



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TRABAJO ESTRUCTURADO DE MANERA INDEPENDIENTE
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

“LA RESISTENCIA DEL SUELO Y SU INCIDENCIA EN EL TIPO DE
CIMENTACIÓN PARA LA LÍNEA DE SUBTRANSMISIÓN A 69 KV PUYO -
MUSHULLACTA”

AUTOR:

GABRIELA DEL PILAR CAÑAR RAMÍREZ

TUTOR:

ING. CARLOS DE LA TORRE DÁVALOS, M.Sc.

AMBATO – ECUADOR

2012

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del trabajo de investigación sobre el tema: “La resistencia del suelo y su incidencia en el tipo de cimentación para la línea de sub transmisión a 69 KV Puyo – Mushullacta” de la señorita Gabriela del Pilar Cañar Ramírez, egresada de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, considero que dicho trabajo investigativo reúne los requisitos suficientes para ser sometido a evaluación del jurado examinador designado por el H. Consejo de la Facultad.

Ambato, Enero del 2012

Ing. Carlos de la Torre D.

TUTOR DE TESIS

AUTORÍA

Los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “La resistencia del suelo y su incidencia en el tipo de cimentación para la línea de sub transmisión a 69 KV Puyo - Mushullacta”, como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son exclusiva responsabilidad de mi persona, como autor del presente trabajo de grado.

Ambato, Enero del 2012

Gabriela del Pilar Cañar Ramírez.

DEDICATORIA

A mis amados padres, hermanos, y mi hijo

A mis queridos amigos y compañeros

*A todas las personas que de una u otra manera
me han brindado siempre su amor, apoyo, ayuda y confianza.....*

Mil gracias por todo.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por guiarme siempre en mi vida,

*Gracias a mi Padre por ser el pilar fundamental en mi existencia,
gracias a mi madre por su amor, cariño y apoyo incondicional,
gracias a mi familia ya que con su apoyo he podido concluir con
éxito esta etapa de mi vida.*

*Quiero expresar mi agradecimiento profundo a la Universidad
Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y al Tutor de esta
Tesis Ing. Carlos de la Torre por todas las enseñanzas impartidas.*

ÍNDICE

CARÁTULA -----	i
CERTIFICACIÓN-----	ii
AUTORÍA -----	iii
DEDICATORIA -----	iv
AGRADECIMIENTO -----	v
ÍNDICE-----	vi
RESUMEN EJECUTIVO -----	xiv
CAPÍTULO I -----	1
EL PROBLEMA-----	1
1.1. TEMA -----	1
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA-----	1
1.2.1 Contextualización-----	1
1.2.2 Análisis Crítico-----	2
1.2.3 Prognosis -----	3
1.2.4 Formulación del Problema-----	3
1.2.5 Interrogantes (Sub Problemas)-----	3
1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación-----	4
1.2.6.1 Delimitación Espacial. -----	4
1.2.6.2 Delimitación Temporal.-----	4
1.2.6.3 Delimitación de Contenido. -----	4
1.3 JUSTIFICACIÓN -----	4
1.4OBJETIVOS -----	5
1.4.1 General-----	5
1.4.2 Específicos -----	5
CAPÍTULO II -----	6
MARCO TEORICO-----	6
2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS-----	6
2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA -----	6
2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL -----	7
2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES-----	7
2.4.1 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS -----	7

