   
 $e = 0.36 \text{ CM}$   
 $Pu / (B^2h) = 23.40$

COLUMNA CUADRADA

resulta:

$rot = 0.01$   
 $As = 20 \text{ cm}^2$

c)- Por arrancamientos:

$Fay : Farranc. ffaay. = 20,295$

$As = 5 \text{ cm}^2$

Se toma el mayor  $As = 20 \text{ cm}^2$   
varilla (7/8") = 3.87 CM2  
# varillas = 6

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 ORRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG"			
CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
p [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.3	L [m] = 3.25	COMPRESION = (24,525)	COMPRESION
	B [m] = 0.45	ARRANCAMIENTO = 9,846	1
ks SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ] = 600	s [m] = 0.50	CORTE TRANSV. = 9,493	0.5
	H1[m] = 0.00	CORTE LONGIT. = 5,779	ARRANCAMIENTO
α [°] = 30	H2[m] = 0.90	δc [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2,400	1
	H3[m] = 0.25	f'c [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
α [RAD] = 0.52	H [m] = 1.20 2.0	fy [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200	
<b>VOL. Y PESO DEL CONCRETO</b>	<b>VOL. Y PESO DEL SUELO</b>	<b>CHEQUEO SEGURIDAD</b>	
L <sup>2</sup> H [m <sup>3</sup> ] = 3.17	L <sup>2</sup> H = 12.68	COMPRESION	
H1/3L(L <sup>2</sup> +H <sup>2</sup> +LH) = 0.00	2Htan(α)LH <sup>2</sup> = 5.40	enx aplicado	0.49
B <sup>2</sup> H(H2+H3) = 0.23	π/3L(16 α) <sup>2</sup> H <sup>3</sup> = 0.60		OKEY
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ] = 3.40	SUBTOTAL = 18.68	ARRANCAMIENTO	
Wc (KG) = 8,164	TOTAL Vs = 15.28	(PESO C+PESO S)/ARR. =	1.76
	Ws = 9,168		OKEY

**ESFUERZO ULTIMO DE DISEÑO:**

$\sigma_t = 7,309 \text{ kg/cm}^2$

**CHEQUEO DEL CORTE:**

$d = H/2 + S - .07 = 0.23 \text{ m}$   
 $L^* (\text{para } d/2) = (L - B)/2 - d = 1.22 \text{ m}$   
 $\rho = 0.85$   
 $V = 29,871 \text{ kg}$   
 $\rho V_c = 50,301 \text{ kg}$   
 COMPARA  $V < \rho V_c$  OKEY

$V = L^* \rho V_c$   
 $\rho V_c = 0.53 \rho \sigma_c (f'c) A_c$

**CHEQUEO DE FLEXION: (cálculo del refuerzo)**

$L^* = 1.45 \text{ m}$   
 $L^* = (L - B)/2$

**REFUERZO INFERIOR**

$M_{inferior} = 25,739 \text{ k-m}$   
 $A_s \text{ [CM}^2\text{]} = 33$   
 $M_u < M_r$  OKEY

$M_{inferior} = (L^* \rho^2 \sigma_c) / 2$   
 $A_s = M_{inferior} / (\rho f_y d)$

$A_{smin} = 14 \text{ cm}^2$   
 $A_s > A_{smin}$

$A_{smin} = 0.01 B L d \sigma_c / 10000$

Se tosa  $A_s$   
 varilla (3/8") = 2.84 cm<sup>2</sup>  
 Separación = 29 cm  
 $\#$  varillas = 12  $\implies$  EN CADA DIRECCION 12  $\#$  3/8" c./ 29

**REFUERZO SUPERIOR**

$M_{superior} = 8,608 \text{ k-m}$   
 $M_{superior} = M_{oLL} L^2 / (24L)$

$A_s = 11 \text{ cm}^2$   
 $A_{smin} = 14 \text{ cm}^2$   
 $A_s < A_{smin}$

14

Se tosa  $A_s$   
 $\sigma_c$  (5/8") = 1.98 cm<sup>2</sup>  
 Sep = 46 cm  
 $\#$  varillas = 8  $\implies$  EN CADA DIRECCION 8  $\#$  5/8" c./ 46

**CHEQUEO DEL PUNZONAMIENTO:**

$\beta_c \text{ (B. CUAD.)} = 1$   
 $V_{cu} = 23.48 \text{ k}$   
 Se tosa  $V_{cu} = 15.94 \text{ k/CM}^2$   
 $V_u \text{ (actuante)} = 12.57 \text{ k/CM}^2$   
 $V_u < V_{cu}$  OKEY

15.94

$V_u = \rho (L^2 - (B+d)^2) / (48(BLd + d^2))$

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"			CALCULO DE ESFUERZOS APLICADOS		
DATOS CONOCIDOS		MOMENTOS (kg m)		ESFUERZOS (σ) (kg / m <sup>2</sup> )	
Angulo "θ" (°)	= 11.188	M (carga vert.): M = FcpHtan(θ)	= 9,677	ep = P/L <sup>2</sup>	= 3,899
θ (RAD)	= 0.20	M1 = Mt = M/2	= 6,136	eT = 64NT/L <sup>3</sup>	= 1,025
PESO TOTAL (kg) Mc + Fcomp	= 43,734			eL = 64NL/L <sup>3</sup>	= 36
CORTE Transver.	= 10,045	Mc.t. = FcrtH	= 12,556	ep+eT+eL	= 4,980
CORTE Longitud.	= 5,189	Mc.l. = FcrlgH	= 6,486	ep+eT-eL	= 4,868
				ep-eT+eL	= 2,931
				ep-eT-eL	= 2,819
		M(t) → (σt)		emax	= 4,980
		Mc.t. - Mt	= 6,420	emin	= 2,819
		M(l) → (σl)			
		Mc.l. - M1	= 350		
				emin	DKEY

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"			CALCULO ESFUERZOS PARA DISEÑO		
DATOS CONOCIDOS		MOMENTOS MAYORADOS (kg m)		ESFUERZOS (σ) (kg / m <sup>2</sup> )	
FACTOR DE MAYORACION	= 1.5	M (carga vert.): M = FcpHtan(θ) * fmay	= 13,016	ep = P/L <sup>2</sup>	= 5,772
Angulo "θ" (°)	= 11.188	M1 = Mt = M/2	= 9,204	eT = 64NT/L <sup>3</sup>	= 1,537
θ (RAD)	= 0.20	Mc.t. = FcrtH	= 18,834	eL = 64NL/L <sup>3</sup>	= 84
PESO TOTAL (kg) Mc1.5 + Fcomp1.5	= 64,773	Mc.l. = FcrlgH	= 9,720	ep+eT+eL	= 7,393
CORTE Transver.	= 15,068			ep+eT-eL	= 7,225
CORTE Longitud.	= 7,784	M(t) → (σt)		ep-eT+eL	= 4,319
		Mc.t. - Mt	= 7,631	ep-eT-eL	= 4,151
		M(l) → (σl)		emayor	= 7,593 K/M <sup>2</sup>
		Mc.l. - M1	= 526	en diseño	= 7,309 K/M <sup>2</sup>

8,663 x 1,4 = 35,09

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 300 KV GUAVIO-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AA"					
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	l [m]	= 1.35	COMPRESION = (35,096)	COMPRESION
		B [m]	= 0.45	ARRANCAMIENTO = 13,530	1
$\gamma$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,600	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV. = 10,045	0.5
		H1[m]	= 0.00	CORTE LONGIT. = 5,189	ARRANCAMIENTO
$\alpha$ [°]	= 30	H2[m]	= 0.95	$\gamma_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ] = 2,400	1
		H3[m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
$\mu$ [RAD]	= 0.52	H [m]	= 1.25	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200	
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD	
L <sup>2</sup> H [m <sup>3</sup> ]	= 3.37	L <sup>2</sup> H	= 14.03	COMPRESION	
H1/3(L <sup>2</sup> +B <sup>2</sup> +LH)	= 0.00	2tan( $\alpha$ )LH <sup>2</sup>	= 6.04	$\gamma_{max}$ aplicado	0.50
B <sup>2</sup> H/3(H2+H3)	= 0.24	$\alpha/34(76 \alpha)^2 H^3$	= 0.68		OKEY
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 3.61	SUBTOTAL =	= 20.75	ARRANCAMIENTO	
Wc [KG]	= 5,663	TOTAL Vs =	= 17.14	(PEGO C+PEGO S)/ARR. =	2.67
		Ws	= 27,431		OKEY

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B"  
CALCULO DEL PEDESTAL.

a)- Chequeo como vigas:

$F'c = 210 \text{ K/CM}^2$   
 $Fy = 4,200 \text{ K/CM}^2$

SECCION

$A = 80 \text{ CM}$   
 $B = 60 \text{ CM}$

CORTE Transversal = 36,192  
CORTE Longitudinal = 22,770

$Mu = 82,490 \text{ kg-m}$   
 $d = 0.53 \text{ m}$   
 $k = 0.00499$   
 $z = 0.0424$   
 $e = 0.0001$   
 $ro = 0.0013$   
 $As = 3 \text{ cm}^2$

$Mu = (Fct + Fcl) \cdot M$

$k = Mu / (B \cdot d^2)$

$z = l'c / fy$

$ro = z + (z^2 - 2k) / (fy \cdot 10^{-3})$

b)- Chequeo como columna:

$Mc.t. = 50,612 \text{ kg-m}$

$Mc.t. = Fc \cdot t \cdot H$

$Mc.l. = 31,878 \text{ kg-m}$

$Mc.l. = Fc \cdot l \cdot H$

Faxial = (102,756) kg

Faxial =  $P_u$

Del diagrama de interaccion resulta:

con:  
 $B = 0.40 \text{ m}$   
 $P_u = 103 \text{ T}$   
 $M_u = 31 \text{ T-m}$   
 $e = 0.49 \text{ CM}$   
 $P_u \cdot e / (B \cdot H^2) = 25.69$

COLUMNA CUADRADA

resulta:  
 $rot = 0.01$

$As = 36 \text{ cm}^2$

c)- Por arrancamiento:

$F_{ay} : F_{arranc. f_{ay}} = 65,124$

$As = 17 \text{ cm}^2$

Se toma el mayor  $As = 36 \text{ cm}^2$   
varilla (7/8") = 3.87 CM2  
# varillas = 10



**ESFUERZO ULTIMO DE DISEÑO:**

$w = 6,894 \text{ kg/m}^2$

**CHEQUEO DEL CORTE:**

$d$	$= 0.33 \text{ m}$	$d = H/2 + 5 = .07$
$L'$ (para $d/2$ )	$= 1.87 \text{ m}$	$L' \text{ (para } d/2) = (L-B)/2 - d$
$\phi$	$= 0.85$	
$V$	$= 64,063 \text{ kg}$	$V = L' \cdot L \cdot w$
$\phi V_c$	$= 107,718 \text{ kg}$	$\phi V_c = 0.53 \cdot \phi \cdot f'_{c1} \cdot L \cdot d$
COMPARA $V < \phi V_c \Rightarrow$ OK	$V < \phi V_c$ OKEY	

**CHEQUEO DE FLEXION: (cálculo del refuerzo)**

$L^*$	$= 2.20 \text{ m}$	$L^* = (L-B)/2$
<b>REFUERZO INFERIOR</b>		
$M_{inferior}$	$= 82,931 \text{ k-m}$	$M_{inferior} = (L^* \cdot 24Lw)/2$
$A_s$ [CM2]	$= 75$	$A_s = M_{inferior} / (\phi \cdot f_y \cdot d)$
	$M_u < M_r$ OKEY	
$A_{smin}$	$= 30 \text{ cm}^2$	$A_{smin} = 0.0184 \cdot L \cdot d \cdot 10000$
$\Rightarrow$	$75 >$	$30$
Se toma $A_s$	$= 75 \text{ cm}^2$	
varilla (7/8")	$= 3.87 \text{ cm}^2$	
Separacion	$= 26 \text{ cm}$	
# varillas	$= 20 \Rightarrow$ EN CADA DIRECCION	$20 \# \quad 3/4" \text{ c./ } 26$

**REFUERZO SUPERIOR**

$M_{superior}$	$= 28,316 \text{ k-m}$	$M_{superior} = M_u \cdot L^* \cdot 2 / (2L)$
$A_s$	$= 26 \text{ cm}^2$	
$A_{smin}$	$= 30 \text{ cm}^2$	$30$
$\Rightarrow$	$26 >$	$30$
Se toma $A_s$	$= 30 \text{ cm}^2$	
bc (5/8")	$= 1.98 \text{ cm}^2$	
Seg	$= 32 \text{ cm}$	
# varillas	$= 16 \Rightarrow$ EN CADA DIRECCION	$16 \# \quad 5/8" \text{ c./ } 32$

**CHEQUEO DEL PUNZAMIENTO:**

$\beta_c$ (B. CUAD.)	$= 1$	
$V_{cu}$	$= 23.46 <$	$15.94$
Se toma $V_{cu}$	$= 15.94 \text{ K/CM}^2$	
$V_{o}$ (actuante)	$= 13.47 \text{ K/CM}^2$	$V_u = w(L^* \cdot 2 - (b+d)^2) / (44(Bd100 + d100) + Bd100)$
	$V_u < V_{cu}$ OKEY	

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B"		
CALCULO DE ESFUERZOS APLICADOS		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS (kg x m)	ESFUERZOS (σ) (kg / m <sup>2</sup> )
Angulo "θ" (°) = 12.587	N (carga vert.): M=FcpRHtan(θ) = 21,415	ep=P/L <sup>2</sup> = 3,743
θ (RAD) = 0.22	Ml = Mt = N/2 = 10,707	eT=6NT/L <sup>3</sup> = 893
PESO TOTAL (Kg) = 93,584		eL=6NL/L <sup>3</sup> = 293
Mc+Fcop	Mc.t.:FctRH = 33,741	ep+eL = 4,929
CORTE Transver. = 24,101	Mc.l.:FclRH = 21,252	ep+eL = 4,343
-CORTE Longitud.		ep-eL = 3,144
	N(l) → [σt]	ep-eL = 2,557
	Mc.t. - Mt = 10,599	σmax = 4,929
	N(l) → [σl]	σmin = 2,557
	Mc.l. - Ml = 6,109	σmin
		OK

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B"		
CALCULO ESFUERZOS PARA DISEÑO		
DATOS CONOCIDOS	MOMENTOS MAYORADOS (kg x m)	ESFUERZOS (σ) (kg / m <sup>2</sup> )
FACTOR DE MAYORACION = 1.5	N (carga vert.): M=FcpRHtan(θ)Kfay = 32,123	ep=P/L <sup>2</sup> = 5,515
Angulo "θ" (°) = 12.587	Ml = Mt = N/2 = 22,714	eT=6NT/L <sup>3</sup> = 1,339
θ (RAD) = 0.22	Mc.t.:FctRH = 50,612	eL=6NL/L <sup>3</sup> = 440
PESO TOTAL (Kg) = 137,868	Mc.l.:FclRH = 31,878	ep+eL = 7,294
Mc1.4+Fcop1.5	N(l) → [σt]	ep+eL = 6,414
CORTE Transver. = 36,152	Mc.t. - Mt = 27,898	ep-eL = 4,615
CORTE Longitud.	N(l) → [σl]	ep-eL = 3,756
	Mc.l. - Ml = 9,164	σmayor = 7,294 K/M <sup>2</sup>
		σu diseño = 6,054 K/M <sup>2</sup>

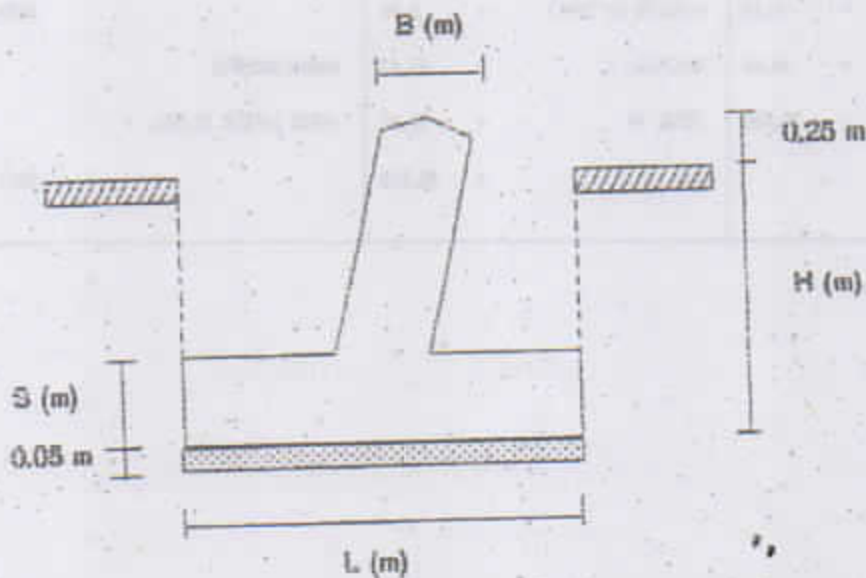
EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BUAVIO-BURSCA-TORCA  
 CONTRATO N: 3677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE, S.A.

LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "B"			
CARACTERISTICAS DEL SUELO	GEOMETRIA	ESFUERZOS FUNDACION	FACTORES SEGURIDAD
p [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 0.5	L [m] = 3.00	COMPRESION = (68,504)	COMPRESION
	B [m] = 0.60	ARRANCAMIENTO = 43,416	1
Is [Kg/m <sup>3</sup> ] = 1,600	s [m] = 0.40	CORTE TRANSV. = 24,101	0.5
	H1[m] = 0.00	CORTE LONGIT. = 15,180	ARRANCAMIENTO
a [°] = 30	H2[m] = 1.00	σc [Kg/m <sup>2</sup> ] = 2,400	2
	H3[m] = 0.25	f'c [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 210	1.75
α [RAD] = 0.52	H [m] = 1.40	fy [Kg/cm <sup>2</sup> ] = 4,200	
VOL. Y PESO DEL CONCRETO	VOL. Y PESO DEL SUELO	CHEQUEO SEGURIDAD	
L <sup>2</sup> B [m <sup>3</sup> ] = 10.00	L <sup>2</sup> H = 35.00	COMPRESION	
H1/3(L <sup>2</sup> +B <sup>2</sup> +L1B) = 0.00	2tan(α)HLH <sup>2</sup> = 11.32	esax aplicado	0.49
B <sup>2</sup> H1/3(L+H) = 0.45	x/3(LTB α) <sup>2</sup> H <sup>3</sup> = 0.96		OKEY
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ] = 10.45	SUBTOTAL = 47.27	ARRANCAMIENTO	
Wc (KG) = 25,080	TOTAL Vs = 36.82	(PESO C+PESO S)/ARR. =	1.93
	Ws = 58,918		OKEY

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVIO-BUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 9477  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

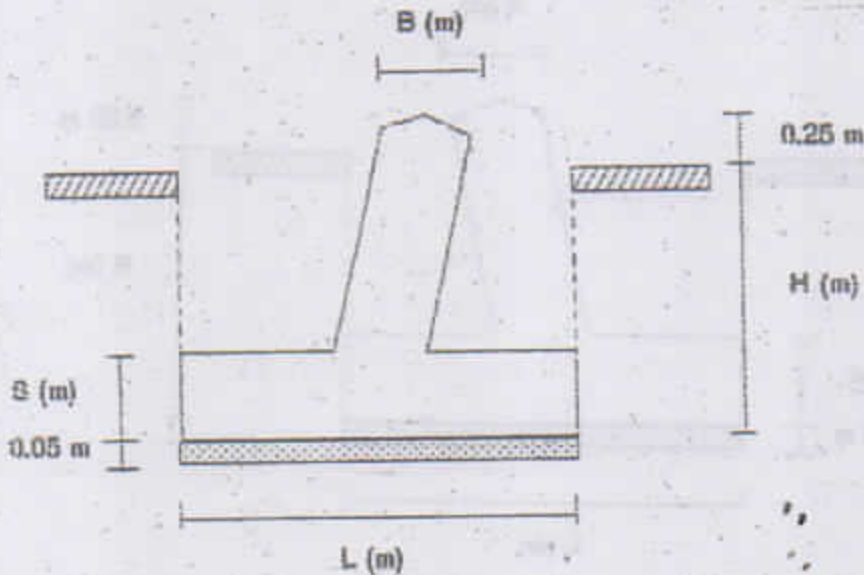
LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AB" 07-Oct-92

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 3.60	COMPRESION	= (24,525)	COMPRESION	
$\rho_s$ SUMERGIDO [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 800	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 9,846	!	
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 9,493	0.5	
$\alpha$ (RAD)	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5,779	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,600	!	
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210	1.75	
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
L*2H [m <sup>3</sup> ]	= 3.89	L*2H	= 25.92	COMPRESION			
H1/3*(L*2+H2*2+L*H)	= 0.00	2Htan( $\alpha$ )*L*H <sup>2</sup> /2	= 7.57	$\rho_{max}$ aplicado		0.45	
H*2*(H2+H3)	= 0.70	x/3*(1/6 * L*2*H <sup>2</sup> )*3	= 0.68	ARRANCAMIENTO		OKAY	
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 4.59	SUBTOTAL =	= 34.18	(PESO CAPEGO S)/ARR. =		3.92	
Wc (Kg)	= 11,016	TOTAL Vs	= 29.39			OKAY	
		Ws	= 23,668				



