

**CALCULOS
JUSTIFICATIVOS DE RED
SECUNDARIA**



Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

CONTENIDO

3.1. CALCULOS JUSTIFICATIVOS RS

3.1.1. GENERALIDADES

3.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES

- 3.1.2.1. Normas Aplicables
- 3.1.2.2. Características Técnicas de las Redes Secundarias.
- 3.1.2.3. Puntos de alimentación para redes secundarias.
- 3.1.2.4. Demanda de Potencia para los Diseños de las Redes Secundarias

3.1.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE REDES SECUNDARIAS

- 3.1.3.1. Parámetros Eléctricos
- 3.1.3.2. Caída de Tensión
- 3.1.3.3. Resistencia de Puesta a Tierra

3.1.4. CÁLCULOS MECÁNICOS DE REDES SECUNDARIAS

- 3.1.4.1. Distancias Mínimas de Seguridad
- 3.1.4.2. Calculo Mecánico de Conductores
- 3.1.4.3. Selección de la Longitud del Poste
- 3.1.4.4. Selección del Material de las Estructuras
- 3.1.4.5. Cálculo Mecánico de Estructuras y Retenidas
- 3.1.4.6. Cálculo de Cimentaciones de Postes de Concreto de 9 m
- 3.1.4.7. Cálculo del Bloque de Retenida para RS


.....
Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

3.1. CALCULOS JUSTIFICATIVOS RS

3.1.1. GENERALIDADES

En el presente documento se presentan los "Cálculos Justificativos" para la selección de los materiales a utilizar (cálculos eléctricos y mecánicos).

El Proyecto, permitirá dotar de energía eléctrica a al Módulo Demostrativo de Transformación Primaria – Lagunas, con energía proveniente de la Red Secundaria de la localidad de Lagunas perteneciente a la concesionaria. Los alcances del presente proyecto es desarrollar los siguientes puntos:

- Consideraciones Generales
- Cálculos de Diseño Eléctrico
- Cálculos de Diseño Mecánico

3.1.2. CONSIDERACIONES GENERALES

3.1.2.1. Normas Aplicables

Los criterios a emplear en el diseño de las redes secundarias se regirán principalmente por las siguientes normas:

- Código Nacional de Electricidad Suministro 2011.
- Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- Reglamento de la Ley de Concesiones Eléctricas N° 25844.
- RD 017 2003 EMDGE Alumbrado de Vías Públicas.
- RD 020 2003 EMDGE Especificaciones Técnicas de Montaje de Redes Secundarias con Conductor Autoportante.
- RD 023 2003 EMDGE Especificaciones Técnicas de Soportes Normalizados para Líneas y Redes Secundarias.
- RD 025 2003 EMDGE Especificaciones Técnicas para el Suministro de Materiales y Equipos de Redes Secundarias.
- RD 030 2003 EMDGE Especificaciones Técnicas para Levantamientos Topográficos.
- RD 031 2003 EMDGE Bases para el Diseño de Líneas y Redes Secundarias con Conductores Auto portantes.

3.1.2.2. Características Técnicas de las Redes Secundarias.

Para efectos del diseño eléctrico de redes secundarias se tendrán en cuenta las siguientes características:

- Frecuencia Nominal : 60 Hz
- Factor de Potencia : 0,90 (atraso)
- Tensión Nominal de la Red : 380/220V, 3 ϕ

3.1.2.3. Puntos de alimentación para redes secundarias.

Los Puntos de Alimentación para la Red de Servicio Particular, será por medio de una red de baja tensión 380/220V desde la red existente de baja tensión de la concesionaria.