2.4.1.1. EL SUELO-----	7
2.4.1.2. MECÁNICA DE SUELOS-----	8
2.4.1.3. CLASIFICACIÓN DEL SUELO-----	8
2.4.1.4. CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO-----	11
2.4.1.5. TEORÍA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI -----	12
2.4.1.6.-MÓDULO O COEFICIENTE DE BALASTO-----	16
2.4.1.7. MÓDULO DE RIGIDEZ G.- -----	18
2.4.1.8. CIMENTACIÓN-----	19
2.4.1.9. TIPOS DE CIMENTACIÓN.- -----	19
2.4.1.9.1. CLASIFICACIÓN DE CIMENTACIONES: -----	19
2.4.1.10. REQUISITOS BÁSICOS PARA UNA CIMENTACIÓN SATISFACTORIA	20
2.4.1.11. ZAPATAS AISLADAS -----	21
2.4.1.12. ZAPATA AISLADA CUADRADA -----	22
2.4.1.13. ZAPATA AISLADA RECTANGULAR-----	23
2.4.1.14. ZAPATA AISLADA DESCENTRADAS-----	23
2.4.1.15. VIGAS DE CIMENTACION -----	24
2.1.4.16. VIGAS DE CIMENTACIÓN EN MEDIO ELÁSTICO -----	26
2.1.4.17. LOSAS DE CIMENTACIÓN -----	27
2.1.4.18. TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN -----	27
2.4.1.19. CIMENTACION TIPO PILA -----	28
2.4.1.20. TIPOS DE PILAS -----	29
2.4.1.21. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE-----	30
2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES -----	33
2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE -----	33
2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE -----	33
 CAPÍTULO III -----	 34
 METODOLOGÍA -----	 34
3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN-----	34
3.1.1. POR EL OBJETO-----	34
3.1.2. POR EL LUGAR-----	34
3.1.3. POR EL TIEMPO-----	34
3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN-----	35
3.2.1. NIVEL EXPLORATORIO -----	35

3.2.2. NIVEL DESCRIPTIVO	35
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA	35
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	35
3.4.1. MATRIZ DE LA OPERACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE	35
3.4.2. MATRIZ DE LA OPERACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE	36
VARIABLE DEPENDIENTE:	36
3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN	37
3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	37
3.6.1. PROCEDIMIENTO	37
3.6.2. PRESENTACIÓN DE DATOS:	37
 CAPÍTULO IV	 40
 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	 40
4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	40
4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	41
 CAPÍTULO V	 42
 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	 42
5.1. CONCLUSIONES	42
5.2. RECOMENDACIONES	42
 CAPÍTULO VI	 43
 PROPUESTA	 43
6.1. DATOS INFORMATIVOS	43
6.1.1. TÍTULO	43
6.1.2. INSTITUCIÓN EJECUTORA	43
6.1.3. BENEFICIARIOS	43
6.1.4. UBICACIÓN	43
6.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	43
6.1.6. ALCANCES	44
6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA	44
6.3. JUSTIFICACIÓN	45
6.4. OBJETIVOS	45
6.4.1. GENERAL	45

6.4.2. ESPECÍFICOS-----	45
6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD-----	46
6.6. FUNDAMENTACIÓN (CÁLCULO)-----	46
6.6.1. ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO-----	46
6.6.2. HIPÓTESIS DE CARGA-----	46
6.6.3. CARGAS Y MOMENTOS DE LAS TORRES-----	47
6.6.4. ESTUDIO DEL SUELOS-----	48
6.6.4.1. TRABAJOS DE CAMPO-----	48
6.6.4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO-----	49
6.6.4.3. TIPO DE SUELOS A CIMENTARSE-----	49
6.6.5. DISEÑO DEL PROYECTO-----	49
6.6.5.1. DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES-----	49
6.6.5.1.1. PLINTOS AISLADOS-----	49
6.6.5.1.2. PARRILLA DE CIMENTACIÓN-----	49
6.6.5.1.3. LOSA DE CIMENTACIÓN-----	50
6.6.5.1.4. PILAS DE CIMENTACIÓN-----	51
6.6.5.1.5. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE-----	51
6.6.5.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO-----	52
6.6.5.2.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO-----	52
6.6.5.2.2. PLINTO AISLADO-----	53
I. CÁLCULO DEL AREA DE FUNDACIÓN:-----	54
6.6.5.2.3. PARRILLA DE CIMENTACIÓN-----	55
I. CÁLCULO POR FLEXIÓN:-----	58
II. CÁLCULO POR TORSIÓN-----	59
III. MATRIZ DE COORDENADAS LOCALES-----	60
IV. VECTOR DE COLOCACIÓN:-----	63
V. ENSAMBLAJE DIRECTO DE LOS MIEMBROS:-----	64
VI. CONFORMACIÓN DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA-----	65
VII. VECTOR DE CARGAS GENERALIZADAS-----	66
VIII. VECTOR DE COORDENADAS GENERALIZADAS-----	66
IX. PRESIÓN DEL SUELO-----	67
X. DEFORMACIONES DE MIEMBRO-----	67
XI. FUERZAS INTERNAS DE MIEMBRO EN COORDENADAS GLOBALES P -----	68
XII. FUERZAS INTERNAS EN COORDENADAS LOCALES-----	69