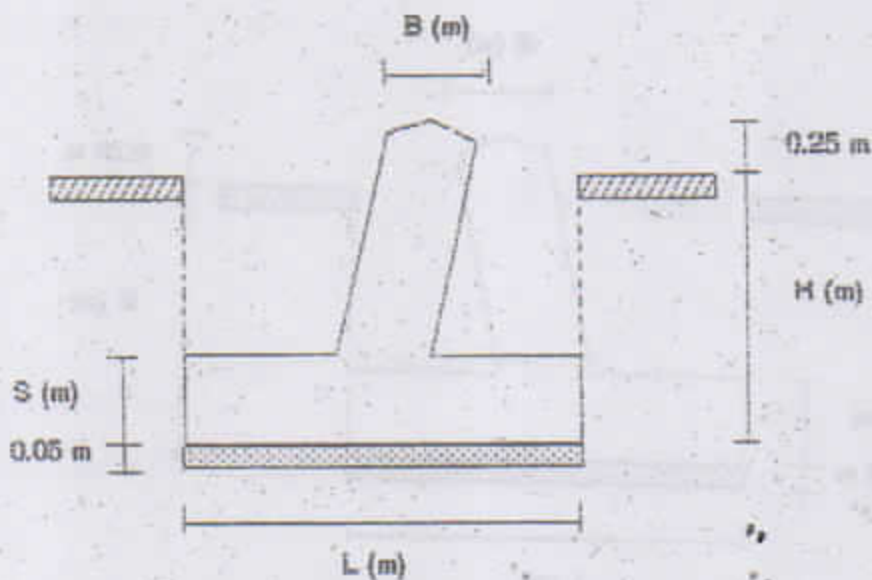
EMPRESA DE ENERGIA DE BOBOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GUAVID-GUAGCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA-SADE, S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG" 14REV.2						97-Oct-92	
$c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.5	L [m]	= 3.10	COMPRESION	= (24,525)	COMPRESION	
$\phi_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,800	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 9,846	1	
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 9,475	1.5	
$\mu$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5,779	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$\phi_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400	2	
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210	1.75	
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
L <sup>2</sup> 21S [m <sup>3</sup> ]	= 2.88	L <sup>2</sup> 21H	= 19.22	COMPRESION			
H1/3H(L <sup>2</sup> +B <sup>2</sup> +L1B1) =	= 0.00	21tan( $\alpha$ )H1H2 <sup>2</sup>	= 10.34	$\sigma_{max}$ aplicado		0.66	
3 <sup>2</sup> 21(H2+H3)	= 0.70	$\alpha/3H(1/3 \alpha^3 L^2 H2^3)$	= 1.71	ARRANCAMIENTO		OKAY	
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 3.59	SUBTOTAL =	= 31.29	(PESO C+PESO B)/ARR. =		5.37	
$W_c$ [KG]	= 8,604	TOTAL Vs	= 27.69			OKAY	
		$W_s$	= 44,312				



EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTÁ  
 OTRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV GURVID-BUASCA-TORCA  
 CONTRATO N° 3677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SANE, S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
LT 230/500 KV MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AG" <del>XXXXXXXXXX</del> <span style="float: right;">07-Oct-92</span>							
$\rho$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 1.0	L [m]	= 3.10	COMPRESION	= 124.325	COMPRESION	
$\rho_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1.600	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 9.846	:	
$\alpha$ [°]	= 30	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 9.493	1.0	
$\omega$ [RAD]	= 0.52	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5.777	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$\rho_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400	:	
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210	1.75	
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
L <sup>2</sup> 21S [m <sup>3</sup> ]	= 2.88	L <sup>2</sup> 21H	= 19.22	COMPRESION			
H1/3 + L <sup>2</sup> 249 <sup>2</sup> 2 + L1S) =	= 0.00	21tan( $\omega$ )L1H2 <sup>2</sup>	= 10.34	peso aplicado		0.62	
S <sup>2</sup> 21(H2+H3)	= 0.70	s/34(TE $\omega$ ) <sup>2</sup> 21H2 <sup>2</sup> S	= 1.71	ARRANCAMIENTO		OKEY	
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 3.59	SUBTOTAL =	= 31.28	(PESO C+PESO S)/ARR. =		3.37	
Wc [KG]	= 3.604	TOTAL Vs	= 27.69			OKEY	
		Ws	= 44.312				



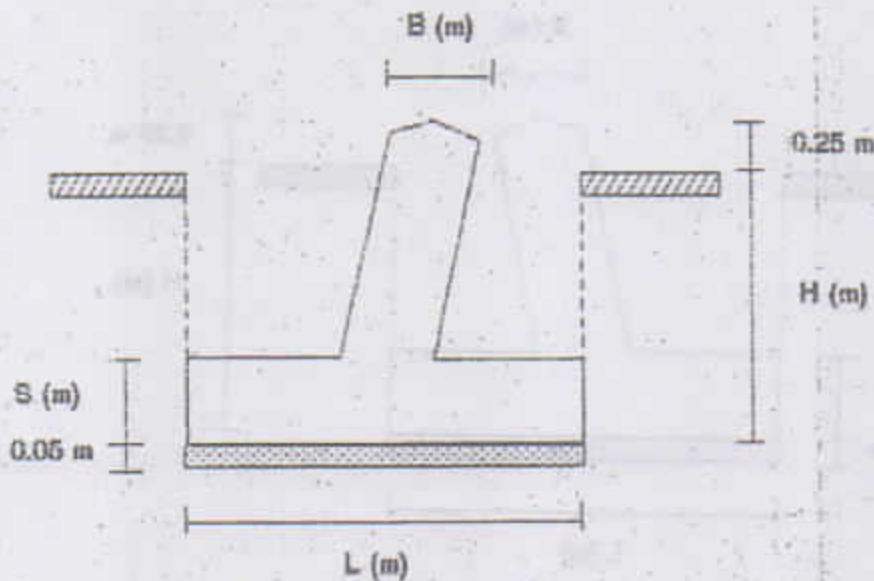
EMPRESA DE EJECUCION DE OBRAS  
 OBRAS: LINEA DE TRANSMISION 500 KV BANUID-GUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVEGA SADE, S.A.

LT 250/300 KV

MEMORIA DE CALCULO CIMENTACION TORRE TIPO "AB"

07-Oct-92

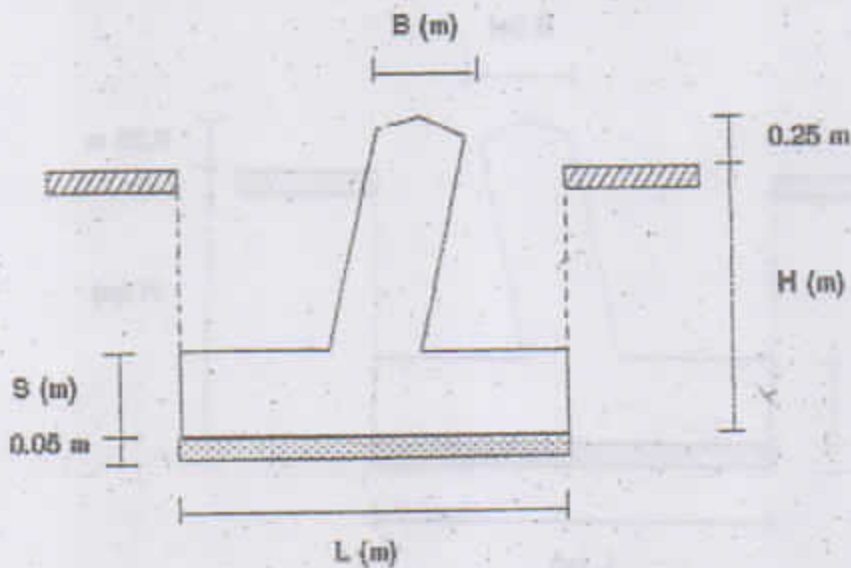
CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\rho$ [Kg/cm <sup>3</sup> ]	= 0.75	L [m]	= 3.15	COMPRESION	= (21,525)	COMPRESION	
$\gamma_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,600	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 9,946		1
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 9,993		0.8
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1[m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5,779	ARRANCAMIENTO	
		H2[m]	= 1.70	$\gamma_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2,400		1
		H3[m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4,200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		CHEQUEO SEGURIDAD			
$L^2 \cdot H$ [m <sup>3</sup> ]	= 2.98	$L^2 \cdot H$	= 19.85	COMPRESION			
$H1/3 \cdot (L^2 + B^2 + L \cdot B)$	= 0.00	$2B \cdot \tan(\alpha) \cdot L \cdot H^2$	= 8.63	peso aplicado			0.68
$B^2 \cdot (H2 + H3)$	= 0.70	$s/3 \cdot (TB + a) \cdot 2 \cdot H^2$	= 0.68	ARRANCAMIENTO			OK
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 3.68	SUBTOTAL	= 27.15	(PESO C+PESO S)/ARR.			4.71
$V_c$ (KG)	= 8,029	TOTAL Vs	= 23.47				OK
		$W_s$	= 37.559				



LFO 4408

EMPRESA DE ENERGIA DE BOGOTA  
 OBRA: LINEA DE TRANSMISION 500 KV SUAVID-SUASCA-TORCA  
 CONTRATO N: 5677  
 EMPRESA CONTRATISTA: SVECA SADE. S.A.

CARACTERISTICAS DEL SUELO		GEOMETRIA		ESFUERZOS FUNDACION		FACTORES SEGURIDAD	
$\nu$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 0.5	L [m]	= 3.60	COMPRESION	= (24.525)	COMPRESION	
$\delta_s$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 1,400	B [m]	= 0.60	ARRANCAMIENTO	= 9.844		
$\alpha$ [°]	= 20	s [m]	= 0.30	CORTE TRANSV.	= 9.493		0.5
$\alpha$ [RAD]	= 0.35	H1 [m]	= 0.00	CORTE LONGIT.	= 5.779	ARRANCAMIENTO	
		H2 [m]	= 1.70	$f_c$ [Kg/m <sup>3</sup> ]	= 2.400		
		H3 [m]	= 0.25	$f'_c$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 210		1.75
		H [m]	= 2.00	$f_y$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	= 4.200		
VOL. Y PESO DEL CONCRETO		VOL. Y PESO DEL SUELO		EXERUCIO SEGURIDAD			
L*2H [m <sup>3</sup> ]	= 3.89	L*2H	= 25.92	COMPRESION			
H1/3*(L*2H+2*L*H1)=	= 0.00	2*tan $\alpha$ H1H2*2	= 7.57	$\sigma_{max}$ aplicado			0.49
B*2*(H2+H3)	= 0.70	$\pi/3$ (T <sub>2</sub> - $\alpha$ )*2H2*3	= 0.68	ARRANCAMIENTO		OKEY	
TOTAL Vc [m <sup>3</sup> ]	= 4.59	SUBTOTAL =	= 34.18	(PESO C+PESO S)/ARR.	=		3.93
Wc [KG]	= 11,016	TOTAL Vs	= 29.59			OKEY	
		Ws	= 47.336				



$$\begin{aligned}
 & W_c \times 1,4 + F_{comp} \times 1,5 \\
 \text{Peso total} &= 11,016 \times 1,4 + 24,525 \times 1,5 = \\
 & 15,42 + 36,79 = 52,21 T
 \end{aligned}$$



Torres 66-67-81-82-86

Para estas Torres se puede suponer un perfil estratigráfico básicamente arcilloso confinado por arcillas de coloran gris y amarillos con fragmentos de lutitas y arcillolitas intercaladas.

Los ensayos muestran valores de  $N$  en general mayores de  $15 \text{ G/pú}$  con lo que según Bowles Tabla 3-3 los valores equivalentes de  $q_u$  son como mínimo de  $2 \text{ kg/cm}^2$  lo que representa una cohesión mínima de  $1 \text{ kg/cm}^2$ .

Lo anterior se comprobaba con mediciones de  $S_v$  mínimas de  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  y  $R_p$  mínimo de  $3,0 \text{ kg/cm}^2$ .

#### - Capacidad de Soporte

Con una cohesión de  $1,0 \text{ kg/cm}^2$  la capacidad de soporte resulta en valores mínimos de  $1,5 \text{ kg/cm}^2$  así:

$$q_{adm} = \frac{c \cdot N_c}{F.S.} = \frac{10 \text{ T/m}^2 \times 1,5}{3} = 19 \text{ T/m}^2 > 15 \text{ T/m}^2$$

#### - Asentamientos

El espesor de material compresible es mínimo o prácticamente nulo, por lo tanto los asentamientos con las cargas

Torres 27-32-33-37

### - Perfil Estratigráfico

Superficialmente: Capa vegetal y arcillas y arcillas limosas de color amarillo hasta prof. max de 1m

Luego aparecen gravas y lutitas moderadamente y parcialmente meteorizadas.

A diferencia de las Torres 21a24, las lutitas presentan un menor grado de meteorización lo cual se comprueba con valores mucho mayores de  $N_c$  y valores de  $R_p > 5 \text{ Kg/cm}^2$

### - Capacidad de soporte

Con valores de  $N$  superiores a  $10.6/\text{pie}$  y  $R_p > 5 \text{ Kg/cm}^2$  se puede escoger una cohesión como mínimo de  $1.0 \text{ Kg/cm}^2$  con lo que resulta  $c_{factm} = \frac{10 \times 5.7}{3} > 15 \text{ Kg/cm}^2$

### - Asentamientos

El espesor del mat compresible es mínimo y por lo tanto resultan valores menores a 1cm (Ver Torres 21a24)

Torres 66-67-81-82-86

Para estas Torres se puede suponer un perfil estratigráfico básicamente arcilloso confinado por arcillas de colores que yamanillas con fragmentos de lutitas y arcillolitas intercaladas.

Los ensayos muestran valores de N en general mayores de 15 G/pil con lo que según Bowles Tabla 3-3 los valores equivalentes de  $q_u$  son como mínimo de 2 kg/cm<sup>2</sup> lo que representa una cohesión mínima de 1 kg/cm<sup>2</sup>.

Lo anterior se comparaba con mediciones de  $S_v$  mínimas de 1,0 kg/cm<sup>2</sup> y  $R_p$  mínimo de 3,0 kg/cm<sup>2</sup>.

#### - Capacidad de Soporte

Con una cohesión de 1,0 kg/cm<sup>2</sup> la capacidad de soporte resulta en valores mínimos de 1,5 kg/cm<sup>2</sup> así:

$$q_{adm} = \frac{c \cdot N_c}{F.S} = \frac{10 \text{ T/cm}^2 \cdot 15,7}{3} = 197 \text{ T/cm}^2 > 15,7 \text{ T/cm}^2$$

#### - Asentamientos

El espesor de material compresible es mínimo o prácticamente nulo, por lo tanto los asentamientos con las cargas

Torres 27-32-33-37

### - Perfil Estratigráfico

Superficialmente: Capa vegetal y arcillas y arcillas limosas de color amarillo hasta prof. max de 1m

Luego aparecen gravas y lutitas moderadamente y parcialmente meteorizadas

A diferencia de las Torres 21a24, las lutitas presentan un menor grado de meteorización lo cual se comprueba con valores mucho mayores de  $N$ , y valores de  $R_p > 5 \text{ Kg/cm}^2$

### - Capacidad de soporte

Con valores de  $N$  superiores a  $10 \text{ G/pe}$  y  $R_p > 5 \text{ Kg/cm}^2$  se puede escoger una cohesión como mínimo de  $1,0 \text{ Kg/cm}^2$  con lo que resulta  $c_{factm} = \frac{10 \times 5,7}{3} > 15 \text{ Kg/cm}^2$

### - Asentamientos

El espesor del mat. comprimible es mínimo y por lo tanto resultan valores menores a  $1 \text{ cm}$  (Ver Torres 21a24)

### Capacidad de soporte

Con valores de cohesión cercanos a  $17/\text{m}^2$  los valores de capacidad de soporte son cercanos a  $27/\text{m}^2$ .

$$q_{adm} = \frac{1 \times 5,7}{3} = 1,97/\text{m}^2.$$

Con esta capacidad resultarían zapatas individuales de gran tamaño y por lo tanto se escogió como fundación una losa que repartirá uniformemente las cargas al terreno y con la que se logrará un asentamiento uniforme.

Sin embargo los materiales orgánicos seguramente están sufriendo una consolidación alta y por lo tanto es conveniente aplicar una carga nueva sobre estos materiales y diseñar la placa para una carga neta de  $07/\text{m}^2$ , o lo que es lo mismo, la tierra se encontrará totalmente flotada.

A manera de ejemplo, si se utilizara una carga neta de  $27/\text{m}^2$  resulta un asentamiento de  $10\text{ cm}$  que se estima inadmisibles.

$q = 5 \text{ T/m}^2$        $D_f = 2 \text{ m}$

Prof	H	F	$c/1120$
0-2m	2	1,5	-
2-3,0m	1	0,8	0,035
3,0-5,0m	2	0,5	0,040
5,0-10,0	5	0,45	0,045
10-20,0	10	0,50	0,050

} Valores típicos en arcillas de la Sabana

$p$  (Asentamiento) = 4,33 cm

Con valores mayor de fatiga de terreno los asentamientos sobrepasan valores de 6 cm, los q' se consideran inadmisibles

Torres 148, 152 y 153.

El nivel de apoyo de estas torres está sobre limos orgánicos de color negro de consistencia muy blanda y altamente compresibles.

Los ensayos muestras  $S_v$  con valores, menores a  $0,15 \text{ kg/cm}^3$

Torres 144-145-146-147-149-150-151

El perfil estratigráfico está conformado básicamente por arcillas, limos arcillosos y limos arenosos de colores gris y amarillo.

Los ensayos muestran valores de  $S_v$  comprendidos entre 0,2 y 0,5  $\text{Kg/cm}^2$  y  $R_p$  entre 0,5 y 1,75  $\text{Kg/cm}^2$ .

Capacidad de soporte

Siendo el perfil arcilloso se puede utilizar:

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} c \cdot N_c$$

$$\text{Con } c = 0,2 \text{ Kg/cm}^2 \quad q_{adm} = \frac{2 \times 5,7}{3} = 3,8 \text{ /m}^2$$

$$\text{Con } c = 0,5 \text{ Kg/cm}^2 \quad q_{adm} = \frac{5 \times 5,7}{3} = 9,5 \text{ /m}^2$$

Es importante utilizar una capacidad de soporte baja con el fin de reducir los asentamientos, ya que las zapatas quedarán apoyadas sobre materiales comprobables según los ensayos de laboratorio.

Para una zapata de 3 x 3 m los asentamientos serían:

Como corroboración, con la fig 4,5 Bowles para capacidad de soporte con asentamientos inferiores a 2,5 cm se obtiene una carga de fatiga como mínimo de  $35 \text{ T/m}^2$ .

Torre 96

El nivel de apoyo es sobre arenas limosas y limos arcillosos con  $N = 86/\text{pie}$  y nivel freático a 1,2 m.

Capacidad de soporte

Con  $N = 86/\text{pie}$   $\phi = 30^\circ$  y  $N_q = 22,5$   $N_f = 19,7$  Agua a 1,2 m

$$\sigma_z = 1,2 \times 1,6 \text{ T/m}^3 + 0,8 \times 0,7 \text{ T/m}^3 = 2,48 \text{ T/m}^2$$

Usando únicamente el primer término de la ecuación:

$$q_{adm} = \frac{1}{3} [1,2 \times 2,48 \times 22,5] = 22 \text{ T/m}^2 > 15 \text{ T/m}^2 \checkmark$$



previstas serán inferiores a 10-20m. (La roca se encuentra a poca profundidad)

Tomez 94, 164 y 165

Para estas Tomes el perfil es eminentemente granular, con arenas, gravas, areniscas mezcladas y a mayor profundidad la roca arenisca sana.

Los ensayos in situ arrojan valores de N a 2m de prof superiores a 256/pie.

Capacidad de Soporte

Con  $N \geq 256/\text{pie}$   $\phi \geq 35^\circ$   $N_q = 41,4$   $N_r = 42,4$

$$q_{adm} = \frac{1}{FS} [1,2 \sigma_2 N_q + 0,7 \gamma B N_r]$$

$$\sigma_2 = \text{esfuerzo efectivo al nivel de apoyo} = 2 \times 1,77/\text{m}^2 = 3,47/\text{m}^2$$

(No hay agua)

Aplicando únicamente el primer término de la fórmula ya resulta una capacidad de soporte mayor a  $1,5 \text{ kg/cm}^2$

así:

$$q_{adm} = \frac{1}{3} [1,2 \times 3,4 \times 41,4] = 567/\text{m}^2 > 77 \text{ kg/cm}^2 \checkmark$$

## - Asealamientos

Por Tratarse de un perfil estratigráfico donde a profundidades de 20 m y mayor al 1 m aparece la roca, el espesor de material compresible es muy bajo.