3.1.2.4. Demanda de Potencia para los Diseños de las Redes Secundarias

Cargas de Servicio Particular

Cuadro N° 03: Máxima demanda

CALCULO DE LA POTENCIA INSTALADA Y MAXIMA DEMANDA									
SUMINISTRO DE ENERGIA ELÉCTRICA DEL MODULO DEMOSTRATIVO DE TRANSFORMACIÓN PRIMARIA-LAGUNAS DEL PROYECTO "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN AL SERVICIO DE APOYO AL CULTIVO DE CAMU CAMU EN EL DISTRITO DE YURIMAGUAS, PROVINCIA DE ALTO AMAZONAS, DEPARTAMENTO DE LORETO" CUI N° 2511506" DEL PEDAMAALC									
ITEM	Descripción		Cantidad	Potencia (W)	Potencia (HP)	Potencia Instalada (KW)	F.D. (%)	M.D. (KW)	
1	MODULO DE DESPULPADON Y REFINADO	MOTOR CÁMARA DE DESPULPADO	1		1	0.75	100.00	0.75	KW
2		MOTOR CÁMARA DE REFINADO	1		2	1.49	100.00	1.49	KW
3	SECADORA DE LECHO DE FLUIDAZA	MOTOR (VENTILADOR)	1		7.5	5.60	100.00	5.60	KW
4		MOTOR (EXTRACTOR)	1		1.5	1.12	100.00	1.12	KW
5	MARMITA CON AGITADOR	MOTOR	1		1	0.75	100.00	0.75	KW
6	MÓDULO DE MOLIENDA Y TAMIZADO	MOTOR PRINCIPAL (MOLINO)	1		7.5	5.60	100.00	5.60	KW
7		MOTOR TURBO (VENTILADOR)	1		3	2.24	100.00	2.24	KW
8		MOTOR REDUCTOR (ESCLUSA)	1		0.75	0.56	100.00	0.56	KW
9		MOTOR (TAMIZADO - PALETAS)	1		2	1.49	100.00	1.49	KW
10	CONGELADOR	CONGELADOR	5	550		2.75	100.00	2.75	KW
11	SELLADORA	SELLADORA MANUAL	2	300		0.6	100.00	0.60	KW

12	LAMPARAS LED	FOCOS LED	24	30		0.72	100.00	0.72	KW
13		TOMACORRIENTES	15	150		2.25	100.00	2.25	KW
SUB TOTAL						25.90	70.00	18.13	KW
TOTAL, POTENCIA A CONSIDERAR (KW)								18.13	KW

3.1.3. CÁLCULOS ELÉCTRICOS DE REDES SECUNDARIAS

3.1.3.1. Parámetros Eléctricos

Los parámetros eléctricos serán calculados de la siguiente manera:

Resistencia Eléctrica del Conductor.

$$R_{40^{\circ}C} = R_{20^{\circ}C} [1 + \alpha (t_2 - 20)]$$

Donde:

$R_{40^{\circ}C}$ = resistencia eléctrica del conductor a $40^{\circ}C$

$R_{20^{\circ}C}$ = resistencia eléctrica del conductor a $20^{\circ}C$

α = Coeficiente de corrección de temperatura $1/^{\circ}C$: 0,0036

t_2 = $40^{\circ}C$

Las resistencias eléctricas de los conductores de fase y del portante, se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro N° 04: Parámetros y Factores de Caída de Tensión de los Cables Auto portantes