DISEÑO A FLEXIÓN	69
I. ACERO INFERIOR	72
6.6.5.2.4. LOSA DE CIMENTACIÓN	74
I. NUMERAR GRADOS DE VANOS	74
II. DETERMINAR LOS GRADOS DE LIBERTAD (N°)	74
III. GRADOS DE LIBERTAD	75
IV. VECTOR DE COLOCACIÓN DE CADA ELEMENTO (V _c)	75
V. CÁLCULO DE INERCIA (I)	75
VI. LONGITUD CARACTERÍSTICA DE LA VIGA (λ):	75
VII. RIGIDEZ DE FLEXIÓN PARA CADA MIEMBRO.	76
VIII. MATRIZ DEL ELEMENTO:	77
IX. MATRIZ DE LA ESTRUCTURA:	77
X. VECTOR DE CARGAS.	77
XI. VECTOR DE CARGAS GENERALIZADAS (q)	77
XII. CONSTANTES DE INTEGRACIÓN PARA CADA VANO:	78
XIII. FUERZAS Y DEFORMACIONES FINALES PARA CADA VANO:	79
XIV. RESUMEN DE VALORES	84
XV. DIAGRAMAS	85
XVI. DISEÑO A FLEXIÓN	86
XVII. ACERO INFERIOR	87
6.6.5.2.5. PILAS DE CIMENTACIÓN	88
I. DATOS DE LA PILA:	88
II. DATOS DEL SUELO:	89
III. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FALLA POR FRICCIÓN:	89
IV. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FALLA POR “PUNTA”:	90
V. RESISTENCIA TOTAL:	91
VI. DETERMINACION DE LA CARGA ADMISIBLE	91
6.6.5.2.6. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE	91
I. CARGAS DE DISEÑO PARA EL MONOBLOQUE:	91
II. CÁLCULO DEL MOMENTO DE VUELCO	92
III. CÁLCULO DEL MOMENTO ESTABILIZADO TERRENO:	92
IV. CÁLCULO DEL MOMENTO CARGAS VERTICALES:	92
V. ACERO:	93
6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO	93

6.7.1. ESTABLECIMIENTO DE COSTOS-----	93
6.7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS-----	96
6.8. ADMINISTRACIÓN-----	105
6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN-----	105
1. BIBLIOGRAFÍA-----	106
2. ANEXOS-----	107

INDICE DE FIGURAS.

FIGURA N 01 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES.-----	7
FIGURA N 02 CARTA DE PLASTICIDAD-----	9
FIGURA N 03 FALLA POR CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO BAJO UNA CIMENTACIÓN CORRIDA RÍGIDA Y RUGOSA-----	12
FIGURA N 04 RELACION ENTRE ϕ Y LOS COEFICIENTES DE CAPACIDAD DE CARGA-----	14
FIGURA N 05 PLANTA DE CIMENTACIÓN CON ZAPATAS AISLADAS-----	22
FIGURA N 06 VIGAS DE CIMENTACIÓN-----	25
FIGURA N 07 CIMENTACIÓN EMPARRILLADA-----	25
FIGURA N 08 TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN-----	28
FIGURA N 09 TIPOS DE PILAS (A) PILA RECTA (B) Y (C) PILA ACAMPANADA (D) PILA EMPOTRADA EN ROCA-----	30
FIGURA N 10 CIMENTACIÓN MONOBLOQUE-----	31
FIGURA N 11 CONDICIÓN SEGURIDAD Y GIRO MÁXIMO DE MONOBLOQUE-----	32
FIGURA N 12 TIPOS DE SUELOS-----	40
FIGURA N 13 DIAGRAMA DE LA ZAPATA AISLADA-----	54
FIGURA N 14 ESTADOS DE CARGA-----	56
FIGURA N 15 NUMERO DE NUDOS MIEMBROS, GRADOS DE LIBERTAD-----	56
FIGURA N 16 GRADOS DE LIBERTAD-----	57
FIGURA N 17 ANCHO COOPERANTE-----	57
FIGURA N 18 DIAGRAMA DE FLEXION CORTE Y MOMENTO DEL ELEMENTO 1-----	70