De todas formas, y aunque no se dispone de ensayos para establecer la compresibilidad, con una zupata de  $3,6 \times 3,6 \text{ m}$  apoyada a 2 m de prof el cálculo sería:

$$D_f = 2 \text{ m} \quad \gamma = 1,8 \text{ T/m}^3$$

$$2-3 \text{ m} \quad c/1+e_0 = 0,01$$

$$3-4 \text{ m} \quad c/1+e_0 = 0,005$$

$$4-5 \text{ m} \quad c/1+e_0 = 0,001$$

(Los valores de compresibilidad son supuestos y se han tomado seguramente altos)

$$\text{Con los anteriores valores } p(\text{cm}) = 0,7 \text{ cm} < 1 \text{ cm} \checkmark$$

- Capacidad de soporte

Según  $f_p$  y  $C_v$  se pueden asumir valores mínimos:  $c = 0,5 - 0,6 \text{ Kg/cm}^2$   
con lo que resulta:

$$q_{adm} = \frac{c \cdot N_c}{FS} = \frac{5 \text{ T/m}^2 \times 5,7}{3} = 9,5 \text{ T/m}^2$$

$$\frac{6 \text{ T/m}^2 \times 5,7}{3} = 11,4 \text{ T/m}^2$$

Con un valor  $N$  entre 5-7 5/pie y según la tabla 3-3  
Bowles se puede asumir  $q$  entre  $0,5 - 1,0 \text{ Kg/cm}^2$  lo  
que resultaría en valores de  $c$  entre  $0,25$  y  $0,5 \text{ Kg/cm}^2$ .

Con  $c = 0,25 \text{ Kg/cm}^2$  la capacidad de soporte resulta  
en valores bajos de  $4,7 \text{ T/m}^2$ , valor que no es representativo  
de las características del material.

Según lo anterior se elige  $q_{adm} = 10 \text{ T/m}^2$

Torres 21-22-23-24-27-32-33-37

Torres 21-22-23-24

- Perfil Estratigráfico

Superficialmente: Capa vegetal y arcillas y limos arcillosos de color gris y amarillo. Máxima profundidad 1,5m

De 1,5m a prof de exploración lutitas altamente meteorizadas

Para las lutitas meteorizadas y según los ensayos in situ se puede asumir un  $N = 5-7$  G/pie (son arcillas y este ensayo no es completamente representativo), un  $R_p = 1,5-4$  Kg/cm<sup>2</sup> y un  $c_v$  entre 0,5 y 0,6 (Kg/cm<sup>2</sup>).  
Los valores de  $q_u$  se obtuvieron sobre muestras en bloques sanas y presentan valores demasiado altos comparados con los ensayos in situ.

## ANEXO 3.2 Geo suelos

**geosuelos Ltda.**  
Ingenieros consultores



**EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS PARA LA ESCOGENCIA DE LOS  
CORREDORES DE TRAZADO PARA EL PREDISEÑO DE LAS LÍNEAS EN LOS  
TRAMOS KATIOS – LA VIRGINIA, LA VIRGINA – ALFEREZ Y ALFEREZ – SAN  
MARCOS**

<b>Elaboró</b>		<b>Reviso</b>		<b>Aprobó</b>	
A.M.C.		Iniciales Nombre		Iniciales Nombre	
				Director de Proyecto	
				Nombre Director Mat.	
				Coordinador de Proyecto	
				Nombre Coordinador Mat:	
<b>Control de revisiones</b>					
<b>Versión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Reviso</b>		<b>Aprobó</b>	
V0					
V1					
V2					
V3					
<b>Bogotá 2014</b>					

## TABLA DE CONTENIDO

1.	Introducción	3
2.	Descripción del proyecto	4
3.	Investigaciones realizadas	5
3.1	Investigaciones de campo	5
3.2	Ensayos de campo y laboratorio	5
3.3	Resumen de ensayos de laboratorio	6
3.4	Nivel freático	8
4.	Criterios geotecnicos utilizados	9
4.1	Parámetros geotécnicos	9
4.1.1	Corrección de N	9
4.2	Criterios para determinar la capacidad de soporte	10
4.2.1	Suelos Granulares	10
4.2.2	Suelos Cohesivos	10
4.3	Diseño al arranque	11
4.4	Asentamientos	11
4.4.1	Suelos Cohesivos	11
4.4.2	Suelos Granulares	11
5.	Análisis de cimentación	12
5.1	Corrección del ensayo SPT	12
5.2	Tipo de cimentación	16
5.3	Análisis de capacidad portante.	16
6.	Recomendaciones de cimentación	17
6.1	Nota importante	17
7.	Bibliografía	18

### **LISTA DE TABLAS**

Tabla No. 1: Coordenadas de las exploraciones	5
Tabla No. 2: Resumen de ensayos de clasificación	6
Tabla No. 3: Resumen de resultados de ensayos de PH	8
Tabla No. 4: Niveles freáticos encontrados	8
Tabla No. 5: Corrección ensayos SPT	12
Tabla No. 6: Calculo de capacidad portante	16



## **1. INTRODUCCIÓN**

Para desarrollar el proyecto que tiene como objeto elaborar los prediseños de la convocatoria de la UPME correspondiente a las líneas eléctricas que van desde Katios a La Virginia, La Virginia – Alferez y Alferez – San Marcos a 500kV, fue necesario que ISA contratara los respectivos estudios con la firma CONSULTORES UNIDOS S.A.

En consecuencia, este informe se presenta lo correspondiente a los análisis geotécnicos necesarios para determinar el sistema de cimentación y los valores estimados de capacidad portante de las diferentes estructuras del proyecto

De acuerdo con lo anterior, se trabajaran los siguientes capítulos:

- Investigaciones geotécnicas
- Criterios geotécnicos adoptados
- Análisis de cimentación
- Recomendaciones de cimentación

## **2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

El proyecto está conformado por siguientes líneas:

1. Katios – La Virginia: de 160 km aproximadamente a 500 kV.
2. La Virginia – Alferez: de 196 km aproximadamente a 500 kV.
3. Subestación Alferez a 500 kV.
4. Alferez – San Marcos a 500 kV.

### 3. INVESTIGACIONES REALIZADAS

#### 3.1 Investigaciones de campo

Para el diseño preliminar de la línea de transmisión se programó la ejecución de 22 exploraciones a una profundidad de 6 m y 2 exploraciones mecánicas a una profundidad de 12 m. Las coordenadas de las exploraciones se presentan en la Tabla No. 1.

Tabla No. 1: Coordenadas de las exploraciones

Punto	Coordenadas		Cota
	Norte	Este	
S-1N	1161183	827399	1928
S-2N	1158170	825134	2084
S-3N	1157683	825070	2107
S-4N	1148514	824676	1630
S-5N	1145490	824035	1725
S-6N	1131324	822031	928
S-7N	1122337	821886	997
S-8N	1106895	827321	2210
S-9N	1053770	811439	1585
S-10N	1034071	806013	924
S-11N	1027117	802751	1162
S-12N	1019511	802260	1030
S-13N	1014199	801106	1126
S-14N	973265	973265	974
S-15N	922394	757480	1174
S-16N	875230	759637	1071
S-17N	864156	743254	981
S-18N	865104	734005	967
S-18AN	864879	734173	972
S-19N	887405	736050	960
S-20N	890012	732451	991
S-21N	864410	730867	965

Fuente: Topografía CUSA

#### 3.2 Ensayos de campo y laboratorio

En los sitios explorados se recuperaron muestras para ensayos de laboratorio, adicionalmente se realizaron ensayo de penetración estándar (SPT) y ensayos de resistividad en suelo. Los ensayos de laboratorio realizados son los siguientes:

- Humedad natural
- Límites de consistencia
- Granulometría

- PH

### 3.3 Resumen de ensayos de laboratorio

En la Tabla No. 2 se presenta en resumen de los ensayos de laboratorio ejecutados. Los ensayos realizados se presentan en el ANEXO 1 del presente informe.

**Tabla No. 2: Resumen de ensayos de clasificación**

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	SUSC
S - 1	2	1,00 - 1,50	51,47	107,34	53,82	53,52	8,37	31,02	60,61	MH
S - 1	4	2,00 - 2,50	24,16	37,97	21,72	16,25	22,35	26,53	51,12	CL
S - 1	6	3,00 - 3,50	21,53	36,11	22,97	13,14	20,10	31,29	48,61	SC
S - 1	7	3,50 - 4,00	17,97	25,93	17,48	8,45	31,10	31,21	37,69	SC
S - 3	2	1,00 - 1,50	127,40	148,43	66,50	81,94	0,00	13,28	86,72	MH
S - 3	4	2,50 - 3,00	90,32	94,67	51,28	43,39	0,00	8,11	91,89	MH
S - 3	5	3,50 - 4,00	45,47	56,36	34,54	21,81	0,00	2,49	97,51	MH
S - 4	3	1,50 - 2,00	34,72	46,61	21,57	25,04	2,34	27,21	70,45	CL
S - 4	5	2,50 - 3,00	34,21	38,63	22,71	15,91	0,00	40,00	60,00	CL
S - 4	6	3,50 - 4,00	26,90	43,19	19,77	23,42	0,00	17,16	82,84	CL
S - 5	1	0,00 - 0,50	63,32	95,92	45,00	50,93	0,00	17,09	82,91	MH
S - 5	2	0,50 - 1,00	39,57	73,71	36,71	37,01	34,89	20,60	44,51	GM
S - 5	4	1,50 - 2,00	55,38	80,01	34,32	45,69	0,00	18,40	81,60	CH
S - 6	2	0,50 - 1,00	21,22	68,00	34,98	33,02	46,23	17,31	36,46	GM
S - 7	2	0,50 - 1,00	21,98	56,33	19,72	36,61	8,16	38,08	53,75	CH
S - 7	4	1,50 - 2,00	29,52	58,74	24,50	34,24	0,00	29,23	70,77	CH
S - 7 AUX.	3	1,50 - 2,00	36,61	67,10	28,73	38,37	0,00	17,26	82,74	CH
S - 7 AUX.	1	0,50 - 1,00	26,40	57,09	22,23	34,86	0,00	36,87	63,13	CH
S - 8	2	0,50 - 1,00	62,59	84,01	42,30	41,70	4,63	23,52	71,85	MH
S - 8	4	1,50 - 2,00	22,68	36,43	25,15	11,28	24,30	31,53	44,17	SM
S - 8	6	2,50 - 3,00	26,83	38,71	23,55	15,15	28,79	26,58	44,62	GC
S - 8	8	3,50 - 4,00	25,46	28,02	16,15	11,87	42,16	24,90	32,93	GC
S - 9	3	1,00 - 1,50	46,45	57,72	26,20	31,51	0,00	17,37	82,63	CH
S - 9	4	1,50 - 2,00	31,98	39,30	20,23	19,08	40,77	12,20	47,03	GC
S - 10	1	0,00 - 1,00	32,65	37,82	19,69	18,14	26,77	26,37	46,86	GC
S - 8	8	3,50 - 4,00	25,46	28,02	16,15	11,87	42,16	24,90	32,93	GC
S - 9	3	1,00 - 1,50	46,45	57,72	26,20	31,51	0,00	17,37	82,63	CH
S - 9	4	1,50 - 2,00	31,98	39,30	20,23	19,08	40,77	12,20	47,03	GC
S - 10	1	0,00 - 1,00	32,65	37,82	19,69	18,14	26,77	26,37	46,86	GC
S - 11	3	1,00 - 1,50	63,34	165,91	80,23	85,68	0,00	22,14	77,86	MH
S - 11	3	1,00 - 1,50	65,12	77,28	45,62	31,66	0,00	27,94	72,06	MH
S - 11	7	3,00 - 3,50	62,65	79,69	44,28	35,41	0,00	33,05	66,95	MH
S - 12	2	1,50 - 2,00	33,16	67,76	22,87	44,89	0,00	9,08	90,92	CH
S - 12	3	2,50 - 3,00	29,36	65,92	23,46	42,47	0,00	5,05	94,95	CH
S - 12	4	3,50 - 4,00	29,73	52,18	22,53	29,65	0,00	21,76	78,24	CH
S - 12	6	5,50 - 6,00	21,56	61,71	21,55	40,16	0,00	3,69	96,31	CH

Sondeo	Muestra	Profundidad (m)	Humedad (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	SUSC
S - 13	1	0,00 - 0,50	20,51	53,62	23,23	30,39	0,00	19,71	80,29	CH
S - 13	3	1,00 - 1,50	23,11	50,62	21,54	29,09	0,00	1,59	98,41	CH
S - 13	5	1,50 - 2,00	17,09	52,79	21,18	31,60	0,00	1,23	98,77	CH
S - 13	7	3,00 - 3,50	14,16	51,40	21,11	30,29	0,00	2,52	97,48	CH
S - 14	1	0,15 - 0,50	25,03	52,80	18,22	34,58	0,00	50,47	49,53	SC
S - 14	3	1,00 - 1,50	18,64	54,98	18,83	36,15	0,00	42,48	57,52	CH
S - 14	5	2,00 - 2,50	30,64	86,54	22,46	64,08	0,00	21,10	78,90	CH
S - 14	7	4,50 - 5,00	14,18	38,64	17,37	21,27	0,00	54,45	45,55	SC
S - 14	8	6,50 - 7,00	28,19	84,89	23,24	61,65	0,00	23,83	76,17	CH
S - 15	3	1,00 - 1,50	32,09	78,42	25,64	52,78	0,00	28,35	71,65	CH
S - 15	4	1,50 - 2,00	19,65	73,08	27,11	45,96	16,64	22,75	60,61	CH
S - 15 AUX.	4	1,50 - 2,00	22,52	73,74	26,47	47,27	6,98	31,67	61,35	CH
S - 15 AUX.	2	0,50 - 1,00	24,81	73,67	24,17	49,50	10,03	27,30	62,67	CH
S - 16	2	0,50 - 1,00	24,65	147,64	75,52	72,11	34,68	10,33	54,98	MH
S - 17	2	1,00 - 1,50	17,90	0,00	0,00	0,00	0,00	88,66	11,34	SP SM
S - 17	3	2,00 - 2,50	38,02	66,73	21,77	44,95	0,00	18,34	81,66	CH
S - 17	4	3,50 - 4,00	41,25	40,88	22,23	18,64	0,00	1,76	98,24	CL
S - 17	6	5,50 - 6,00	36,47	67,58	22,67	44,91	0,00	7,21	92,79	CH
S - 17	8	8,50 - 9,00	41,62	41,82	21,52	20,30	0,00	2,02	97,98	CL
S - 18 A	2	0,50 - 1,00	18,99	35,20	15,09	20,11	0,00	28,31	71,69	CL
S - 18 A	3	1,00 - 1,50	10,78	33,93	15,15	18,78	0,00	33,62	66,38	CL
S - 18 A	5	2,00 - 2,50	15,77	21,53	15,02	6,52	35,13	19,28	45,59	GC-GM
S - 18	2	1,00 - 1,50	22,34	88,75	22,11	66,64	0,00	12,99	87,01	CH
S - 18	4	1,50 - 2,00	17,23	83,13	21,34	61,78	1,81	17,67	80,52	CH
S - 18	6	2,50 - 3,00	11,72	46,11	18,55	27,56	1,84	26,33	71,83	CL
S - 19	2	1,00 - 1,50	37,95	69,72	29,16	40,56	0,00	2,93	97,07	CH
S - 19	3	3,50 - 4,00	28,75	42,90	22,27	20,63	0,00	46,67	53,33	CL
S - 19	4	3,50 - 4,00	35,62	42,71	22,37	20,34	0,00	24,33	75,67	CL
S - 19	6	5,50 - 6,00	39,55	67,46	31,01	36,45	0,00	1,34	98,66	CH
S - 19	8	7,50 - 8,00	44,62	64,86	31,71	33,15	0,00	2,77	97,23	CH
S - 19	9	9,00 - 9,50	49,04	79,40	28,79	50,61	0,00	2,80	97,20	CH
S - 19	10	10,50 - 11,00	44,71	87,15	26,81	60,34	0,00	4,31	95,69	CH
S - 19	11	12,00 - 12,50	41,84	84,30	26,41	57,89	0,00	12,77	87,23	CH
S - 19	12	13,50 - 14,00	36,86	46,82	19,38	27,43	0,00	16,41	83,59	CL
S - 20	1	1,00 - 1,50	29,78	44,97	743,05	-698,08	0,00	35,97	64,03	ML
S - 20	5	5,50 - 6,00	24,87	46,85	22,01	24,84	0,00	29,74	70,26	CL
S - 20	7	9,00 - 9,50	44,39	65,22	28,78	36,43	0,00	1,05	98,95	CH
S - 20	9	12,00 - 12,50	17,42	35,54	16,78	18,76	0,00	47,87	52,13	CL
S - 21	3	1,00 - 1,50	33,19	77,80	23,22	54,58	0,00	11,97	88,03	CH
S - 21	5	2,00 - 2,50	36,71	74,97	23,78	51,19	0,00	10,13	89,87	CH
S - 21	7	3,00 - 3,50	31,25	71,35	22,55	48,80	0,00	21,73	78,27	CH
S - 21	8	3,50 - 4,00	32,60	74,19	22,58	51,61	0,00	13,07	86,93	CH

Fuente: Elaboración propia

**Tabla No. 3: Resumen de resultados de ensayos de PH**

Sondeo	Muestra	Profundidad m	Recipiente No.	pH	Sondeo	Muestra	Profundidad m	Recipiente No.	pH
1-N	4	2,00 - 2,50	39	4,8	13-N	4	2,00 - 2,50	52	7,1
2-N	4	2,00 2,50	24	6,5	14-N	4	1,50 - 2,00	21	7,3
3-N	3	1,50 - 2,00	45	6,1	15-N	4	1,50 - 1,80	78	5,8
4-N	4	2,00 - 2,50	23	6,4	16-N	2	0,50 - 1,00	95	6,7
5-N	4	1,50 - 2,00	92	5,3	17-N	3	2,00 - 2,50	17	7,4
6-N	2	0,50 - 1,00	2	5,5	18-N	5	2,00 - 2,50	70	7,3
6-A	2	0,50 - 1,00	59	5,4	18-A	4	1,50 - 2,00	72	6,4
7-N	2	1,50 - 2,00	58	6,6	18-A'	4	2,00 - 2,50	30	7,4
8-N	5	2,00 - 2,50	72	5,8	19-N	3	2,00 - 2,50	20	7
9-N	4	1,50 - 2,00	43	5,4	20-N	2	2,00 - 2,50	29	6,5
10-N	1	0,00 - 1,00	13	6,3	21-N	5	2,00 - 2,50	19	7,3
11-N	5	2,00 - 2,50	9	5,9					

Fuente: Elaboración propia

### 3.4 Nivel freático

En la Tabla No. 4 se presentan las profundidades a las cuales se encontró el nivel freático en cada una de las exploraciones.

**Tabla No. 4: Niveles freáticos encontrados**

Sondeo	Profundidad m	Sondeo	Profundidad m
1-N	-	12-N	
2-N	-	13-N	-
3-N	3,50	14-N	-
4-N	-	15-N	-
5-N	-	16-N	-
6-N	-	17-N	-
6-A	-	18-N	-
7-N	-	18-A	-
8-N	-	18-A'	-
9-N	-	19-N	3,50
10-N	-	20-N	-
11-N	-	21-N	-

Fuente: Elaboración propia

## 4. CRITERIOS GEOTECNICOS UTILIZADOS

### 4.1 Parámetros geotécnicos

#### 4.1.1 Corrección de N

El valor del número de golpes por pie (N), obtenido en campo mediante el SPT, debe ser afectado a través de la utilización de un factor que involucre los efectos del grado de confinamiento del material y de la energía liberada por el martillo. La corrección del valor de N, se puede obtener mediante la utilización de la metodología ajustada por A. González (1999), la cual involucra el esfuerzo efectivo vertical ( $\sigma'_v$ ) que presente el material a la profundidad a la cual se realice el ensayo. Esta metodología está fundamentada en la ecuación (4-1):

$$C_n = 1 - K_n \cdot \text{Log}(R_s) \quad (4-1)$$

- Corrección por presión de confinamiento  $C_n$ : Este factor siempre debe ser menor o igual a 2 y se calcula con la expresión de Seed-Idriss:
- Factor  $K_n$ : De acuerdo con la condición de esfuerzos efectivos se establece este factor según los parámetros que se presentan en las ecuaciones (4-2) y (4-3):

$$K_n = 1.41 \text{ para } R_s < 1 \quad (4-2)$$

$$K_n = 0.92 \text{ para } R_s \geq 1 \quad (4-3)$$

- $R_s$  está definido por en la ecuación (4-4):

$$R_s = \frac{\sigma'_v}{p_a} \quad (4-4)$$

Donde:

$\sigma'_v$  Esfuerzo efectivo vertical en  $\text{kg/cm}^2$

$P_a$  Presión atmosférica, que en el caso de Aguachica Cesar es de 0.99 atm, para efectos de cálculo se toma igual a 1atm

- El valor corregido del  $N_{60}$ , se obtiene al multiplicar el valor obtenido en campo por el factor de presión de confinamiento  $C_n$  y por 0,75 que es el factor que involucra la corrección por la energía liberada por el matillo.

- Ángulo de fricción equivalente. Para determinar el ángulo de fricción se evaluó utilizando la correlación recomendada por Meyerhoff y otros autores, en la ecuación (4-5):

$$\phi = 27 + 0.3N_{60} \quad (4-5)$$

Siendo  $N_{60}$  el número de golpes corregido en el ensayo de penetración Standard

#### **4.2 Criterios para determinar la capacidad de soporte**

En la determinación de la capacidad de soporte para el diseño de cimientos se tienen en cuenta dos criterios básicos. La carga ultima de falla del suelo y el asentamiento permisible.