PARAMETROS Y FACTORES DE CAIDA DE TENSION DE LOS CABLES AUTOPORTANTES												
FORMACION	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR						REACTANCIA INDUCTIVA		FACTOR DE CAIDA DE TENSION			
	DE FASE		ALUMBRADO PUBLICO		NEUTRO		(ohms/Km)	(ohms/Km)	K (380-220V)	K(440-220)	K(220)	K(220VAF)
	(ohms/Km)	(ohms/Km)	(ohms/Km)	(ohms/Km)	(ohms/Km)	(ohms/Km)						
	A 20° C	A 40° C	A 20° C	A 40° C	A 20° C	A 40° C						
3x35+16/25	0.868	0.930	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.0940	0.1230	1.612E-03		2.410E-03	3.281E-03
3x25+16/25	1.200	1.286	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.1000	0.1160	2.228E-03		2.766E-03	3.275E-03
3x16+16/25	1.910	2.048	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.1100	0.1100	3.546E-03		3.527E-03	3.270E-03
3x35/25	0.868	0.930			1.38	1.4794	0.0910	-	1.612E-03		-	-
3x25/25	1.200	1.286			1.38	1.4794	0.0950	-	2.228E-03		-	-
3x16/25	1.910	2.048			1.38	1.4794	0.1030	-	3.546E-03		-	FASE
2x35+16/25	0.868	0.930	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.0860	0.1140	1.861E-03	2.410E-03	1.892E-03	
2x25+16/25	1.200	1.286	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.0930	0.1090	2.573E-03	2.766E-03	3.269E-03	
2x16+16/25	1.910	2.048	1.91	2.0475	1.38	1.4794	0.0960	0.0960	4.095E-03	3.527E-03	3.258E-03	
2x16/25	1.910	2.048			1.38	1.4794	-	0.0960	4.095E-03	3.527E-03		
1x16/25	1.910	2.048			1.38	1.4794	-	0.0940	3.527E-03			
<div><div>Servicio Particular</div><div>Cos Φ1 Sen Φ0.000 1000 Longitud será dado en metros</div></div> <div><div>Alumbrado Público</div><div>Cos Φ0.9 Sen Φ0.4359</div></div> <div><div>NUEVO</div><div>1x25/252.766E-03</div></div>												

Reactancia Inductiva

$$X_L = 0,1746 \log \frac{DMG}{RMG}$$

Donde:

DMG = Distancia media geométrica

RMG = Radio medio geométrico

3.1.3.2. Caída de Tensión

La caída de tensión se determina por medio de una hoja de cálculo el cual cuenta con una base de datos de conductores para los diferentes tipos de sistemas.

Cálculo de Caída Tensión

La fórmula para calcular la caída de tensión en redes aéreas es la siguiente:

$$\Delta V = K \times I \times L \times 10^{-3}$$

Dónde: I = Corriente que recorre el circuito, en Amperes

L = Longitud del tramo, en metros

K = Factor de caída de tensión

Para circuitos monofásicos $K = 2 (r_2 \cos \phi + X_2 \text{ Sen } \phi)$

Máxima caída de tensión permisible

La caída máxima de tensión entre la subestación de distribución y el extremo terminal más alejado de la red no deberá exceder el 5,0% de la tensión nominal, según la Norma DGE "Base para el Diseño de Redes Secundarias para Zonas Rurales", los valores calculados serán:

- 19 V, en el sistema 3Ø 380/220 V

Factor de potencia ($\cos \phi$)

Según la norma DGE "Bases para el Diseño de Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación" según RD N° 031-2003 EM/DGE, los valores de factor de potencia a emplear serán los siguientes:

- Para cargas de servicio particular 1,00

Factor de simultaneidad

- Cargas de servicio particular 0,50

3.1.3.3. Resistencia de Puesta a Tierra

Para redes secundarias 3 ϕ 380/220V la Norma DGE "Bases para el Diseño de Redes Secundarias con Conductores Autoportantes para Electrificación" según RD N° 031-2003 EM/DGE establece un valor de PT de neutro a tierra del sistema de 10 Ω .

Con las consideraciones mencionadas, el sistema a utilizar será el tipo PAT-1, y su ubicación serán cada 200 m, en los puntos de derivación y en las últimas estructuras de la red secundaria.

El sistema de puestas a tierra PAT-1 está conformado por una varilla de cobre con 19mm de diámetro y 2,4 m de longitud, conductor de cobre de 25mm², conectores y grapas. Este sistema irá instalado en un pozo de 0,7m ϕ x 2,7m de profundidad, a 1,5m de distancia horizontal del poste a la varilla.