FIGURA N 19 GRADOS DE LIBERTAD-----	75
FIGURA N 20 DIAGRAMA DE PERSION CORTE Y MOMENTO-----	85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N 01 OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE ----	36
CUADRO N 02 OPERACIONALIZACION DE LA VARIABLE DEPENDIENTE ----	36
CUADRO N 03 MUESTRAS DE SUELO-----	38
CUADRO N 04 ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN -----	39
CUADRO N 05 CONSTANTES DE INTEGRACIÓN PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE MEDIO ELASTICO (CARGA PUNTUAL) -----	78
CUADRO N 06 EXPRESIONES FINALES DE FUERZAS Y DEFORMACIONES PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE PARA MEDIO ELÁSTICO -----	79
CUADRO N 07 RESUMEN DE VALORES -----	84

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 01 FACTOR DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI -----	15
TABLA 02 COEFICIENTE DE BALASTO PARA SUELOS GRANULARES (T/M3)---	17
TABLA 03 COEFICIENTE DE BALASTO PARA ARCILLAS PRECONSOLIDADAS (T/M3) -----	17
TABLA 04 VALORES DEL COEFICIENTE DE BALASTO SEGÚN WOLFER-----	18
TABLA 05 CARGAS Y MOMENTOS TOTALES EN LAS TORRES -----	48
TABLA 06 CARGAS Y MOMENTOS POR PATA -----	48
TABLA 07 RESULTADO CIMENTACIÓN TIPO PARRILLA -----	50
TABLA 08 RESULTADOS LOSAS DE CIMENTACIÓN -----	50
TABLA 09 RESULTADOS PILAS DE CIMENTACIÓN -----	51
TABLA 10 RESULTADOS CIMENTACIÓN MONOBLOQUE -----	52
TABLA 11 RESULTADOS DEL ENSAYO TRIAXIAL-----	52
TABLA 12 PRESIÓN DEL SUELO -----	67
TABLA 13 DATOS DEL SUELO -----	89

TABLA 14 RESISTENCIA A LA FALLA POR FRICCIÓN -----	90
TABLA 15 PRESUPUESTO REFERENCIAL PARRILLA DE CIMENTACION ----	94
TABLA 16 PRESUPUESTO REFERENCIAL LOSA DE CIMENTACION-----	94
TABLA 17 PRESUPUESTO REFERENCIAL CIMENTACION TIPO PILA-----	94
TABLA 18 PRESUPUESTO REFERENCIALCIMENTACION MONOBLOQUE----	95
TABLA 19 PRECIOS UNITARIOS -----	96
TABLA 20 PRECIOS UNITARIOS -----	97
TABLA 21 PRECIOS UNITARIOS -----	98
TABLA 22 PRECIOS UNITARIOS -----	99
TABLA 23 PRECIOS UNITARIOS -----	100
TABLA 24 PRECIOS UNITARIOS -----	101
TABLA 25 PRECIOS UNITARIOS -----	102
TABLA 26 PRECIOS UNITARIOS -----	103
TABLA 27 PRECIOS UNITARIOS -----	104

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1-----	108
ANEXO 2-----	146
ANEXO 3-----	165
ANEXO 4-----	170

RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo de investigación fue realizado como una contribución hacia los pobladores que se encuentran a lo largo del km 38 de la vía Puyo Macas; y contiene, el estudio preliminar de suelos y el diseño de la cimentación, planos y análisis de precios unitarios.