Para la evaluación de la carga de falla del subsuelo se emplea la teoría clásica de Terzaghi que se describe a continuación según se trate de suelos granulares o cohesivos:

##### **4.2.1 Suelos Granulares**

Se considera el comportamiento del suelo como típicamente granular en los casos que exista un claro predominio de arenas, gravas, limos no plásticos o mezclas de los mismos en la composición de los suelos. Los limos no plásticos se incluyen dentro de esta categoría de acuerdo a los criterios expresados por Terzaghi, Peck y diferentes autores, en varias publicaciones clásicas.

Para este tipo de suelos se asumirá un valor de cohesión  $C = 0$  y se aplica la ecuación (4-6):

$$q_u = \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma \quad (4-6)$$

En donde:

$\gamma$	Peso Unitario de Suelo (Ton/m <sup>3</sup> )
$D_f$	Profundidad de cimentación (m)
$N_q$	Factor de capacidad de carga (Adimensional)
$B$	Ancho del cimiento. Se supuso un valor mínimo de 1.00 m.
$N_\gamma$	Factor de capacidad de carga (Adimensional)

Los valores de los parámetros  $N_\gamma$  y  $N_q$  se obtienen en función del ángulo de fricción interna del suelo, para lo cual se utilizaran métodos y correlaciones ampliamente descritos en libros clásicos de mecánica de suelos (Terzaghi, Peck).

El ángulo de fricción se evaluara utilizando la correlación recomendada por Meyerhoff y otros autores en la ecuación (4-5):

El resultado así obtenido se divide por un factor de seguridad de 3.0 para obtener la capacidad de soporte admisible neta del suelo.

##### **4.2.2 Suelos Cohesivos**

Para suelos cohesivos se asumirá la condición  $\phi = 0$  y la capacidad de soporte se determinara por la ecuación (4-7):



$$q_u = CN_c + \gamma D_f \quad (4-7)$$

En donde:

$q_u$	Capacidad ultima de soporte (Ton/m <sup>2</sup> )
$C$	Cohesión del suelo (Ton/m <sup>2</sup> )
$N_c$	Factor de capacidad (Adimensional)
$\gamma$	Peso unitario del suelo (Ton/m <sup>3</sup> )
$D_f$	Profundidad de cimentación (m)

La cohesión del suelo o resistencia al corte no drenada se determinó mediante la correlación propuesta por Bowles ( $C_U = 0.081N_{60}$ , siendo  $N_{60}$  el número de golpes corregido del ensayo SPT)

El resultado así obtenido se divide por un factor de seguridad de 3 para determinar la capacidad de soporte admisible neta a utilizar en el diseño de las cimentaciones.

### **4.3 Diseño al arranque**

Dado que las estructuras previstas están constituidas por torrecillas con cimientos independientes, deberá verificarse su capacidad al arranque, utilizando el método del cono y asumiendo valores del ángulo del mismo de 30° para capacidades portantes de 1.0kg/cm<sup>2</sup> y de 20° para capacidades portantes comprendidas entre 0,5 y 1,0kg/cm<sup>2</sup>.

### **4.4 Asentamientos**

#### **4.4.1 Suelos Cohesivos**

Para los suelos cohesivos de consistencia blanda a media, los asentamientos principales son los que se presentan por efecto de la consolidación del suelo. La determinación de los parámetros que intervienen en esta evaluación se hará mediante la realización de ensayos de este tipo, en laboratorio. En suelos cohesivos de consistencia firme a alta se evaluarán únicamente los asentamientos elásticos utilizando las metodologías presentadas en el código de puentes o en el código NSR-10.

#### **4.4.2 Suelos Granulares**

Para el caso de suelos granulares, se utilizan los diagramas de proyecto desarrollados por Terzaghi y Peck, para determinar la presión máxima admisible, que se puede aplicar el subsuelo, que garantice un asentamiento inferior a 2.5 cm.

## 5. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

De acuerdo con lo presentado en los numerales 3 y 4 a se presentan los análisis requeridos para la cimentación de las torres.

### 5.1 Corrección del ensayo SPT

En la Tabla No. 5 se presenta la corrección de los ensayos SPT ejecutados para la línea.

Tabla No. 5: Corrección ensayos SPT

PERF N°	MUESTRA		N Campo (golpes/pie)	N1 60=N1*e (golpes/pie)
	N°	PROFUNDIDAD		
1N	1	0,50 - 1,00	3	4
	2	1,00 - 1,50	4	5
	3	1,50 - 2,00	4	5
	4	2,00 - 2,50	6	8
	5	2,50 - 3,00	3	4
	6	3,00 - 3,50	4	5
	7	3,50 - 4,00	10	14
2N	1	0,50 - 1,00	3	4
	2	1,00 - 1,50	5	7
	3	1,50 - 2,00	7	10
	4	2,00 - 2,50	11	15
	5	3,00 - 3,50	5	7
	6	4,00 - 4,50	4	5
	7	5,50 - 6,00	3	3
3N	1	0,30 - 1,00	2	3
	2	1,00 - 1,50	2	3
	3	1,50 - 2,00	2	3
	4	2,50 - 3,00	2	3
	5	3,50 - 4,00	2	2
4N	1	0,50 - 1,00	10	14
	2	1,00 - 1,50	10	14
	3	1,50 - 2,00	6	8
	4	2,00 - 2,50	4	5
	5	2,50 - 3,00	4	5
	6	3,50 - 4,00	6	8
5N	1	1,00 - 1,50	5	7
	2	2,00 - 2,50	12	17

PERF N°	MUESTRA		N Campo (golpes/pie)	N1 60=N1*e (golpes/pie)
	N°	PROFUNDIDAD		
	3	3,00 - 3,50	16	22
	4	4,00 - 4,50	Rechazo	
6N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	Rechazo	
7N	1	0,00 - 0,50	5	7
	2	0,50 - 1,00	12	17
	3	1,00 - 1,50	16	22
	4	1,50 - 2,00	Rechazo	
7A	1	0,50 - 1,00	10	14
	2	1,00 - 1,50	14	19
	3	1,50 - 2,00	Rechazo	
8N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	4	5
	3	1,00 - 1,50	4	5
	4	1,50 - 2,00	4	5
	5	2,00 - 2,50	4	5
	6	2,50 - 3,00	7	10
	7	3,00 - 3,50	4	5
	8	3,50 - 4,00	14	18
9N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	13	17
	3	1,00 - 1,50	21	29
	4	1,50 - 2,00	Rechazo	
10N	1	0,00 - 0,50		
	2	1,00 - 1,50		
11N	1	0,10 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	23	31
	3	1,00 - 1,50	17	23
	4	2,00 - 2,50	36	49
	5	2,50 - 3,00	45	61
	6	3,00 - 3,50	34	45
12N	1	0,10 - 0,60		
	2	1,50 - 2,00	5	7
	3	2,50 - 3,00	8	11
	4	3,50 - 4,00	13	17
	5	4,50 - 5,00	11	13
	6	5,50 - 6,00	10	14

PERF N°	MUESTRA		N Campo (golpes/pie)	N1 60=N1*e (golpes/pie)
	N°	PROFUNDIDAD		
13N	1	0,00 - 0,50	7	10
	2	0,50 - 1,00	13	17
	3	1,00 - 1,50	22	30
	4	1,50 - 2,00	18	24
	5	2,00 - 2,50	12	17
	6	2,50 - 3,00	12	17
	7	3,00 - 3,50	28	37
	8	3,50 - 4,00	Rechazo	
14N	1	0,15 - 0,65	18	24
	2	0,50 - 1,00	21	29
	3	1,00 - 1,50	17	23
	4	1,50 - 2,00	15	20
	5	2,00 - 2,50	11	15
	6	3,50 - 4,00	12	16
	7	4,50 - 5,00	11	14
	8	6,50 - 7,00	12	12
15N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	13	17
	3	1,00 - 1,50	37	50
	4	1,50 - 2,00	Rechazo	
15A	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	10	14
	3	1,00 - 1,50	19	26
	4	1,50 - 2,00	61	83
16N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00		
17N	1	0,50 - 1,00		
	2	1,00 - 1,50	2	3
	3	2,00 - 2,50	6	8
	4	3,50 - 4,00	16	20
	5	4,50 - 5,00	7	10
	6	5,50 - 6,00	8	11
	7	6,50 - 7,00	13	17
	8	8,50 - 9,00		
18N	1	0,00 - 0,50		
	2	0,50 - 1,00	12	17
	3	1,00 - 1,50	15	20

PERF N°	MUESTRA			N Campo (golpes/pie)	N1 60=N1*e (golpes/pie)
	N°	PROFUNDIDAD			
	4	1,50	- 2,00	14	19
	5	2,00	- 2,50	32	44
	6	2,50	- 3,00	52	71
19N	1	0,00	- 0,50	5	7
	2	1,00	- 1,50	10	14
	3	2,00	- 2,50	12	17
	4	3,50	- 4,00	10	13
	5	4,50	- 5,00	11	13
	6	5,50	- 6,00	19	20
	7	6,50	- 7,00	23	23
	8	7,50	- 8,00	20	18
	9	9,00	- 9,50	21	17
	10	10,50	- 11,00	17	13
	11	12,00	- 12,50	17	12
	12	13,50	- 14,00	18	12
20N	1	1,00	- 1,50	15	20
	2	2,00	- 2,50	14	19
	3	3,50	- 4,00	15	19
	4	4,50	- 5,00	36	41
	5	5,50	- 6,00	36	38
	6	7,50	- 8,00	33	30
	7	9,00	- 9,50	36	30
	8	10,50	- 11,00	47	36
	9	12,00	- 12,50	46	33
21N	1	0,00	- 0,50		
	2	0,50	- 1,00	4	5
	3	1,00	- 1,50	9	12
	4	1,50	- 2,00	14	19
	5	2,00	- 2,50	8	11
	6	2,50	- 3,00	9	12
	7	3,00	- 3,50	8	11
	8	3,50	- 4,00	12	17

Fuente: Elaboración propia

El detalle de la corrección del ensayo SPT se presenta en el ANEXO 2

## 5.2 Tipo de cimentación

De acuerdo con los resultados de las investigaciones ejecutadas las torres se podrán apoyar sobre zapatas superficiales.

## 5.3 Análisis de capacidad portante.

En la Tabla No. 6 se presenta el resumen de los cálculos de capacidad portante para cada uno de los sitios explorados.

**Tabla No. 6: Calculo de capacidad portante**

Locación	Prof. de cimentación (m)	B (m)	L (m)	$\beta$ (°)	$\gamma$ (kn/m <sup>3</sup> )	C (kN/m <sup>2</sup> )	$\phi$ (°)	$q_u$ (kN/m <sup>2</sup> )	FS	$q_{Adm}$ (kN/m <sup>2</sup> )	$q_{Adm}$ (kg/cm <sup>2</sup> )
S-1N	3,00	2,00	2,00	0,00	19,00	15,00	25,00	1896,35	3,00	632,12	6,32
S-2N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	15,00	31,50	3009,40	3,00	1003,13	10,03
S-3N	2,00	2,50	2,50	0,00	19,00	24,00	27,90	2478,44	3,00	826,15	8,26
S-4N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	10,00	31,00	2473,39	3,00	824,46	8,24
S-5N	2,00	1,50	1,50	0,00	18,00	134,00	32,00	12658,61	3,00	4219,54	42,20
S-6N	2,00	1,50	1,50	0,00	18,00	60,00	32,00	6706,96	3,00	2235,65	22,36
S-7N	2,00	1,50	1,50	0,00	18,00	17,00	33,00	3656,75	3,00	1218,92	12,19
S-8N	2,00	2,50	2,50	0,00	19,00	4,30	29,00	1639,91	3,00	546,64	5,47
S-9N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	0,00	27,00	1051,33	3,00	350,44	3,50
S-10N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	0,00	27,00	1051,33	3,00	350,44	3,50
S-11N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	18,00	34,00	4361,86	3,00	1453,95	14,54
S-12N	2,50	2,50	2,50	0,00	19,00	10,00	20,00	883,46	3,00	294,49	2,94
S-13N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	14,00	32,00	3111,80	3,00	1037,27	10,37
S-14N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	23,00	33,00	4308,53	3,00	1436,18	14,36
S-15N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	30,00	32,00	4398,64	3,00	1466,21	14,66
S-16N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	20,00	32,00	3594,37	3,00	1198,12	11,98
S-17N	3,00	2,50	2,50	0,00	19,00	16,00	33,00	4803,31	3,00	1601,10	16,01
S-18N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	13,00	32,00	3031,37	3,00	1010,46	10,10
S-19N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	13,00	32,00	3031,37	3,00	1010,46	10,10
S-20N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	15,00	32,00	3192,23	3,00	1064,08	10,64
S-21N	2,00	1,50	1,50	0,00	19,00	9,00	30,00	2131,07	3,00	710,36	7,10

Fuente: Elaboración propia

El detalle de los cálculos de capacidad portante se presenta en el ANEXO 3

## **6. RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN**

De acuerdo con lo presentado en los numerales anteriores se presentan las siguientes recomendaciones para los sitios

- El presente informe corresponde a un prediseño, por lo tanto al momento de realizar la ingeniería de detalle, se deberá realizar una nueva exploración con los sitios definitivos de cada torre.
- Las capacidades portantes estimadas no tuvieron en cuenta la excentricidad que se genera en el cimiento por la inclinación de las cargas transmitidas por los montantes; se deberá tener en cuenta este criterio en los diseños detallados.
- Las correlaciones para determinar C y  $\phi$ , sobre estimaban las capacidades reales del suelo, por tanto se asumieron valores de C y  $\phi$  acordes con las características de los mismos.
- Debido a que se encontraron sitios susceptibles a fenómenos de licuación, se recomienda que la ingeniería de detalle contemple análisis y recomendaciones para esta situación.
- Los materiales encontrados en los sondeos 1N, 3N, 4N y 8N, presentan valores de SPT bajos, se recomienda que en los estudios detallados, se evalúe la posibilidad de implementar cimentaciones profundas por medio de pilotes.
- Los ensayos de pH ejecutados para este estudio se encuentran entre los rangos aceptables para torres de transmisión

### **6.1 Nota importante**

El presente estudio es un prediseño, el cual fue elaborado con base en investigaciones puntuales. Para el estudio de ingeniería de detalle se deberá realizar un nuevo plan de exploraciones con la ubicación de cada una de las torres proyectadas, para definir el sistema de cimentación de cada torre.

## **7. BIBLIOGRAFIA**

Das, B. M. (2006). *Principios de ingeniería de cimentaciones* . Mexico D.F.: Thomson.

Gonzalez, A. (1999). Estimativos de parámetros efectivos de resistencia con el SPT. X *Jornadas geotécnicas de la ingeniería colombiana*.

Juárez Badillo, E., & Rico Rodriguez, A. (1997). *Mecánica de suelos* . Mexico D.F.: Limusa Noriega Editores.

Peck, R., Hanson, W., & Thornburn, T. (1996). *Ingeniería de cimentaciones* . Mexico D.F.: Limusa .



ANEXO 3.3 Bermat

ESTUDIO DESCARTAS

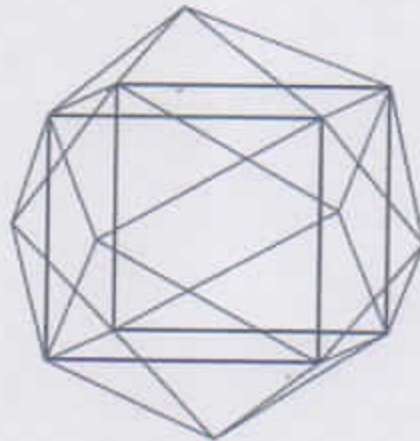


**BERMAT**  
INGENIERIA LTDA

**COMCEL S.A.**

---

TORRE NO CUMPLA  
CON ASESAMIENTO



**COMCEL S.A.**

**ESTUDIO DE SUELOS**

**ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE**

**ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN**

**UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 14 ESTE, MZ 5 LOTE 11**

**OPCIÓN N° 5**



**SOACHA - CUNDINAMARCA**

**BOGOTÁ D.C. - COLOMBIA**  
**SEPTIEMBRE DE 2011**

---

## INDICE

	Pag
1.0 INTRODUCCION	1
2.0 EL PROYECTO	1
3.0 EL TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO	2
4.0 EL PERFIL DEL SUBSUELO	3
5.0 MODELO DEL PERFIL ADOPTADO PARA EL ANÁLISIS	5
6.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION	6
7.0 RESISTIVIDAD EÉCTRICA DEL TERRENO	8
8.0 RECOMENDACIONES	9
9.0 LIMITACIONES	14
<b>ANEXOS</b>	
TABLA DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO	
REGISTRO DE LAS PERFORACIONES	
DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DEL SUBSUELO NSR-10	
ANÁLISIS DE ESTABILIDAD Y DEFORMACIÓN	
CHEQUEO DE LAS F. SEGURIDAD BÁSICOS MÍNIMOS INDIRECTOS NSR-10	
DETERMINACIÓN DE LA RESISTIVIDAD ELÉCTRICA	
ENSAYOS DE LABORATORIO	

 <b>CÓMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN UBICACIÓN: CALLE 48 No. 40 - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 SOACHA - CUNDINAMARCA	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA
---	---	---



## 1.0 INTRODUCCION.

En este informe se presentan los resultados del estudio de suelos y análisis de cimentación desarrollado para LA ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE a construir en la Calle 46 No. 4D – 14 Este, MZ 5, LOTE 11, Opción 5, del Municipio de Soacha, Departamento de Cundinamarca.

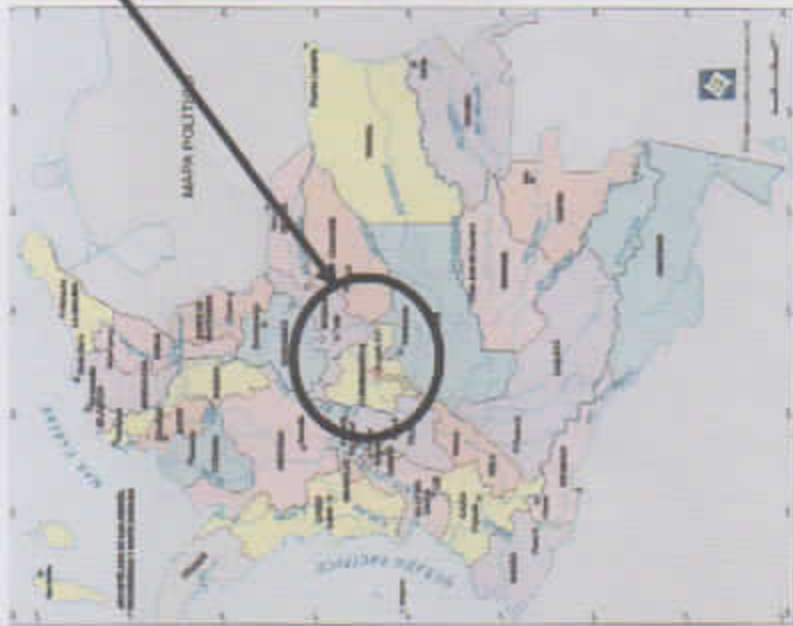
Además se incluye la información correspondiente a los trabajos de campo desarrollados para el conocimiento del subsuelo, los resultados de los ensayos de laboratorio ejecutados a las muestras y los cálculos considerados para el análisis del sistema de cimentación.