Esta configuración tiene una resistencia de aterramiento de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$R_{PAT-1} = \frac{\rho_a}{2 * \pi * l} \ln \left[\frac{4 * l}{1,36 * d} * \frac{(2 * H + l)}{(4 * H + l)} \right]$$

Donde:

ρ_a : Resistividad eléctrica aparente del terreno (ohm-m)

l : Longitud de la varilla (2,4 m)

d : Diámetro de la varilla (19 mm)

H : Profundidad de enterramiento (0,3 m)

El resultado es:

$$R_{PAT-1} \equiv 0,392 * \rho_a$$

3.1.4. CÁLCULOS MECÁNICOS DE REDES SECUNDARIAS

3.1.4.1. Distancias Mínimas de Seguridad

Considerando lo establecido en el Código Nacional de Electricidad de Suministro vigente, las distancias mínimas del conductor a la superficie del terreno serán las siguientes:


.....
Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

Cuando los alambres y/o conductores cruzan o sobresalen a:

- Carreteras y avenidas sujetas al tráfico de camiones : 6,5 m.
- Caminos, calles y otras áreas sujetas al tráfico de camiones : 5,5 m.
- Calzadas, zonas de parqueo y callejones : 5,5 m
- Otros terrenos recorridos por vehículos, tales como cultivos, pastos, bosques, huertos, etc. : 5,5 m
- Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo: 4,0 m
- Calles y caminos en zonas rurales : 5,5 m

Cuando los alambres y/o conductores están a lo largo de:

- Carreteras y avenidas : 5,5 m
- Caminos, calles o callejones : 5,0 m
- Espacios y vías peatonales o áreas no transitables por vehículo: 4,0 m
- Calles y caminos en zonas rurales : 4,5 m

Distancia de mínima de seguridad de conductores de MT a soportes RS

En la sección 234.B.2 del CNE de suministro vigente se establece una distancia vertical mínima de 1,40m entre el conductor de MT y el soporte de la red secundaria.

3.1.4.2. Cálculo Mecánico de Conductores

Los cálculos mecánicos tienen la finalidad de determinar las tensiones y flechas en las diversas condiciones de operación.

Cuadro N° 05: Características de los Conductores Autoportantes

Formación	Sección del Cond. Portante (mm²)	Diámetro exterior Total (mm)	Coefficiente de dilatación (1/°C)	Masa unitaria (kg/km)	Tiro de Rotura (kN)	Módulo de elasticidad del Portante (kN/mm²)
2x25+16+N25	25	28,5	0,000021	397	7,36	60,82
3x50+N25	25	26,5	0,000021	310	7,36	60,82

Consideraciones

Marlom Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

El único elemento de sujeción del conductor es el portante o neutro y es él que absorberá todas las tensiones mecánicas del cable.

Asimismo, se ha utilizado un EDS del 18% para la distribución de las estructuras de las redes secundarias y un EDS de 7% para el caso de vanos flojos.

Hipótesis de Estado

Las hipótesis de estado para los cálculos mecánicos del conductor se definen sobre la base de los factores meteorológicos.

- Velocidad del Viento
- Temperatura
- Hielo

Cuadro N° 06: Hipótesis de Cálculo Mecánico de Conductores

Hipótesis	I Tensado	II Máximo Esfuerzo	III Máxima Temperatura
Temperatura (°C)	15	5	40
Velocidad de Viento (km/h)	0	75	0
Esfuerzo de templado (% T.rot)	16	40	40

Esfuerzos Mecánicos en el Conductor Portante

El esfuerzo del conductor portante de aleación de aluminio será en todos los casos, de 50,1N/mm², aproximadamente 18% del esfuerzo de rotura del conductor.

Para cálculo del conductor en vano flojo se ha considerado el esfuerzo de 19,5 N/mm², aproximadamente 7% del esfuerzo de rotura del conductor.

3.1.4.3. Selección de la Longitud del Poste

Para seleccionar la longitud del poste se considera la distancia mínima del conductor al terreno, la longitud libre para la flecha máxima, la longitud empotrada del poste y vano básico 50 m.