Consta de los capítulos correspondientes, en los que se explica de manera detallada que tipo de suelo existe en el sector, y además un diseño de la cimentación para la estabilidad de las estructuras de líneas de subtransmisión.

A través de este proyecto de ingeniería eléctrica el país da un impulso en la provincia de Pastaza, para lo cual se ha diseñado la correspondiente fundación así como también se detalla un informe del tipo de suelo que existe en el sector.

Estos datos permitieron realizar un análisis minucioso con el que se realizaron los correspondientes diseños que constan en este trabajo, así como también los respectivos planos constructivos.

Por último, también se adjunta un presupuesto referencial de cada una de las cimentaciones, que ayudará como referencia a posteriores estudios eléctricos en el sector.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.TEMA

“La resistencia del suelo y su incidencia en el tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo - Mushullacta”

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Contextualización

La cimentación es la parte de la estructura que permite la transmisión de las cargas que actúan hacia el suelo o la roca subyacente.

Cuando los suelos reciben la carga de la estructura, se comprime en mayor o en menor grado, y producen asentamientos de los diferentes elementos de la cimentación y por consiguiente de toda la estructura.

El suelo constituye el material de ingeniería más heterogéneo y más impredecible en su comportamiento, es por ello que los coeficientes de seguridad que suelen utilizarse son al menos de 3 con relación a la resistencia.

En el Ecuador la presencia de distintas clases de suelos y estructuras dan lugar a la existencia de varios tipos de cimentaciones.

Debemos tomar en cuenta que dentro de nuestro país existen distintas zonas con diferentes tipos de suelos de varias resistencias por lo que nuestro estudio se enfocará en la zona oriental del país, la cual en su mayoría está constituida por

suelos blandos, los que dan una complicación al momento de diseñar una estructura de diferente índole.

El área de estudio se desarrolla por terrenos relativamente planos con la presencia de mucha humedad, son plásticos y blandos, y en muchos sectores pantanosos, características de los suelos de ese sector del oriente ecuatoriano, siendo éstos de tipo CH y MH con una capacidad de carga relativamente baja, del orden de 0.50 Kg/cm², estimándose suelos de menor resistencia en los lugares pantanosos.

En base a estas consideraciones existirán diferentes tipos de cimentaciones para las estructuras determinadas para la construcción de esta línea de subtransmisión.

1.2.2 Análisis Crítico

La energía eléctrica es de vital importancia para el desarrollo de un país, por lo cual los proyectos destinados a la misma deben estar realizados de una manera segura y que otorgue durabilidad de los mismos.

La resistencia del suelo en los diferentes lugares del Ecuador varía de acuerdo al tipo de suelo encontrado debido a las características de los mismos lo cual incide directamente en la manera de adoptar un tipo de cimentación adecuado para las torres de energía eléctrica. Al realizar un análisis de la resistencia del suelo se logrará determinar una cimentación que brinde seguridad a las mismas y que al mismo tiempo permita invertir los recursos gubernamentales de una mejor manera.

Durante el transcurso del tiempo se ha generalizado el tipo de cimentación utilizado para esta clase de proyectos, y no ha permitido que la ingeniería se desarrolle y que se puedan invertir de una mejor manera los recursos.

Se deberá tomar en cuenta la necesidad de aportar con un diseño que plantee una mejor alternativa constructiva y que cumpla con las expectativas.

1.2.3 Prognosis

Debido a los diferentes tipos de suelos se debe realizar un estudio que permita establecer la resistencia del suelo que se encuentra en el lugar que va a ser construido el proyecto. Si no se realizan los debidos estudios y diseños necesarios se correrá el riesgo de tener problemas al momento de la construcción de las cimentaciones lo cual podría ocasionar que se inviertan más recursos en su construcción que puede ser un impedimento para poder llevarlas a cabo.