## 2.0 EL PROYECTO.

El lote del proyecto presenta una topografía relativamente plana con un talud en el fondo y desnivel de -2.7 m, y dimensiones de 6.0 m de frente por la calle 46 y fondo promedio de 12.0 m. En las figuras No. 1 y 1A se puede ver la localización regional

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D – 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 1 de 14

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



REPUBLICA DE COLOMBIA



M. SOACHA - DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA

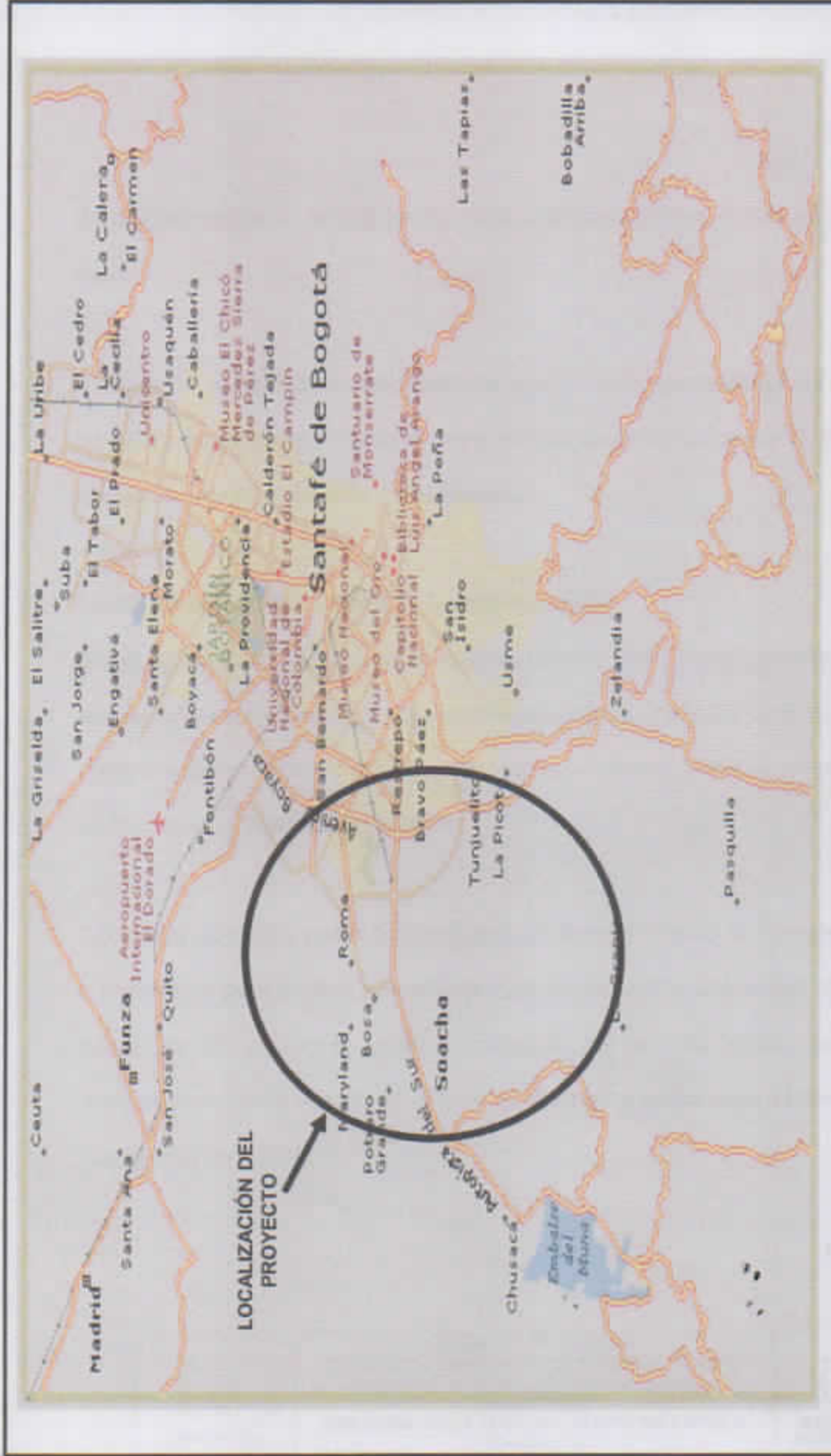
LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DEL PROYECTO Y SUS ALREDEDORES

OBRA: ESTACIÓN BASE BOG. CIUDALELA SUCRE

DIRECCIÓN: CL 46 No. 4D - 14 ESTE, MZ 5 LOTE 11, MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

BERMAT INGENIERÍA LTDA

FIG. No : 1



LOCALIZACIÓN REGIONAL DEL ÁREA DEL PROYECTO Y SUS ALREDEDORES

OBRA: ESTACIÓN BASE BOG. CIUDALELA SUCRE

DIRECCIÓN: CL 46 No. 4D - 14 ESTE, MZ 5 LOTE 11, MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

BERMAT INGENIERÍA LTDA

FIG. No : 1A



del área del proyecto, la cual corresponde a las coordenadas 4.5699 norte y 74.1869 oeste

El proyecto comprende la instalación de una (1) torre convencional de 36.0 metros de altura en estructura metálica, para lo cual se estiman cargas a compresión y tracción reales de trabajo de 41.0 toneladas.

### 3.0 EL TRABAJO DE CAMPO Y LABORATORIO.

El trabajo de campo consistió en la ejecución de tres (3) perforaciones manuales, con las cuales se alcanzaron profundidades entre 2.0 a 2.5.0 metros, debido a la presencia de los boleos o gravas de gran tamaño (Roca) donde se presentó rechazo en la prueba de penetración estándar.

Durante la ejecución de las perforaciones se hicieron la toma de muestras alteradas e inalteradas (tubo shelby) para el desarrollo del trabajo de laboratorio. En los suelos donde no fue posible la toma de muestras con el tubo shelby, se emplearon correlaciones con el número de golpes del ensayo de penetración estándar realizado con la pesa de 140 libras.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN UBICACIÓN; CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA		
DOCUMENTO N° BER-ES 00011-L11	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 2 de 14

Las muestras fueron identificadas visualmente en el campo y sobre un número representativo de ellas se efectuaron los siguientes ensayos de laboratorio:



- Humedad natural
- Límites de Atterberg
- Granulometría
- Peso unitario

La figura No.2 muestra la ubicación de las perforaciones. Los perfiles estratigráficos de las perforaciones y los resultados de los ensayos de laboratorio se pueden ver en el anexo del presente informe.

#### 4.0 EL PERFIL DEL SUBSUELO.

De acuerdo con la información obtenida del trabajo de campo, los resultados de los ensayos de laboratorio, se pudo definir el siguiente perfil estratigráfico promedio del subsuelo.

De 0.0 a 1.2/1.6 m Relleno heterogéneo con presencia de materiales de demolición y algo de basura. Las muestras de este estrato clasifican en el sistema USC como

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
DOCUMENTO N° BER-ES 00011-L11	FECHA: SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO: BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 3 de 14



- NOTAS:
1. TOPOGRAFÍA DEL PREDIO PLANA Y TALUD AL FONDO DEL LOTE
  2. LAS COTAS RESPECTO AL NIVEL DE REFERENCIA (N.R) POR EL CENTRO DEL LOTE SON APROXIMADAS
  3. DISNIVEL CON LA CASA VECINA DE 0,4 m EN UN ANCHO DE 1,0 m

12,0	-2,8
12,0	-2,1
8,3	0,0
0,0	0
DIST. COTA	
(m)	(m)



ÁREA DE LA ESTACIÓN  
(6,0 m x 12,0 m)



LOCALIZACIÓN DE LAS PERFORACIONES

OBRA: ESTACIÓN BASE BOG. CIUDALELA SUCRE

DIRECCIÓN: CL 46 No. 4D - 14 ESTE, MZ 5 LOTE 11, MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

DEGRUPA INGENIERIA LTDA



FIG. No : 2

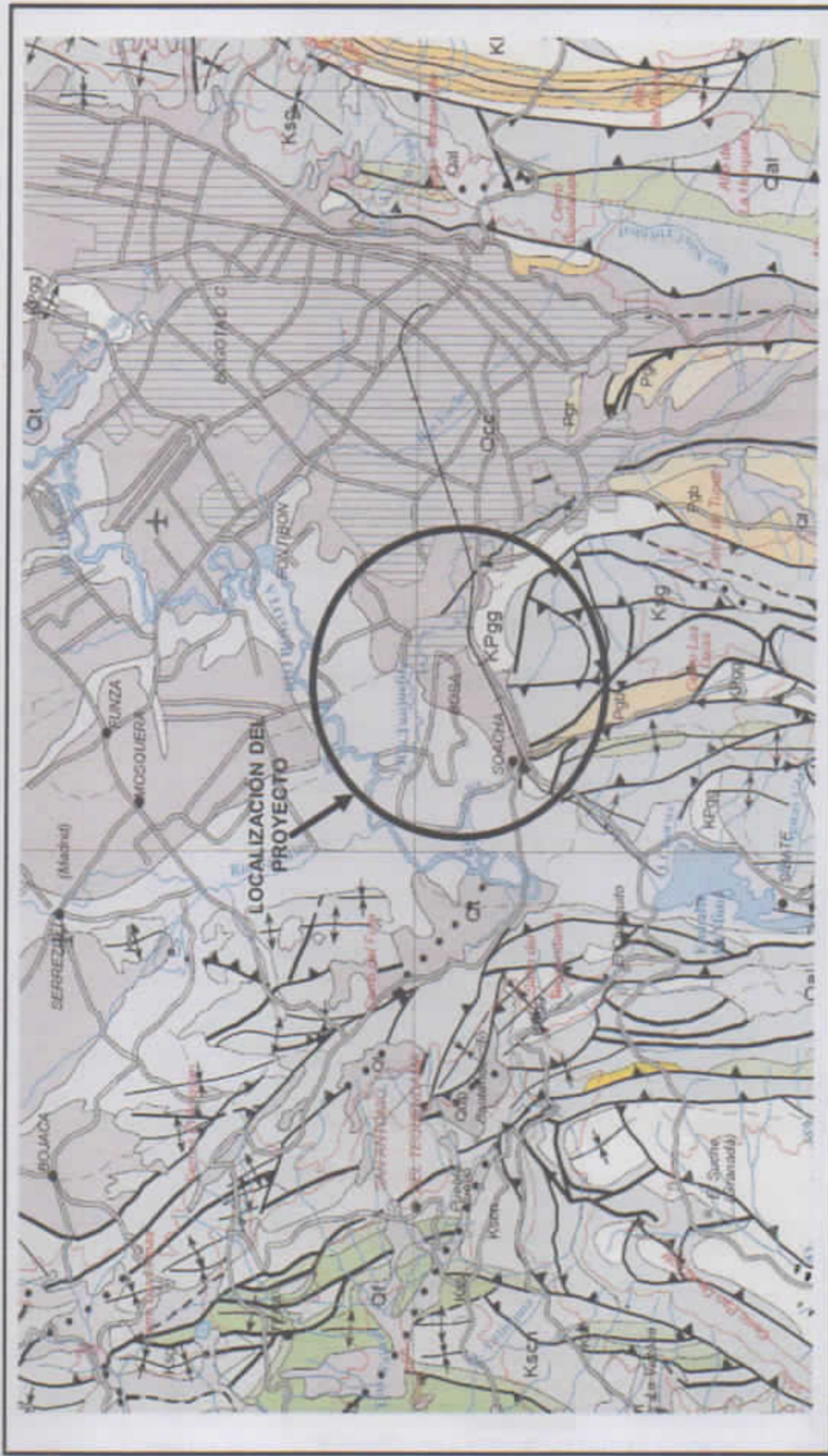
Grava areno limosa no plástica GP-GM, color café, humedad natural baja resistencia a la penetración estándar entre 8 a 12 Golpes/Pie.

De 1.2/1.6 a 7.0 m Boleos o gravas de gran tamaño / Roca, cuyos fragmentos clasifican como Grava areno limosa no plástica GP-GM/GW, color habano amarillento, humedad natural baja y resistencia a la penetración estándar mayor de 50 Golpes/Pie.

El nivel freático no se encontró durante la ejecución de las perforaciones.

La Geología de la zona esta conformada por depósitos cuaternarios como Terrazas (Qt) conformados por gravas y arenas que forman las terrazas; igualmente se encuentran las formaciones Guadalupe (Ksg) que presenta muchas variaciones litológicas arenisca, limolitas, liditas y chert, Guaduas (KPgg) que consta principalmente de arcillolitas laminadas a no laminadas, grises claras y abigarradas, con intercalaciones de cuazoarenitas, grises, de grano medio a fino y algunas capas de carbón y Bogotá (Kgb) que contiene en la parte inferior arenitas con intercalaciones de lodolitas y arcillolitas y en la parte superior una sucesión alternante de arcillolitas y limolitas. (Geología del Departamento de Cundinamarca, INGEOMINAS 1999) (Ver figura No. 3)

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHÁ - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
DOCUMENTO N° BER-ES 00011-L11	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 4 de 14



**MAPA GEOLÓGICO DEL ÁREA DEL PROYECTO Y SUS ALREDEDORES**

**OBRA: ESTACIÓN BASE BOG.CIUDALELA SUCRE**

**DIRECCIÓN: CL 46 No. 4D - 14 ESTE, MZ 5 LOTE 11, MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA**

**BERMAT INGENIERÍA LTDA**

**FIG. No : 3**

### 5.0 MODELO DEL PERFIL ADOPTADO PARA EL ANALISIS.

Para el análisis de estabilidad y deformación se adoptó el siguiente perfil:

De 0.0 a 1.2/1.6 m Relleno heterogéneo con presencia de materiales de demolición y algo de basura. Las muestras de este estrato clasifican en el sistema USC como Grava areno limosa no plástica GP-GM Arena limosa no plástica, SM

Color: Café

Humedad natural: 13 a 20%

Índice de plasticidad: N.P

Pasa T200: < 50%

Peso unitario: 1.8 T/M3.

Penetración Estándar: 8 a 12 Golpes/Pie

Cohesión: 0.0 T/M2

Angulo de fricción: 25 Grados.



De 1.2/1.6 a 7.0 m Boleos o gravas de gran tamaño / Roca

Grava areno limosa no plástica GM, (Fragmentos de los Boleos)

Color: Habano amarillento

Humedad natural: 10 a 18%

Índice de plasticidad: N.P

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>
<small>DOCUMENTO N°</small> <b>BER-ES 00011-L11</b>	<small>FECHA:</small> 28/12/2011	<small>ARCHIVO MAGNETICO</small> BOG CIUDADELA SUCRE PDF
<small>REVISIÓN N°</small>		PAG. 5 de 14

Pasa T4: 29 a 47%

Pasa T200: 8 a 13%

Peso unitario: 2.0 T/M3.

Penetración Estándar: > 50 Golpes/Pie

Cohesión: 0.5 T/M2.

Angulo de fricción: 35 Grados.



Nota Ensayos sobre el material de suelo pasa el tamiz de 2 pulgadas.

El nivel freático no se encontró.

## 6.0 ANALISIS DE LA CIMENTACION.

Para las características del proyecto y del subsuelo a nivel de cimentación, se puede concluir que la solución más favorable técnica y económica la constituye un sistema de cimentación superficial.

En los análisis de estabilidad se definió una capacidad portante neta de seguridad de 78.5 a 97.7 T/M2 (785 KN/M2 a 977 KN/M2) para los cimientos aislados, considerando para ello un nivel de cimentación de -1.5 metros respecto al nivel actual del terreno y anchos de cimientos entre 1.0 a 3.0 metros y condición de



 <b>COMCEL S.A.</b>	<p style="text-align: center;">ESTUDIO DE SUELOS  <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b>          ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE          CIMENTACIÓN          UBICACIÓN: CALLE 48 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11          OPCIÓN N° 5  <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b></p>			 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA
DOCUMENTO N° <b>BER-23 00611-L11</b>	FECHA: SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO: 900 CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 6 de 14

análisis drenado trabajada con los parámetros de resistencia efectivos obtenidos con los valores del SPT de acuerdo con la metodología del ingeniero Álvaro J González G (Ver Anexo).

Las deformaciones totales y diferenciales estimadas son menores de 2.5 y 1.0 centímetros respectivamente

En el anexos se encuentran los chequeos de las Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos ( $F_{SBM}$  y  $F_{SBUM}$ ) contemplados en NSR-10 en el capítulo H2, Tabla H.2.4.1 para las condiciones de Carga Muerta + Carga Viva Normal, Carga Muerta + Carga Viva Máxima y Carga muerta +Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático; obteniéndose en nuestros chequeos con los valores de esfuerzos recomendados, valores de 2.4, 2.1 y 2.0 respectivamente, cumpliéndose con los valores exigidos en la norma de 1.5, 1.25 y 1.10.

En la zona del proyecto no existen problemas de estabilidad de taludes ni de inundaciones, que puedan poner en riesgo la estabilidad de la estación a construir en dicho predio. Los cimientos de la torre no deben generar un incremento de los empujes horizontales sobre el talud del fondo del lote, para lo cual se deben localizar a una distancia de 3.0 m respecto del borde del talud, si esto no es posible por que el



 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 48 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO 800.CIUDADELA SUCRE PDF	REVISION N°	<b>PAG. 7 de 14</b>

análisis drenado trabajada con los parámetros de resistencia efectivos obtenidos con los valores del SPT de acuerdo con la metodología del ingeniero Álvaro J González G (Ver Anexo).

Las deformaciones totales y diferenciales estimadas son menores de 2.5 y 1.0 centímetros respectivamente

En el anexo se encuentran los chequeos de las Factores de Seguridad Básicos Mínimos Directos ( $F_{SBM}$  y  $F_{SBUM}$ ) contemplados en NSR-10 en el capítulo H2, Tabla H.2.4.1 para las condiciones de Carga Muerta + Carga Viva Normal, Carga Muerta + Carga Viva Máxima y Carga muerta +Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático; obteniéndose en nuestros chequeos con los valores de esfuerzos recomendados, valores de 2.4, 2.1 y 2.0 respectivamente, cumpliéndose con los valores exigidos en la norma de 1.5, 1.25 y 1.10.

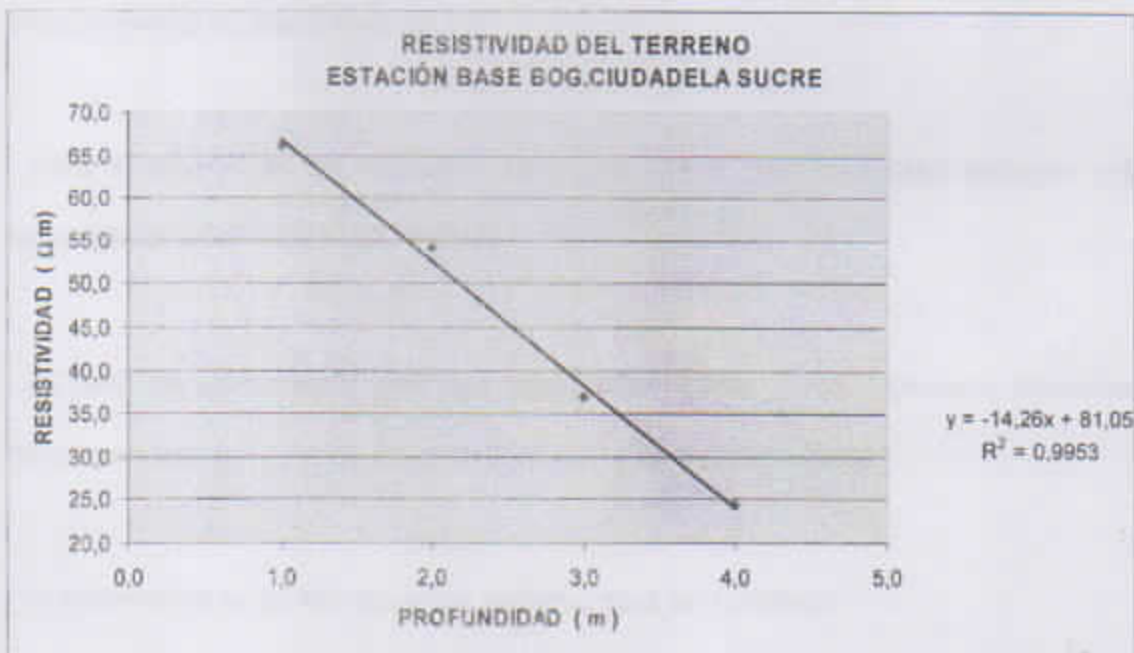
En la zona del proyecto no existen problemas de estabilidad de taludes ni de inundaciones, que puedan poner en riesgo la estabilidad de la estación a construir en dicho predio. Los cimientos de la torre no deben generar un incremento de los empujes horizontales sobre el talud del fondo del lote, para lo cual se deben localizar a una distancia de 3.0 m respecto del borde del talud, si esto no es posible por que el

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	<b>PAG. 7 de 14</b>



proyecto para su desarrollo necesita toda el área del lote, será necesario diseñar y construir un muro de contención en el fondo del lote de una altura libre de 3.0 metros.

### 7.0 RESISTIVIDAD ELÉCTRICA DEL TERRENO.

La resistividad eléctrica del terreno fue obtenida por el método de Wenner de las cuatro electrodos utilizando el equipo Earth – Insulation Tester MI 2088-50 con el cual se vario la separación entre los electrodos de prueba entre 1.0, 2.0, 3.0 y 4.0 metros y se registró la resistividad del terreno, obteniéndose la siguiente grafica. (Ver Foto No. 6)



**FIGURA No. 1 RESISTIVIDAD EÉCTRICA DEL TERRENO.**

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS ESTACIÓN BASE BOG.CIUDELA SUCRE ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE CIMENTACIÓN UBICACIÓN: CALLE 46 No. 40 – 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA: SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO: BOG.CIUDELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	<b>PAG. 8 de 14</b>





- En caso de estimar la resistencia última a la tracción del terreno de cimentación en función del peso de suelo de la pirámide truncada, se debe considerar un ángulo de arranque de 20 grados y un peso unitario del suelo de 1.7 T/m<sup>3</sup>.

- Para las condiciones de Carga Muerta + Carga Viva Máxima y Carga muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño Seudo Estático en el diseño estructural se debe tomar un esfuerzo neto de contacto máximo de 25.0 y 30.0 Ton /m<sup>2</sup>. (250 y 300 KN/M<sup>2</sup>).

- El nivel de cimentación más la distancia del borde del cimientos de la torre al filo del talud ó al muro de contención, debe ser mayor de 3.0 m para evitar la generación de empujes sobre el talud o el posible muro de contención.