Con estas consideraciones se tiene:

- Distancia mínima del conductor al terreno (m) : 5,0
- Longitud libre para flecha (m) : 1,1
- Distancia punta de poste a gancho soporte (m): 0,2



Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

• Longitud de empotramiento (m) : 1,4

Luego: Longitud del poste (m) : 8,7

Que corresponde a la longitud normalizada de 9 m.

3.1.4.4. Selección del Material de las Estructuras

La zona del proyecto cuenta con acceso carrozable. Los postes de madera nacional presentan problemas de disponibilidad y baja calidad en el tratamiento, mientras que los postes de concreto tienen buena disponibilidad en el mercado local y con un cuidadoso transporte son ideales para este tipo de proyecto.

Por lo mencionado se concluye en seleccionar para el presente proyecto el uso de postes de concreto armado de 9m/300daN. y 9m/400daN.

3.1.4.5. Cálculo Mecánico de Estructuras y Retenidas

Estos cálculos tienen por objeto determinar las cargas mecánicas en los postes, cables de retenidas y sus accesorios, de tal manera que, en las condiciones más críticas, es decir a temperatura mínima y máxima velocidad de viento no se superen los esfuerzos máximos previstos en el Código Nacional de Electricidad.

Los factores de seguridad respecto a la carga de rotura, en condiciones normales, serán las siguientes:

- Postes de concreto 2
- Cables de retenida 2
- Accesorios de ferretería 2

Fórmulas Aplicables

- Momento debido a la carga del viento sobre los conductores:

Para los postes de concreto, la carga equivalente será calculada a 0,10 m. por debajo de la cabeza.

Donde:

Pv = Presión del viento sobre superficies cilíndricas

L = Longitud del vano, en m


.....
Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

C_r = Carga de rotura del poste

F_e = Fuerza equivalente en la punta del poste

T_c = Carga del conductor portante en N

f_c = Diámetro total del cable autoportante, en m

α = Angulo de desvío topográfico, en grados

D_o = Diámetro del poste en la cabeza, en cm

D_m = Diámetro del poste en la línea de empotramiento, en cm

H = Altura libre del poste, en m

H = Altura de la carga en la estructura con respecto al suelo, en m

W_c = Masa total del cable autoportante, en kg/m

WAD = Peso de un hombre con herramientas, igual a 1000 N

l = Altura respecto al suelo del punto de ubicación de la retenida en el Poste.

Para el cálculo de retenidas se considerará cable de acero grado SIEMENS-MARTIN de 10 mm de diámetro. El ángulo de inclinación respecto del cable de retenida respecto al eje vertical será de 30°.

Se realizan los cálculos para verificar que las estructuras utilizadas sean las adecuadas para soportar los conductores que transportan la energía eléctrica en baja tensión.

3.1.4.6. Cálculo de Cimentaciones de Postes de Concreto de 9 m

Para el cálculo de las cimentaciones de los postes de concreto se ha utilizado la metodología Sulzberger, cuyo detalle se muestra en el Anexo N° 6. A continuación se muestra un cuadro resumen de los resultados utilizados en redes secundarias:

Cuadro N° 07: resultados de cálculo de cimentaciones

Tipo de Poste	Tipo de suelo	Empotram.(m)	Diámetro de Excavación (m)	Excavación (m3)	Relleno con Mat. Propio Compactado (m3)	Relleno con Mat. de Préstamo Compactado (m3)	Eliminación (m3)
Poste de Concreto 9m/300N	I	1,40	0,80	0,90	0,45	0,45	0,56

Cuadro N° 08: resultados de cálculo de cimentaciones

Tipo de Poste	Tipo de suelo	Empotram.(m)	Diámetro de Excavación (m)	Excavación (m3)	Relleno con Mat. Propio Compactado (m3)	Relleno con Mat. de Préstamo Compactado (m3)	Eliminación (m3)
Poste de Concreto 9m/400N	I	1,40	0,80	0,90	0,45	0,45	0,56

3.1.4.7. Cálculo del Bloque de Retenida para RS

En todo diseño del bloque de anclaje, las variables son la carga máxima en el cable de la retenida, el ángulo que hace el cable de la retenida con la horizontal y el tipo de suelos.