Estos problemas pueden permanecer latentes si no se adoptan las medidas adecuadas, es por eso que al desarrollar un diseño de tipos de cimentaciones se podría plantear la alternativa de construcción que mejoraría los sistemas de construcción actuales.

1.2.4 Formulación del Problema

¿Cuál será el tipo de cimentación adecuada para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta de acuerdo a la resistencia de suelo encontrada en el sitio?

1.2.5 Interrogantes (Sub Problemas)

- ¿Cómo incide el tipo de suelo en la resistencia del mismo?
- ¿Qué tan importante es la realización de un diseño de cimentación?
- ¿Cómo incide la investigación de este tipo de proyectos en el desarrollo de la electricidad en el país?
- ¿Cuáles son los factores que inciden en la elección de un tipo determinado de cimentación?
- ¿Permite una resistencia de suelo determinada la construcción de cualquier tipo de cimentación?

1.2.6 Delimitación del Objeto de Investigación

1.2.6.1 Delimitación Espacial.

La línea de subtransmisión Puyo-Mushullacta inicia en la ciudad del Puyo y atraviesa los sectores de Veracruz, La Esperanza, Colonia Ventanas, Nuevos Horizontes y Colonia El Vergel hasta llegar a Mushullacta de la parroquia Simón Bolívar de la provincia de Pastaza.

1.2.6.2 Delimitación Temporal.

El diseño para el tipo de cimentaciones se realizará en el período de Diciembre 2009 a Mayo del 2010.

1.2.6.3 Delimitación de Contenido.

CAMPO: Ingeniería Civil

ÁREA: - Estructuras

- Mecánica de Suelos

ASPECTO: - Obras Civiles-Cimentaciones

TEMA: La resistencia del suelo y su incidencia en el tipo de cimentación de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo - Mushullacta

PROBLEMA: ¿Cuál será el tipo de cimentación adecuada para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo Mushullacta de acuerdo a la resistencia de suelo encontrada en el sitio?

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con la realización de este proyecto se podrá determinar la mejor alternativa de construcción de las cimentaciones que soportarán las torres de energía eléctrica de la línea de subtransmisión.

Se debe tomar en cuenta que éste es un proyecto que beneficiará a los habitantes de los diversos sectores de la provincia de Pastaza lo cual permitirá el desarrollo de la zona y que al mismo tiempo mejorará su calidad de vida para realizar de una mejor manera en actividades cotidianas.

Es de gran importancia aportar con la realización de este proyecto ya que con el cual se podrá obtener experiencia en la ejecución de este tipo de actividades que en la actualidad son de gran relevancia en el país.

1.4OBJETIVOS

1.4.1 General

- Diseñar los tipos de cimentaciones para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta para obtener la mejor alternativa de construcción de la mismas.

1.4.2 Específicos

- Realizar un análisis de suelos en los sitios de ubicación de las torres de la línea de subtransmisión.
- Determinar la capacidad portante del suelo.
- Adquirir experiencia en este tipo de actividades profesionales.
- Analizar cuanto influye la resistencia del suelo en el tipo de cimentación adoptado.

CAPÍTULO II

MARCO TEORICO

2.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En la tesis de grado Estudio de suelos y geológicos de la línea de transmisión Baños – Puyo a 138 KV del Ing. Guerra Salazar Alfredo Fernando se llegó a las siguientes conclusiones:

“En relación a la determinación de las capacidades admisibles de trabajo del suelo (q_a) se ha empleado el método de Terzaghi por ser el más conservador de los analizados en el Capítulo VII, por lo que sus resultados son concluyentes y confiables, para las condiciones de nuestro estudio.”