#### a.2 Estructuras Adicionales internas de la Estación

- Un sistema de cimentación superficial conformado por cimientos aislados o continuos, apoyados a una profundidad mínima de 1.0 metros respecto al nivel actual del terreno.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS Y RECOMENDACIONES DE <b>CIMENTACIÓN</b> UBICACIÓN: CALLE 46 No. 40 - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA: SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO: BOG CIUDADELA SUCRE.PDF	REVISIÓN N°	<b>PAG. 10 de 14</b>



## 8.0 RECOMENDACIONES.

Para el diseño y construcción de la cimentación, se recomienda:

### a) cimentación

#### a.1 Torre



- Un sistema de cimentación superficial conformado por cimientos aislados o continuos apoyados a una profundidad como mínima de -1.5 metros respecto al nivel actual del terreno, de tal manera que el factor de seguridad contra arrancamiento no sea menor de 1.5
- Para el diseño de los cimientos se puede tomar una capacidad portante neta admisible de 20.0 T/M2 (200 KN/M2).
- El nivel de cimentación definitivo será determinado por el Ingeniero Calculista, conservándose los valores de capacidad portante neta admisible.
- El ancho mínimo de los cimientos aislados será de 1.0 metro.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE <b>CIMENTACIÓN</b> UBICACIÓN: CALLE 45 No. 40 - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA		
DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-4.11</b>	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 9 de 14

- Para el diseño de los cimientos se puede tomar una capacidad portante neta admisible de 14.0 T/m<sup>2</sup>. para los cimientos aislados y 7.0 T/m<sup>2</sup> para los continuos.
- El ancho mínimo de los cimientos continuos será de 0.50 metro.
- La placa de contrapiso, en caso necesario, debe ser en concreto reforzada por efectos de retracción de fraguado y temperatura, la cual debe ser diseñada por el Ingeniero Calculista pero se estima de 0.10 m de espesor, apoyada sobre un relleno granular de las siguientes características: IP < 10%, pasa T#200 < 25%, tamaño máximo de 7.5 Cm y espesor mínimo de 0.60 metro; para lo cual se debe excavar mínimo 0.60 metro respecto al nivel actual del terreno.

### a.3 Estructuras de Cerramiento Perimetral

- Para el diseño de los cimientos se puede tomar los valores de la capacidad portante neta admisible 5.0 T/M<sup>2</sup> (50 KN/M<sup>2</sup>) con un nivel de cimentación mínimo de 0.5 metros.
- El ancho mínimo de los cimientos continuos será de 0.20 metro.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE <b>CIMENTACIÓN</b> UBICACIÓN: CALLE 48 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11 OPCIÓN N° 5 <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>			 <b>BERMAT</b> INGENIERIA LTDA
	DOCUMENTO N° <b>BER-ES 00011-L11</b>	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG. CIUDADELA SUCRE PDF	
				<b>PAG. 11 de 14</b>

**b) Tipo de suelo:**

- Para el diseño estructural, tomar el subsuelo como Tipo "D" con un grupo de uso IV y coeficiente de importancia "I" de 1.5, de acuerdo con El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistentes NSR-10.

**c) Presión de Tierra:**

- La distribución de la presión de tierra para los muros, en caso necesario, será rectangular y estará dada por la ecuación:



$$\sigma_H = 0.3 \gamma H + q$$

Donde:  $\sigma_H$  = Presión a la profundidad H

$\gamma = 2.0 \text{ T/M}^3$ , H = Altura del muro en metros y q = Sobrecarga de 1.0 T/M<sup>2</sup>

**d) Otras recomendaciones**

- Las excavaciones para la construcción de los cimientos se pueden realizar con taludes verticales hasta una profundidad 2.0 metros, en el caso de que se requieran profundidades mayores debe pensarse en utilizar elementos de contención o tender el talud a un ángulo de inclinación de 45 grados.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 40 - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
<small>DOCUMENTO N°</small> <b>BER-ES 09011-4.11</b>	<small>FECHA</small> <b>SEPTIEMBRE 2011</b>	<small>ARCHIVO MAGNÉTICO</small> <b>BOG CIUDADELA SUCRE PDF</b>	<small>REVISIÓN N°</small> 	<b>PAG. 12 de 14</b>



- Para las excavaciones se debe pensar en la utilización de equipos mecánicos, debido a presencia de los boleos de gran tamaño (Roca) desde 1.2 a 1.6 metros de profundidad.

- Con el propósito de evitar que se presenten asentimientos diferenciales entre los cimientos, es necesario diseñar y construir vigas de amarre entre ellos en ambos sentidos, a criterio del Ingeniero Calculista.

- Los cimientos debe ser fundidos sobre una placa de concreto pobre de 3.0 centímetros y 0.2 m de relleno granular, para evitar punzomaniento de los boleos o gravas de gran tamaño.

- El relleno a utilizar en la obra debe ser compactados en capas de 0.10 mts hasta obtener el 95% de la densidad óptima del ensayo Proctor Modificado y cumplir mínimo con las especificaciones del literal a.2.

- Para evitar que el agua lluvia deteriore el suelo de fundación, es necesario proceder a construir el cimiento inmediatamente después de que se tenga la excavación.

 <b>COMCEL S.A.</b>	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
<small>DOCUMENTO N°</small> <b>BER-ES 00011-L11</b>	<small>FECHA</small> <b>SEPTIEMBRE 2011</b>	<small>ARCHIVO MAGNETICO</small> <b>BOG CIUDADELA SUCRE PDF</b>	<small>REVISIÓN N°</small> 	<b>PAG. 13 de 14</b>

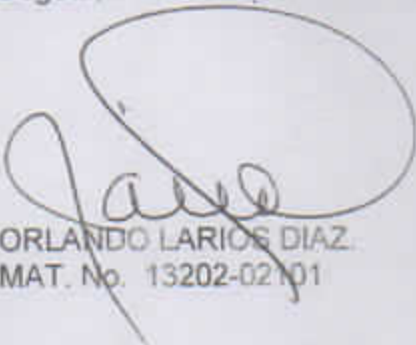
- Proyectar un sistema general de drenaje de toda el área de influencia del proyecto, que capten las aguas lluvias y aseguren su evacuación al sistema de drenaje de la zona.

- Los taludes deben conservar su cobertura vegetal para evitar procesos erosivos



### 9.0 LIMITACIONES.

Las Recomendaciones de este informe, están basadas en los resultados de la investigación y en las características del proyecto. Si durante el diseño o construcción se presentan diferencias con el suelo aquí definido o se introducen cambios que afecten la cimentación, se deberá solicitar a esta consultoría nuevas opiniones y recomendaciones.

Bogotá, D.C. Septiembre de 2011.



ORLANDO LARIOS DIAZ  
MAT. No. 13202-02101

 COMCEL S.A.	<b>ESTUDIO DE SUELOS</b> <b>ESTACIÓN BASE BOG. CIUDADELA SUCRE</b> <b>ESTUDIO DE SUELOS y RECOMENDACIONES DE</b> <b>CIMENTACIÓN</b> <b>UBICACIÓN: CALLE 46 No. 4D - 12 ESTE, MZ 5 LOTE 11</b> <b>OPCIÓN N° 5</b> <b>SOACHA - CUNDINAMARCA</b>	 <b>BERMAT</b> <b>INGENIERIA LTDA</b>		
DOCUMENTO N° BER-ES 00011-L11	FECHA SEPTIEMBRE 2011	ARCHIVO MAGNETICO BOG CIUDADELA SUCRE PDF	REVISIÓN N°	PAG. 14 de 14

Otra: ESTACIÓN BASE BOG-CIUDADELA SUCRE  
 Fecha: SEPTIEMBRE DE 2011 TABLA No 1

Perforación No	1	1	1	1	2	2	3	3	3
Muestra No	1	2	3	3	2	3	1	2	3
Profundidad (m)	0.80 - 1.10	1.20 - 1.70	1.70 - 2.20	1.70 - 2.20	1.20 - 1.70	1.70 - 2.20	0.80 - 1.00	1.20 - 1.70	1.70 - 2.20
Descripción:	Relleno heterogéneo, escombros y algo de basura Color café Humedad natural baja	Grava arenosa limosa no plástica Color habano amarillento Humedad natural baja Densidad muy densa	Bolitas o gravas de gran tamaño (Roca) Humedad natural baja	Bolitas o gravas de gran tamaño (Roca) Humedad natural baja	Grava arenosa limosa no plástica Color habano amarillento Humedad natural baja Densidad muy densa	Bolitas o gravas de gran tamaño (Roca) Humedad natural baja	Relleno heterogéneo/Grava arenosa limosa no plástica Color café Humedad natural baja	Grava arenosa limosa no plástica Color habano amarillento Humedad natural baja Densidad muy densa	Bolitas o gravas de gran tamaño (Roca) Humedad natural baja
Humedad Natural Wn (%)	13	10	10	10	16	10	20	12	12
Limite Líquido L.L. (%)									
Limite Plástico L.P. (%)									
Indice de Plasticidad I.P. (%)									
% P.T. # 4	N.P.	N.P.			N.P.		N.P.	N.P.	
% P.T. # 200		38			47		15	29	
Clasificación U.S.C.									
Peso Unitario y (T/M <sup>3</sup> )									
Compresión Inconfiada qu (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Penetrometro de Bplallg pu (Kg/cm <sup>2</sup> )									
Penetración Estandar N (golpes/pie)	6	> 50	> 50	> 50	> 50	> 50	12	> 50	> 50
Penetración Como Dinámico N (golpes/pie)									

Nota: Las muestras que clasifican como gravas son fragmentos de las bolitas (Roca)

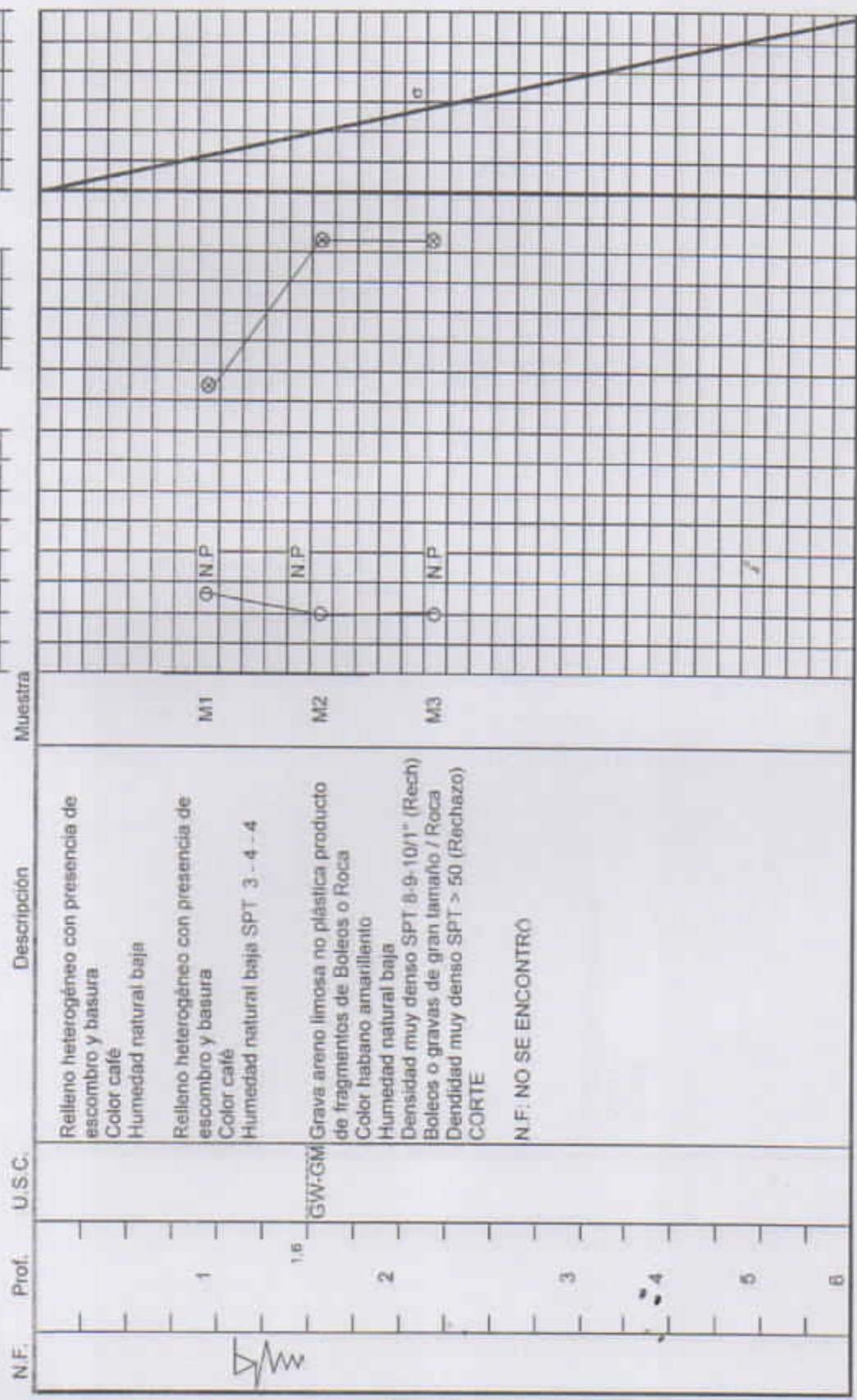
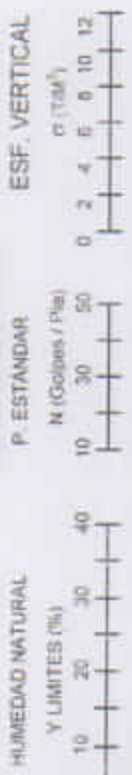
Ohra:

Localización: CL. 46 No. 4D - 14 / M. SOACHA - CUNDINAMARCA

fecha:

SEPTIEMBRE DE 2011

CONVENCIONES



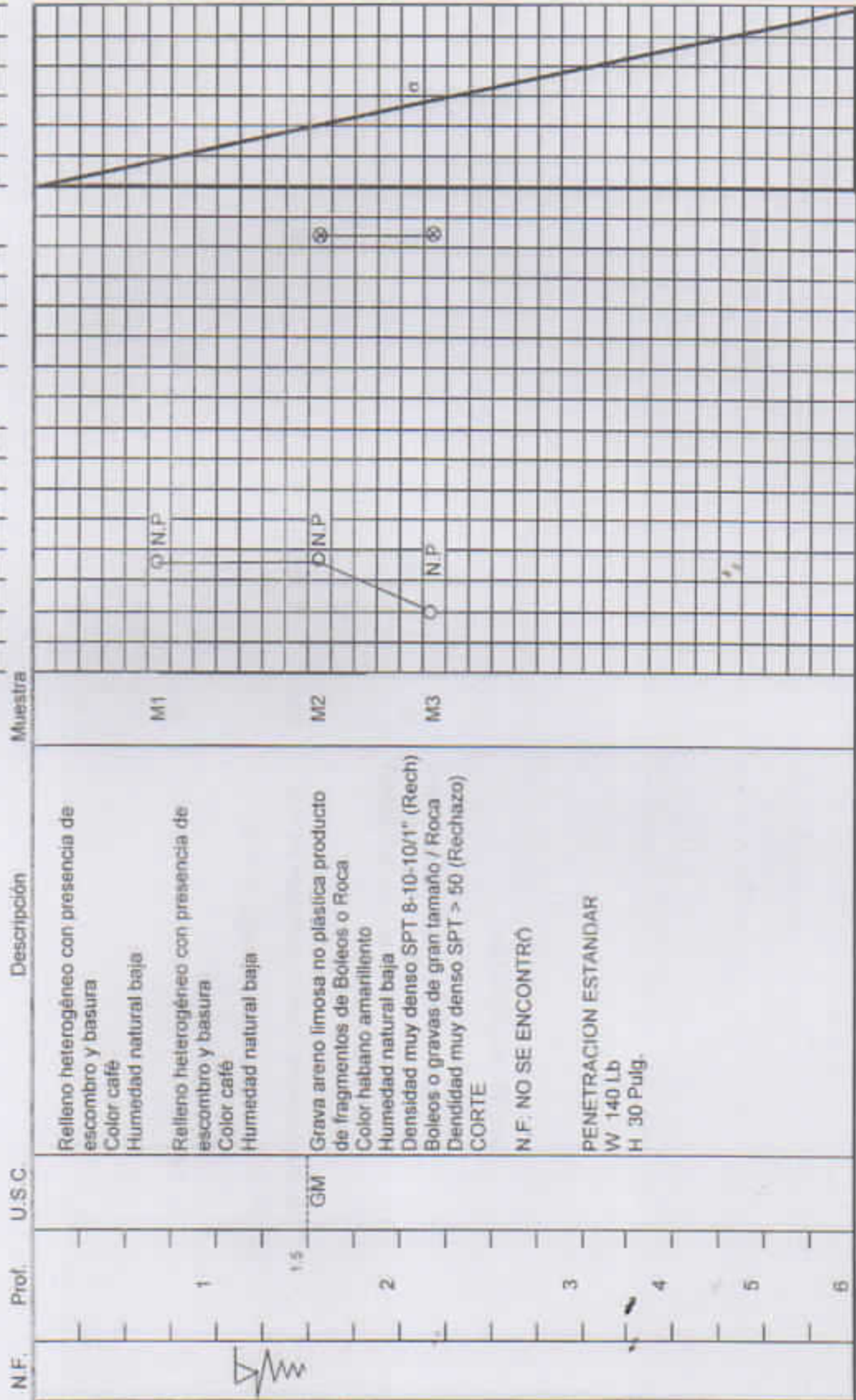
N.F.	Prof.	U.S.C.	Descripción
	1		Relleno heterogéneo con presencia de escombros y basura Color café Humedad natural baja
	1.6	GW-GM	Relleno heterogéneo con presencia de escombros y basura Color café Humedad natural baja SPT 3 - 4 - 4
	2		Grava arenosa limosa no plástica producto de fragmentos de Boleos o Roca Color habano amarillento Humedad natural baja Densidad muy densa SPT 8-9-10/1" (Rech) Boleos o gravas de gran tamaño / Roca Densidad muy densa SPT > 50 (Rechazo) CORTE
	3		N.F. NO SE ENCONTRÓ
	4		N.F. NO SE ENCONTRÓ
	5		N.F. NO SE ENCONTRÓ
	6		N.F. NO SE ENCONTRÓ

PERFORACION No 1



Obra: ESTACIÓN BASE BOG, CUIDADELA SUCRE  
 Localización: CL 46 No. 4D - 14 / M. SOACHA - CUNDINAMARCA  
 fecha: SEPTIEMBRE DE 2011

CONVENCIONES

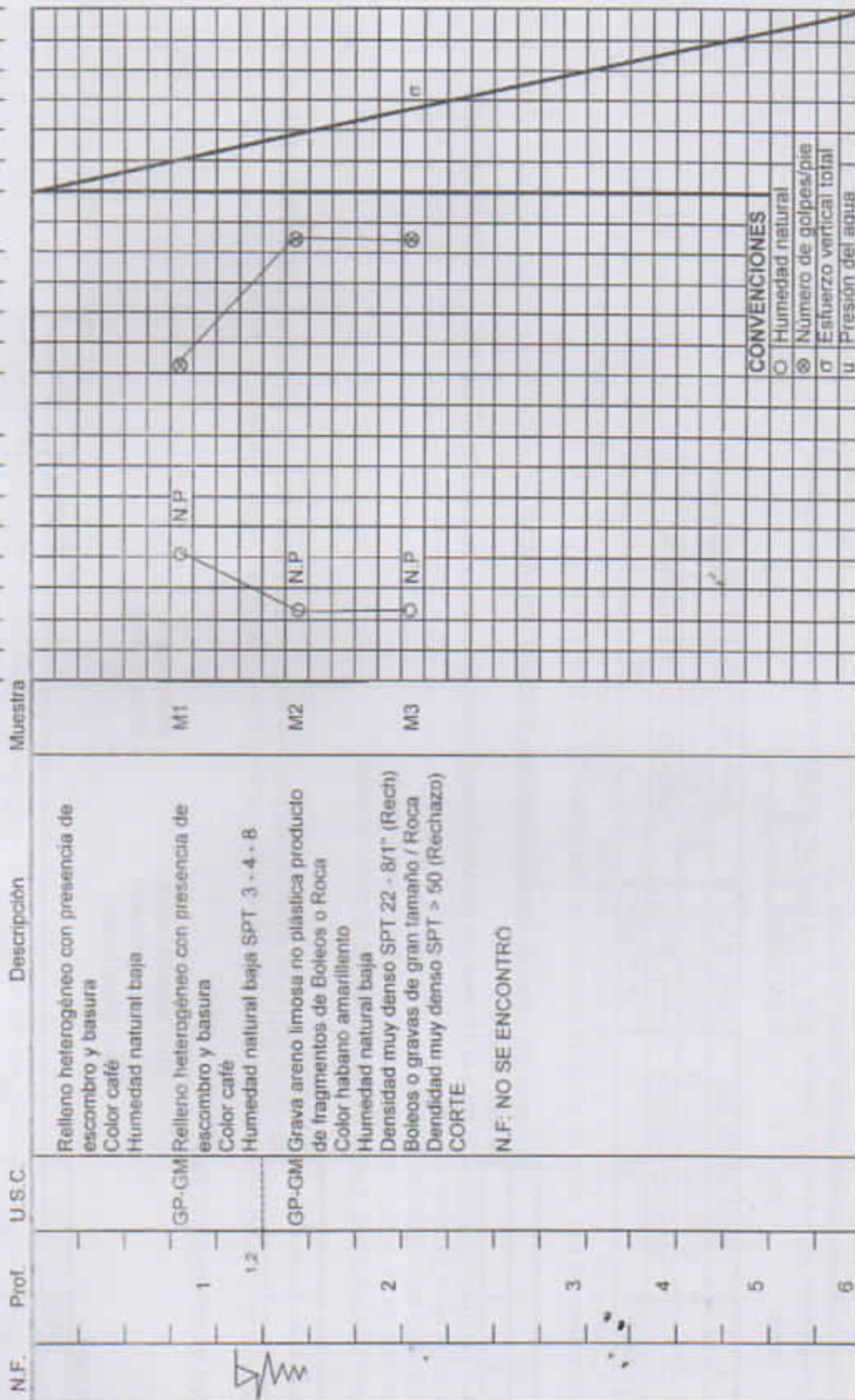


PERFORACION No 2

Localización: CL 46 No. 4D - 14 / M. SOACHA - CUNDINAMARCA

fecha: SEPTIEMBRE DE 2011

CONVENCIONES



Muestra

Relleno heterogéneo con presencia de escombros y basura  
Color café  
Humedad natural baja

Relleno heterogéneo con presencia de escombros y basura  
Color café  
Humedad natural baja SPT 3 - 4 - 8

Grava arenosa limosa no plástica producto de fragmentos de Bolesos o Roca  
Color habano amarillento  
Humedad natural baja  
Densidad muy densa SPT 22 - 8/1" (Rech)  
Boleos o gravas de gran tamaño / Roca  
Densidad muy densa SPT > 50 (Rechazo)  
CORTE

N.F. NO SE ENCONTRÓ

N.F. Prof. U.S.C.