Obtenidas estas variables, se procede al cálculo siguiente:

$F = 6\,500\text{ N}$ (la máxima carga que transmitirá la retenida al anclaje)

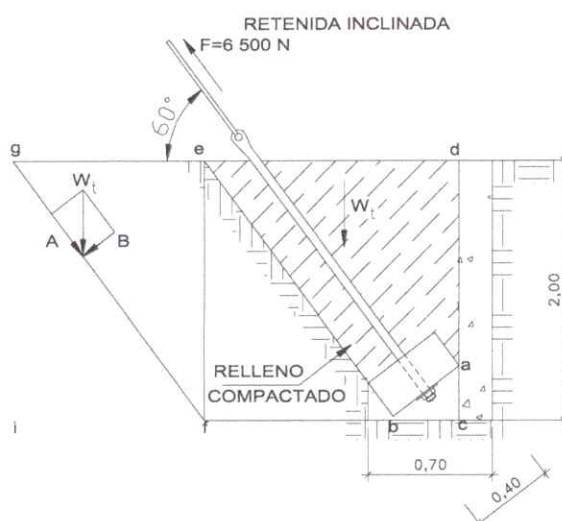
$\gamma = 16,6\text{ k N/m}^3$ (densidad del suelo)

$\mu = 0,3$ (coeficiente de fricción)


Retenida Inclinada

El ángulo que hace el cable de la retenida con la horizontal es de 60° .

El dado de anclaje es de $0,40 \times 0,40 \times 0,15\text{ m}^3$ (predimensionado), vamos a verificar si estas dimensiones son suficientes.



En el triángulo rectángulo abc:


Marlon Pezo Dávila
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. 90328

El ángulo "cab" es igual a 60°, por tener sus lados respectivamente perpendiculares, luego:

$$\text{"ac"} \text{ (longitud de a á c)} = 0,40 \times \cos 60^\circ = 0,20 \text{ m}$$

$$\text{"cb"} \text{ (longitud de c á b)} = 0,40 \times \sin 60^\circ = 0,35 \text{ m}$$

Por lo tanto, el área del triángulo abc, es igual a:

$$\frac{1}{2} * (0,20 * 0,35) \equiv 0,035 \text{ m}^2$$

La longitud "bf" en el triángulo rectángulo bef es:

$$bf = \frac{2,0}{\tan 60^\circ} = 1,15 \text{ m}$$

Por tanto, la longitud "cf" = 0,35 + 1,15 = 1,50 m

El área del relleno Acuña descontando las áreas de los triángulos de cuadrilátero defc es. - El área del rectángulo defc - área del triángulo abc - área del triángulo bef - área del dado de concreto. -

$$\text{Acuña} = 1,50 * 2,0 - 0,035 - (1/2) * 1,15 * 2,0 - 0,15 * 0,4 = 1,76 \text{ m}^2$$

El peso de dicho suelo es γ x área del relleno x espesor del relleno:

$$(1,700 \text{ kg/cm}^3 * 1,76 \text{ m}^2 * (0,40 \text{ m. de ancho})) = 11,97 \text{ kN}$$

El peso del dado de concreto está dado por:

$$(23,5 \text{ kN peso específico del concreto}) * 0,40 * 0,40 * 0,15 = 564 \text{ N}$$