GP-GM

GP-GM

GP-GM

1

1,2

2

3

4

5

6

PERFORACION No 3

## ANEXO - DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO - NSR -10

## 1. PARÁMETROS EMPLEADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO

ESTRATO	PROFUNDIDAD	ESPESOR	P. ESTANDAR I.	PLASTICIDAD	HUMEDAD	R. NO DRENADA	
No	(m)	di (m)	Ni (golpe/pie)	IP %	w %	Su (Kpa)	N60 di/N60
1	0,0 - 1,5	1,5	10	N.P	13 a 20		8,3
2	1,5 - 7,0	5,5	50	NP	10 a 18		41,7
		$\Sigma di =$					$\Sigma(di/N60) =$
		7,0					0,312

\* POR CORRELACION CON  $\phi$ 

$$\begin{aligned} N &= \Sigma di / \Sigma(di/N60) &= & 22,4 \\ Nch &= \Sigma di / \Sigma(di/N60) &= & \Sigma ds / \Sigma(di/N60) \\ Su &= \Sigma di Su / \Sigma(di/Su) &= & \Sigma ds / \Sigma(di/Su) \end{aligned}$$

## 2. PROCEDIMIENTO DE CLASIFICACIÓN

PASO1 EL SUELO CAE DENTRO DE LA CLASIFICACIÓN DE ALGUNA DE LAS CATEGORÍAS DEL PERFIL DE SUELO TIPO F

SI	
NO	X

REALIZAR ESTUDIO SISMICO PARTICULAR DE CLASIFICACIÓN DE SITIO SIGUIENDO LINEAMIENTOS DE A.2.10  
IR A PASO 2

PASO2 ESTABLECER LA EXISTENCIA DE ESTRATOS DE ARCILLA BLANDA

RESISTENCIA AL CORTE NO DRENADA  $Su < 50$  KPa (0,50 Kg/cm<sup>2</sup>)CONTENIDO DE HUMEDAD  $w > 40\%$ INDICE DE PLASTICIDAD  $IP > 50$ SI HAY UN ESPESOR TOTAL H DE 3 m ó MAS DE ESTARTO DE ARCILLA QUE CUMPLAN ESTA CONDICIONES  $\Rightarrow$  PERFIL TIPO E

SI	
NO	X

 $\Rightarrow$  PERFIL TIPO E

PASO3 DETERMINACIÓN DEL TIPO DE SUELOS DENTRO DE LOS PERFILES DE SUELO TIPOS C, D ó E

CON EL VALOR DE N ó Nch y Su OBTENIDO EN EL NUMERAL 1, DETERMINE EL TIPO DE PERFIL EN LA SIGUIENTE TABLA.

TIPO PERFIL	Vs	N ó Nch	Su
C	Entre 360 a 760 m/s	Mayor que 50	Mayor de 100 Kpa (1,0 Kg/cm <sup>2</sup> )
D	Entre 180 a 360 m/s	Entre 15 y 50	Entre 50 a 100 Kpa (0,5 a 1,0 Kg/cm <sup>2</sup> )
E	Menor de 180 m/s	Menor de 15	Menor de 50 Kpa (0,5 Kg/cm <sup>2</sup> )

PARA  $N = 22,4$ 

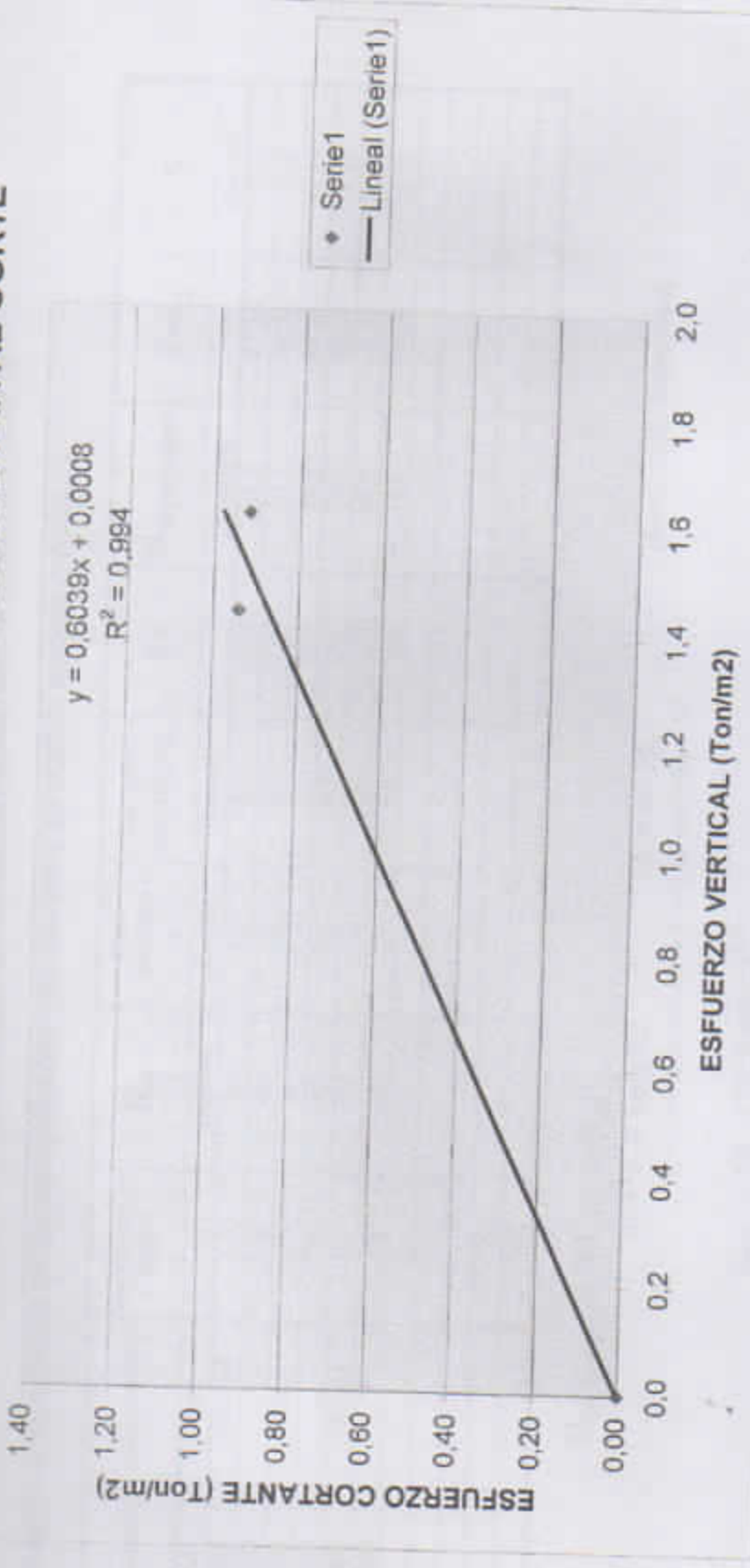
TIPO PERFIL	D
-------------	---

Nota: Si asumino continuidad del estrato No. 3 hasta 30,0 m, el N sería de 34,8 golpes/pie, y el perfil sería Tipo D, por lo tanto recomendamos trabajar el suelo como Tipo Perfil "D"





# DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE



(\*) Ref: Ing Alvaro J. Gonzalez G  
"ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT"

ADENDO - DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA EFECTIVA CON SPT (\*)  
 1. PARÁMETROS EMPLEADOS EN LA DEFINICIÓN DEL TIPO DE PERFIL DE SUELO - BOLEOS Ó ROCA

REFERENCIA (m)	TIPO DE SUELO	PROFUNDIDAD MEDIA (m)	N <sub>45</sub> (golpes/pie)	PESO UNITARIO γ (Ton/m <sup>3</sup> )	ESF. VERT. EFECTIVO σ <sub>v</sub> (Ton/m <sup>2</sup> )	C <sub>n</sub>	N <sub>45</sub> corregido (golpes/pie)	φ <sub>eq</sub> %	τ (Ton/m <sup>2</sup> )
P1M2	USC	1,5	50	2,0	3,0	1,74	86,9	47,95	3,33
P1M3	GW-GM	2,0	50	2,0	4,0	1,56	78,1	46,24	4,18
P2M2	GM	1,5	50	2,0	3,0	1,74	86,9	47,95	3,33
P2M3		2,0	50	2,0	4,0	1,56	78,1	46,24	4,18
P3M2	GP-GM	1,5	50	2,0	3,0	1,74	86,9	47,95	3,33
P3M3		2,0	50	2,0	4,0	1,56	78,1	46,24	4,18

$$N_{45 \text{ corregido}} = N1_{45} = C_n N_{45}$$

$$C_n = 1 - K \text{ Log } R_s$$

$$R_s = \sigma_v' / p_a$$

$$K = 1,41 \text{ para } R_s < 1 \text{ y } K = 0,92 \text{ para } R_s > 1,0$$

(Seed - Idris / Marcuson)

$$\phi_{eq} = 15 + (12.5 N1_{45})^{0,5}$$

(Kishida)

$$\tau = \sigma_v \cdot \tan(\phi_{eq})$$

De la grafica se tiene:

$$C' \text{ (Ton/m}^2\text{)} = 7,75E-01$$

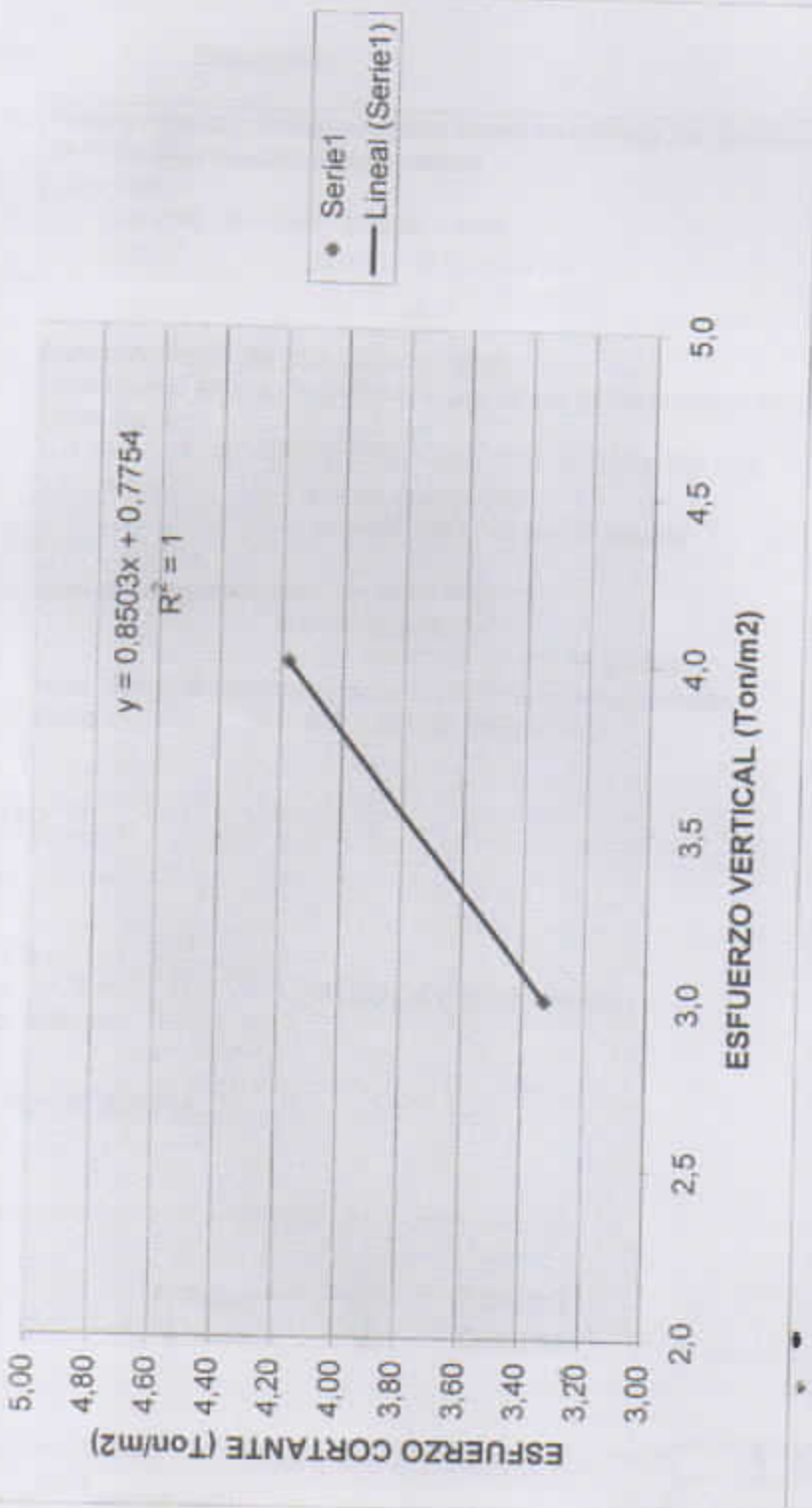
$$\tan(\phi'') = 0,8503$$

$$(\phi'') = 40,37 \text{ Grados}$$

Para Trabajo  $C' = 0,5 \text{ Ton/m}^2$

$$(\phi'') = 35 \text{ Grados}$$

# DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE



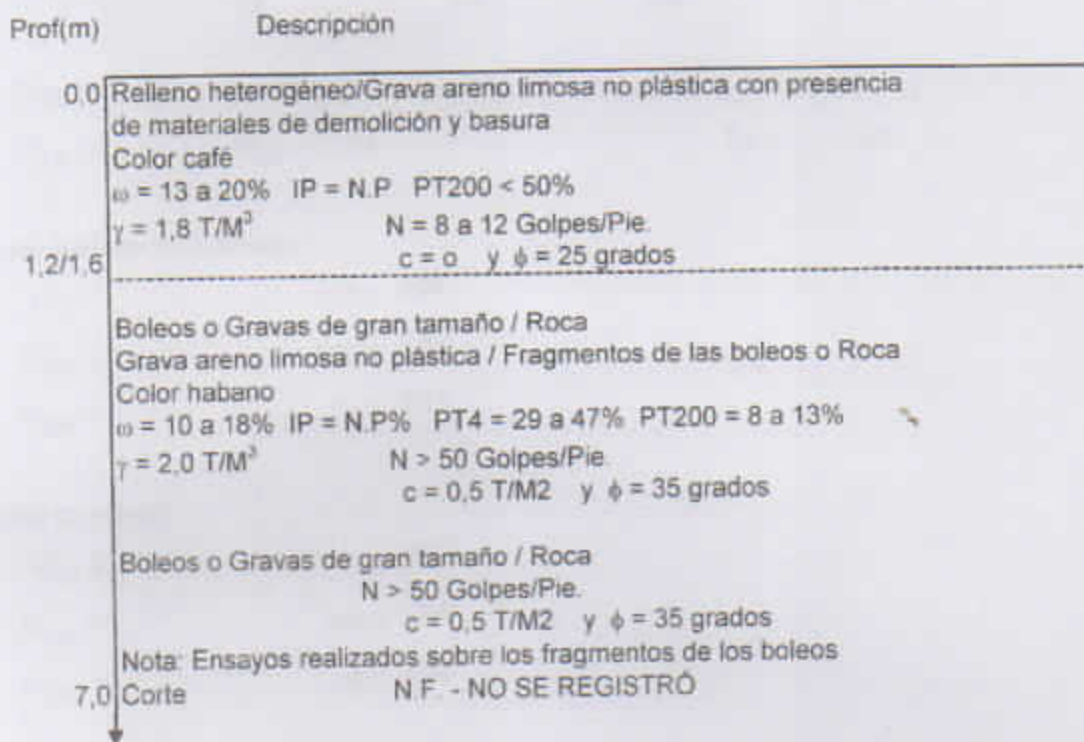
(\*) Ref: Ing Alvaro J, Gonzalez G

\*\*ESTIMATIVOS DE PARAMETROS EFECTIVOS DE RESISTENCIA CON EL SPT\*\*



PROYECTO: ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE  
MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

1. PERFIL MODELO DEL SUBSUELO



2. ANALISIS DE ESTABILIDAD

Nivel de Cimentación: - 1,5 m

CASO No.1 SUELO c y  $\phi$

Nivel de Cimentación: - 1,5 m  
Condición de Análisis: Drenado

(Dentro del terreno natural)

$$\sigma_u = c \cdot N_c \cdot f_c + q \cdot N_q \cdot f_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_\gamma$$

Donde:

ANCHO CIMIENTO: B = 1,0 m

c y $\phi$ ?	C Trabajo = 0,5	Ton/m2
	$\phi$ Trabajo = 35	Grados
Nc, Nq, N $\gamma$		
Nc = (Nq - 1) Cot $\phi$	Nc =	46,12
Nq = e <sup>tan<math>\phi</math></sup> tan <sup>2</sup> (45+ $\phi$ /2)	Nq =	33,30
N $\gamma$ = 2.(Nq + 1)tan $\phi$	N $\gamma$ =	48,03

q y  $\gamma$  ?

$$q = \sigma_{vz} = 0$$

$q =$	$\Sigma \gamma \cdot Z =$	3,0	$T/M^2$	
$\gamma =$	2	$T/M^3$	(Prpmedio)	
$f_q$ y $f_\gamma$ ?	C. Aislado	C. Continuo	C. Aislado	C. Continuo
$f_c =$	$1+Nq/Nc$	1,0	1,72	1,0
$f_q =$	$1 + \tan \phi$	1,0	1,70	1,0
$f_\gamma =$	0,6	1,0	0,6	1,0

$$\sigma_{nu} = \sigma_u - q$$

$$\sigma_{ns} = \sigma_{nu} / F.S \quad F_{SI} = 3,0$$

**Cimiento Aislado o Cuadrado**

$$\sigma_u = 238,4 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{nu} = 235,4 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{ns} = 78,5 \text{ T/M}^2$$

**Cimiento Continuo**

$$\sigma_u = 171,0 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{nu} = 168,0 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{ns} = 56,0 \text{ T/M}^2$$

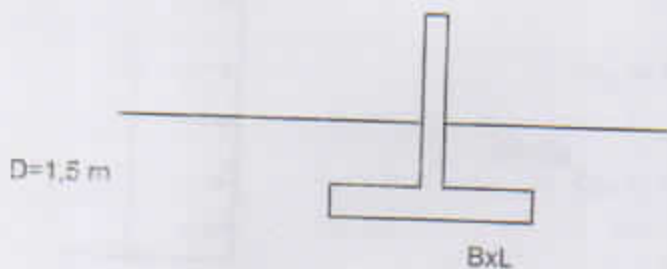
De igual manera podemos obtener la capacidad portante neta de seguridad para los cimientos aislados y continuos en función del Ancho del Cimiento y el Nivel de Cimentación.

ESFUERZO NETO DE SEGURIDAD $\sigma_{ns}$ (T/M <sup>2</sup> ) - CIMIENTOS AISLADOS					
N. CIMIENT. D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1,0	59,9	64,7	69,5	74,3	79,1
1,5	78,5	83,3	88,1	92,9	97,7
2,0	97,0	101,8	106,6	111,4	116,2
2,5	115,5	120,3	125,1	129,9	134,7
3,0	134,1	138,9	143,7	148,5	153,3

ESFUERZO NETO DE SEGURIDAD $\sigma_{ns}$ (T/M <sup>2</sup> ) - CIMIENTOS CONTINUOS					
N. CIMIENT. D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	0,2	0,4	1,0	1,5	2,0
0,5	21,7	24,9	34,5	42,5	50,5
1,0	32,4	35,6	45,2	53,2	61,2
1,5	43,2	46,4	56,0	64,0	72,0
2,0	54,0	57,2	66,8	74,8	82,8
2,5	64,7	67,9	77,5	85,5	93,5

Los esfuerzos netos de seguridad obtenidos se encuentran entre 78,5 a 97,7 Ton/m<sup>2</sup> por lo tanto tomaremos un valor máximo de 20,0 Ton/m<sup>2</sup>, para el análisis de deformación.