El peso total es $W_t = 11,97 + 0,564 = 12,53 \text{ kN}$

En el triángulo rectángulo de fuerzas:

$$A = 12,53 * \sin 60^\circ = 10,85 \text{ kN}$$

$$B = 12,53 * \cos 60^\circ = 6,27 \text{ kN}$$

Si el conjunto dado de anclaje y peso del relleno no es suficiente, se libera el viento o cable de la retenida haciendo colapsar a la estructura. Se tomará como factor de seguridad el 50% es decir $F_r / F \geq 1,50$

La fuerza de fricción, es en todo el contorno de las paredes del relleno (suelo del relleno contra el suelo existente), por lo tanto, la fricción lateral es:

Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328

$$\gamma * h = 1700 \times 2,0 = 33,32 \text{ kN/m}^2$$

$$F_1 \text{ (fuerza lateral)} = \gamma * h * \text{Acuña} = 58,64 \text{ kN}$$

$$\mu * F_1 = 0,3 * 58,64 = 17,59 \text{ kN}$$

$$2 * \mu * F_1 = 2 * 17,59 = 35,18 \text{ kN}$$

Según fórmula, la fuerza resistente total F_r , es:

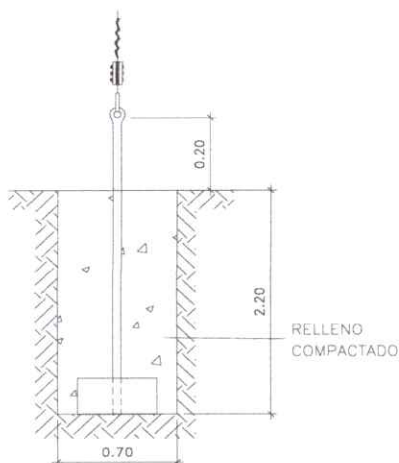
$$F_r \equiv A + (\mu * B) + 2 * (\mu * F_1) \equiv 10,85 + 0,3 * 6,27 + 35,18 \equiv 47,91 \text{ kN}$$

Por lo tanto, la relación F_r/F es:

$$F_r / F = 47,91 / 6,27 = 7,64 > 1,5 \text{ OK}$$

Retenida Vertical

Debido a la fricción interna y a la compactación del macizo de tierra, su peso será la mayor fuerza estabilizadora:




Marlon Pezo Dávila
 ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
 Reg. CIP. 90328

Peso del material compactado:

Peso de macizo de tierra = Densidad suelo x Volumen del Macizo.

$$\text{Peso de macizo de tierra} = 16,6 \times 0,70 \times 0,70 \times (2,20 - 0,15) = 16,67 \text{ kN}$$

$$\text{Peso del bloque de concreto} = 0,56 \text{ kN}$$

Según fórmula, la fuerza resistente total F_r , es:

$$F_r = \text{Peso del material compactado} + \text{Peso del bloque de concreto} = 17,23 \text{ kN}$$

Por lo tanto, la relación F_r/F_{ret} es:

$$F_r / F_{ret} = 17,23/6,5 = 2,65 > 2,0 \text{ OK}$$

Las dimensiones de bloque de concreto (0,40x0,40x0,15) son suficientes.

Acero de refuerzo

Para el bloque de concreto utilizaremos acero mínimo según se especifica en el Reglamento Nacional de Construcciones y que debe ser:

$$A_s = 0,0018 * b * c = 0,0018 * 40 * 15 = 1,08 \text{ cm}^2 \text{ que es el área del requerimiento del acero.}$$

Si consideramos cuatro fierros de $\frac{1}{2}" \phi$, el área es de $(4 * \pi * 12) / 4 = 3,14 \text{ cm}^2 > 1,08 \text{ cm}^2$ (malla de fierro de $\frac{1}{2}" \phi$). Estos fierros se colocarán en la zona donde el dado trabaja en tracción y a cada 10 cm y tendrán 5 cm de recubrimiento (arriba), en los costados y en la parte inferior estos quedarán a $20 - 5 = 15 \text{ cm}$.



.....
Marlon Pezo Dávila
ING. MECÁNICO ELECTRICISTA
Reg. CIP. 90328