3. ANALISIS DE DEFORMACION  
3.1 CIMIENTO AISLADO



$$B = (P_{max} / \sigma_{ns})^{1/2} =$$

$P_{max} =$	41,0	Ton	
$\sigma_{ns} =$	20,0	T/M <sup>2</sup>	
	1,432	m	
	145,0	Cm	(Cimiento actual)
	$u = 0,35$		
	$\alpha_{av} = 0,95$		
	$E =$	3200	T/M <sup>2</sup>

$$\delta_t = \delta_{inm} = \rho B (1 - u^2) \alpha_{av} / E$$

$$\delta_{inm} = 0,76 \text{ Cm}$$

$$\delta_t < 2,5 \text{ Cm}$$

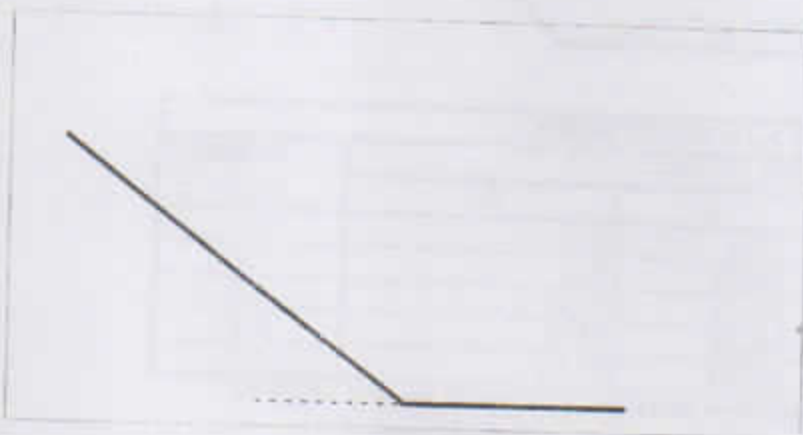
$$\Delta \delta_t < 1,0 \text{ Cm}$$

$$\sigma_{nc} = \sigma_{na} = \begin{matrix} \text{C. Aislado} \\ \text{C. Continuo} \end{matrix}$$

Nota

Cimiento Aislado: Ancho mínimo de 1,0 m

4. TALUDES



F.S Tan  $\phi$  / Tan  $\beta$

Hc = 2,0 m

$\beta_{max} = 45 \text{ grados}$

5. EMPUJES



$$\sigma_h = 0,3 \gamma H + q$$

Donde

$\sigma_h$  = Presión a la profundidad H

$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$  (Peso unitario del suelo)

H = Altura del muro en metros

q = 1,0  $\text{T/M}^2$  Sobrecarga

$\sigma_h$

6. TIPO DE SUELO

T. de Suelo = TIPO "D" NSR-10

7. RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN (ESTIMATIVO)

En función del peso de suelo de la pirámide truncada (Ref.: No. 1):

$$Q_t = \gamma(B^2D + 0,7279BD^2 + 0,1766D^3)$$

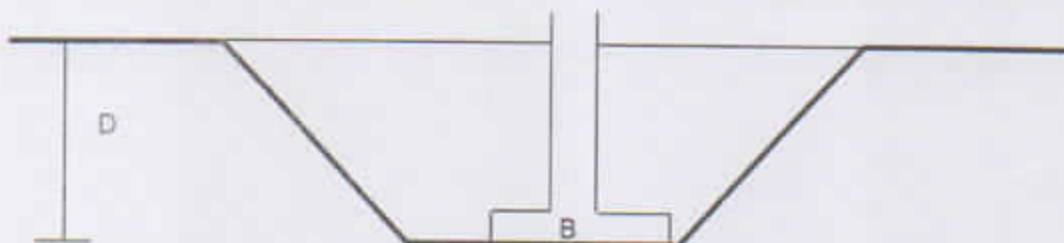
Donde :

Q<sub>t</sub>: Resistencia a la Tracción en Toneladas

$\gamma$ : Peso Unitario del Suelo en  $\text{T/M}^3$

B: Ancho del Cimiento en metros

D: Nivel de Cimentación en metros



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN TONELADAS					
N.CIMENT D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1,0	3,24	5,98	9,58	14,02	19,31
1,5	6,35	10,93	16,78	23,91	32,32
2,0	10,75	17,48	25,90	36,03	47,85
2,5	16,67	25,85	37,16	50,59	66,14
3,0	24,34	36,29	50,78	67,82	87,42

NOTAS: 1. Suelo Suelto con Ángulo de Arranque de 20 grados

2. Peso Unitario del Suelo  $\gamma = 1,7 \text{ T/M}^3$

Bibliografía:

1. Principios de Ingeniería de Cimentaciones / Braja M. Das
2. Introducción a la Mecánica de suelos y Cimentaciones / Sowers - Sowers
3. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR - 10
4. Curso Sobre Cimentaciones para Estructuras y Equipos Electromecánicos / ACIEM - 82

PROYECTO: ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE  
MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

CHEQUEO DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD BÁSICOS MÍNIMOS INDIRECTOS / NSR - 10 CAPÍTULO H  
CARGA VIVA + CARGA MUERTA NORMAL

CASO No.1 SUELO c y φ

$F_{SICPM} = 3,0$  y  $F_{SBM} = 1,5$   
mínimo dentro del terreno natural

Nivel de Cimentación: - 1,5 m

Condición de Análisis: Drenado

$$\sigma_u = c N_c f_c + q N_q f_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_c f_c$$

Donde:

ANCHO CIMIENTO: B = 1,0 m

c y φ ? C Trabajo = 0,21075069 Ton/m<sup>2</sup>  
φ Trabajo = 16 Grados

Nc, Nq, Ny

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

q y γ ?

$$q = \sigma_{vz=0}$$

$$q = \gamma \cdot Z = 3,0 \text{ T/M}^2$$

$$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$$

Nc =	11,94
Nq =	4,52
Ny =	3,26

fq y fy ?	C. Aislado	C. Continuo	C. Aislado	C. Continuo
fc =	1+Nq/Nc	1,0	1,38	1,0
fq =	1 + tanφ	1,0	1,30	1,0
fy =	0,6	1,0	0,6	1,0

$$\sigma_{nu} = \sigma_u - q$$

$$\sigma_{ns} = \sigma_{nu} / F.S \quad F_{st} = 1,0$$

ESFUERZO NETO DE SEGURIDAD ACTUAL $\sigma_{nsa}$ (T/M <sup>2</sup> ) - CIMIENTOS AISLADOS					
N. CIMIENT D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1,0	15,1	16,1	17,1	18,1	19,1
1,5	20,0	21,0	22,0	22,9	23,9
2,0	24,9	25,8	26,8	27,8	28,8
2,5	29,7	30,7	31,7	32,7	33,6
3,0	34,6	35,6	36,5	37,5	38,5

CHEQUEO DE  $F_{SBM}$

Para

$$q = 3,0 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{nc} = 20,0 \text{ T/M}^2$$

$$F_{SB} = 2,4 > 1,5 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{ns} = 78,5 \text{ T/M}^2 \quad F_{SICP} = 11,8$$

PROYECTO: ESTACION BASE BOG.CIUDADELA SUCRE  
MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

CHEQUEO DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD BÁSICOS MÍNIMOS INDIRECTOS / NSR - 10 CAPÍTULO H  
CARGA VIVA + CARGA MUERTA MÁXIMA

CASO No.1 SUELO c y φ

$F_{SICPM} = 2,5$  y  $F_{SBM} = 1,25$   
mínimo dentro del terreno natural

Nivel de Cimentación: - 1,5 m  
Condición de Análisis: Drenado

$$\sigma_u = c.N_c.f_c + q.N_q.f_q + 1/2 \cdot \gamma.B.N_\gamma.f_\gamma$$

Donde:

ANCHO CIMIENTO: B = 1,0 m

c y φ ? C Trabajo = 0,23371717 Ton/m<sup>2</sup>  
φ Trabajo = 18 Grados

Nc, Nq, Nγ

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e^{\tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

q y γ ?

$$q = \sigma_{vz=0}$$

$$q = \sum \gamma \cdot Z = 3,0 \text{ T/M}^2$$

$$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$$

Nc =	13,20
Nq =	5,32
Nγ =	4,14

fq y fy ?	C. Aislado	C. Continuo	C. Aislado	C. Continuo
fc =	1+Nq/Nc	1,0	1,40	1,0
fq =	1 + tan φ	1,0	1,33	1,0
fy =	0,6	1,0	0,6	1,0

$$\sigma_{nu} = \sigma_u - q$$

$$\sigma_{ns} = \sigma_{nu} / F.S \quad F_{SI} = 1,0$$

ESFUERZO NETO DE SEGURIDAD ACTUAL $\sigma_{nsa}$ (T/M <sup>2</sup> ) - CIMIENTOS AISLADOS					
N. CIMENT. D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	4,0	3,0
1,0	18,9	20,2	21,4	26,4	23,9
1,5	25,0	26,2	27,5	32,4	30,0
2,0	31,1	32,3	33,5	38,5	36,0
2,5	37,1	38,4	39,6	44,6	42,1
3,0	43,2	44,4	45,7	50,6	48,2

CHEQUEO DE  $F_{SBM}$

Para

$$q = 3,0 \text{ T/M}^2$$

$$\sigma_{nc} = 25,0 \text{ T/M}^2$$

$$F_{SB} = 2,1 > 1,25 \text{ CUMPLE}$$

$$\sigma_{ns} = 94,1 \text{ T/M}^2 \quad F_{SICP} = 11,3$$

PROYECTO: ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE  
MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

CHEQUEO DE LOS FACTORES DE SEGURIDAD BÁSICOS MÍNIMOS INDIRECTOS / NSR - 10 CAPÍTULO H  
CARGA VIVA + CARGA MUERTA NORMAL + SISMO DE DISEÑO SEUDO ESTÁTICO

CASO No.1 SUELO c y  $\phi$

$F_{SICPM} = 1,5$  y  $F_{SBM} = 1,1$   
mínimo dentro del terreno natural

Nivel de Cimentación: - 1,5 m  
Condición de Análisis: Drenado

$$\sigma_u = c.N_c.f_c + q.N_q.f_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_{\gamma}.f_{\gamma}$$

Donde :

ANCHO CIMIENTO: B = 1,0 m  
c y  $\phi$  ? C Trabajo = 0,25312189 Ton/m<sup>2</sup>  
 $\phi$  Trabajo = 20 Grados

Nc, Nq, N $\gamma$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_{\gamma} = 2 \cdot (N_q + 1) \tan \phi$$

Nc =	14,39
Nq =	6,10
N $\gamma$ =	5,03

q y  $\gamma$  ?

$$q = \sigma_{vz=0}$$

$$q = \sum \gamma \cdot Z = 3,0 \text{ T/M}^2$$

$$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$$

f $_q$  y f $_{\gamma}$  ?

	C. Aislado	C. Continuo	C. Aislado	C. Continuo
f $_c$ =	1+Nq/Nc	1,0	1,42	1,0
f $_q$ =	1 + tan $\phi$	1,0	1,35	1,0
f $_{\gamma}$ =	0,6	1,0	0,6	1,0

$$\sigma_{nu} = \sigma_u - q$$

$$\sigma_{ns} = \sigma_{nu} / F.S \quad F_{si} = 1,0$$

ESFUERZO NETO DE SEGURIDAD ACTUAL $\sigma_{nsa}$ (T/M <sup>2</sup> ) - CIMIENTOS AISLADOS					
N. CIMENT. D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	4,0	3,0
1,0	22,7	24,2	25,8	31,8	28,8
1,5	30,0	31,5	33,0	39,1	36,0
2,0	37,3	38,8	40,3	46,3	43,3
2,5	44,5	46,0	47,5	53,6	50,6
3,0	51,8	53,3	54,8	60,9	57,8

CHEQUEO DE  $F_{SBM}$

Para

$$q = 3,0 \text{ T/M}^2$$

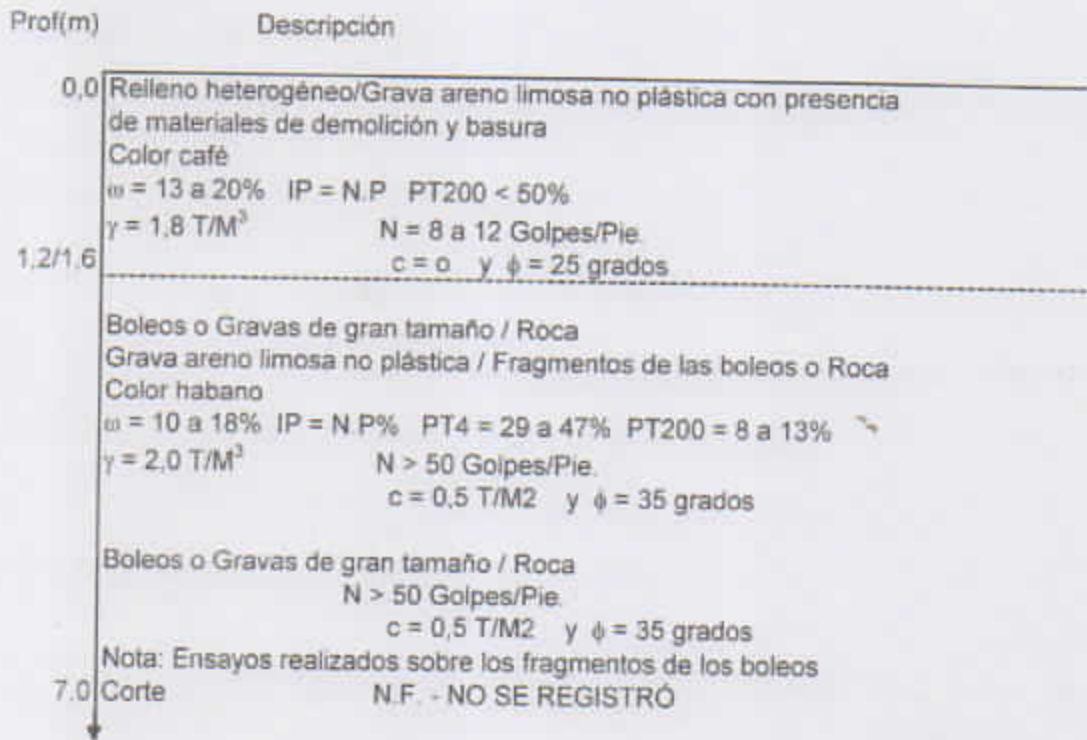
$$\sigma_{nc} = 30,0 \text{ T/M}^2$$

$$F_{sb} = 2,0 > 1,1 \quad \text{CUMPLE}$$

$$\sigma_{ns} = 156,9 \text{ T/M}^2 \quad F_{sicp} = 15,7$$

**PROYECTO: ESTACIÓN BASE BOG.CIUDADELA SUCRE  
MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA**

**1. PERFIL MODELO DEL SUBSUELO**



**2. ANALISIS DE ESTABILIDAD**

Nivel de Cimentación: - 1,0 m

**CASO No.1 SUELO c y  $\phi$  - RELLENO**

Nivel de Cimentación: - 1,5 m

(Dentro del terreno natural)

Condición de Análisis: Drenado

$$\sigma_u = c.N_c.f_c + q.N_q.f_q + 1/2 \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot f_\gamma$$

Donde :

ANCHO CIMIENTO: B = 1,0 m

c y  $\phi$  ?  
 C Trabajo = 0 Ton/m2  
 $\phi$  Trabajo = 25 Grados

Nc, Nq, N $\gamma$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2(45 + \phi/2)$$

$$N_\gamma = 2 \cdot (N_q + 1) \tan \phi$$

Nc =	20,72
Nq =	10,66
N $\gamma$ =	10,88

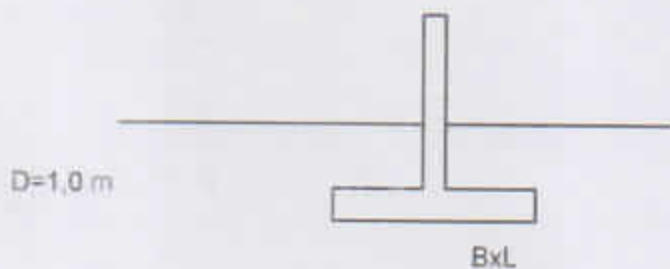
q y  $\gamma$  ?

$$q = \sigma_v z = 0$$



3. ANALISIS DE DEFORMACION

3.1 CIMIENTO AISLADO



$$B = (P_{max} / \sigma_{ns})^{1/2} =$$

$P_{max} =$	10,0	Ton	
$\sigma_{ns} =$	10,0	T/M <sup>2</sup>	
	1,000	m	
	100,0	Cm	(Cimiento actual)
	$u = 0,35$		
	$\alpha_{av} = 0,95$		
	$E =$	3200	T/M <sup>2</sup>

$$\delta_t = \delta_{inm} = pB(1-u^2)\alpha_{av}/E$$

$$\delta_{inm} = 0,26 \text{ Cm}$$

$$\delta_t < 2,5 \text{ Cm}$$

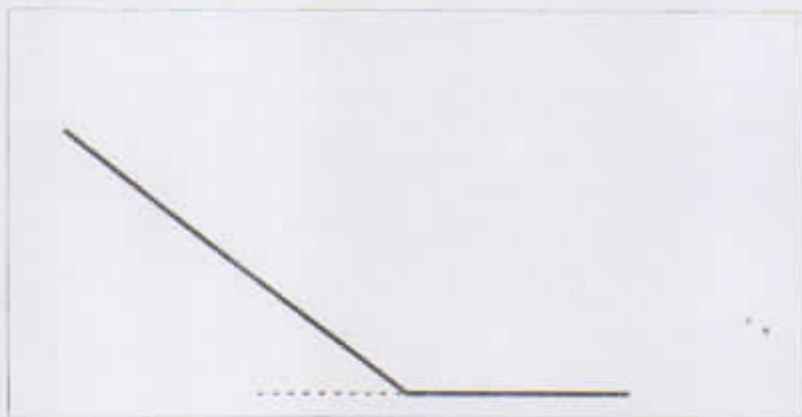
$$\Delta\delta_t < 1,0 \text{ Cm}$$

$$\sigma_{nc} = \sigma_{na} = \begin{matrix} \text{C. Aislado} \\ \text{C. Continuo} \end{matrix}$$

Nota

Cimiento Aislado: Ancho mínimo de 1,0 m

4. TALUDES

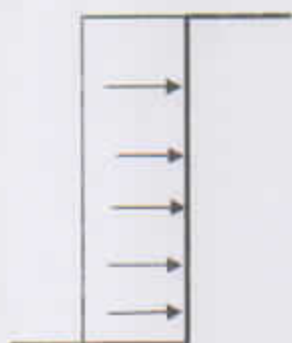


$$F S \text{ Tan } \phi / \text{ Tan } \beta$$

$$H_c = 2,0 \text{ m}$$

$$\beta_{max} = 45 \text{ grados}$$

5. EMPUJES



$$\sigma_h = 0,3 \gamma H + q$$

Donde

$\sigma_h$  = Presión a la profundidad H

$\gamma = 2,0 \text{ T/M}^3$  (Peso unitario del suelo)

H = Altura del muro en metros

q =  $1,0 \text{ T/M}^2$  Sobrecarga

$\sigma_h$

6. TIPO DE SUELO

T. de Suelo = TIPO "D" NSR-10

7. RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN (ESTIMATIVO)

En función del peso de suelo de la pirámide truncada (Ref.: No. 1):

$$Q_t = \gamma(B^2 D + 0,7279 B D^2 + 0,1766 D^3)$$

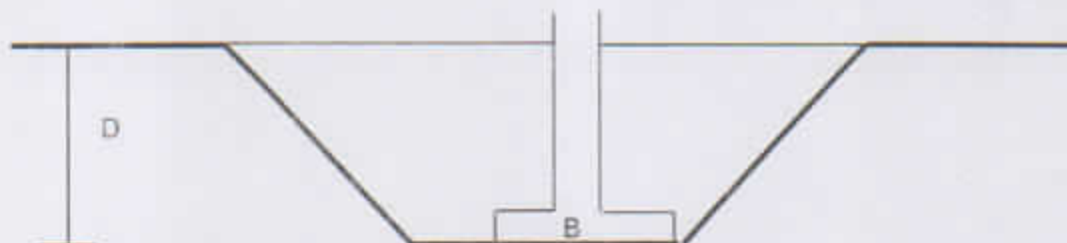
Donde:

Qt: Resistencia a la Tracción en Toneladas

$\gamma$ : Peso Unitario del Suelo en  $\text{T/M}^3$

B: Ancho del Cimiento en metros

D: Nivel de Cimentación en metros



RESISTENCIA A LA TRACCIÓN EN TONELADAS					
N. CIMENT D (m)	ANCHO DEL CIMIENTO B (m)				
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
1,0	3,24	5,98	9,58	14,02	19,31
1,5	6,35	10,93	16,78	23,91	32,32
2,0	10,75	17,48	25,90	36,03	47,85
2,5	16,67	25,85	37,16	50,59	66,14
3,0	24,34	36,29	50,78	67,82	87,42

NOTAS: 1. Suelo Suelto con Ángulo de Arranque de 20 grados

2. Peso Unitario del Suelo  $\gamma = 1,7 \text{ T/M}^3$

Bibliografía:

1. Principios de Ingeniería de Cimentaciones / Braja M. Das
2. Introducción a la Mecánica de suelos y Cimentaciones / Sowers - Sowers.
3. Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR - 10
4. Curso Sobre Cimentaciones para Estructuras y Equipos Electromecánicos / ACIEM - 82