“Respecto a las investigaciones tanto de campo como de laboratorio se han realizado todas las indispensables y que se realizan en nuestro medio para la determinación del trabajo admisible del suelo (q_a) en los proyectos de ingeniería y que como se había analizado en el capítulo IV literal 4.1. dependerá del tipo de proyecto y la magnitud del mismo ”

2.2 FUNDAMENTACIÓN FILOSÓFICA

La siguiente investigación se realizará por la necesidad de desarrollar un diseño adecuado para las cimentaciones que soportarán las estructuras de la línea de subtransmisión. A través de este proyecto de ingeniería eléctrica el país da un impulso en la provincia de Pastaza, con lo cual los habitantes de la provincia mejorarán su calidad de vida. Se debe dar mayor importancia a este tipo de actividades ya que de esta manera se ayudará a tener una visión más amplia y

acertada de las cosas, y conocer de una mejor manera lo que implica realizar un trabajo de esta índole.

2.3 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

En este proyecto se utilizarán las siguientes normas:

- El Código Ecuatoriano de Construcción (CEC)
- Reglamento de las construcciones de concreto reforzado ACI lo referente al capítulo 21.

2.4 CATEGORÍAS FUNDAMENTALES

SUPRA ORDINACIÓN DE LAS VARIABLES

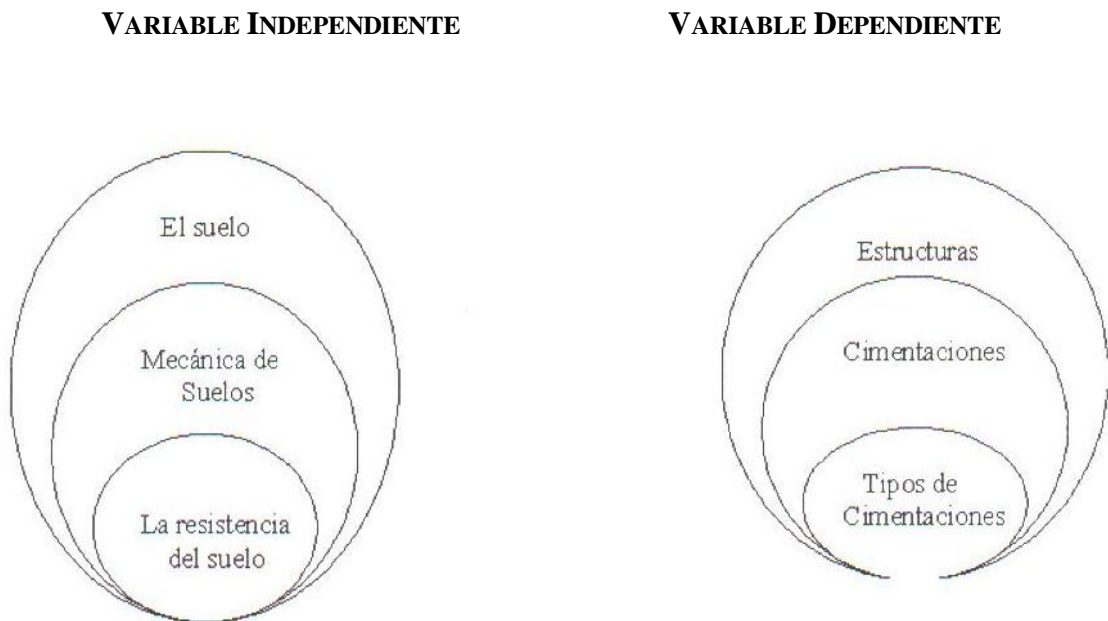


FIGURA N 01.- CATEGORIAS FUNDAMENTALES

FUENTE. EL INVESTIGADOR

2.4.1 DEFINICIÓN DE LOS TÉRMINOS

2.4.1.1. EL SUELO. Definición- Origen.- En Geología el suelo es el producto de la descomposición de la roca en el mismo sitio donde éste se encuentra y debido a

procesos de meteorización. Este producto recibe el nombre de suelo residual, y cuando conserva su textura original de la roca se llama suelo saprolítico.

En Ingeniería Civil y particularmente en Mecánica de suelos, el concepto de suelo es más amplio que geológico, pues abarca no solamente a los suelos residuales, sino también a todas las partículas transportadas y depositadas, sueltas o moderadamente cohesivas, como gravas, arenas, limos y arcillas o cualquiera de sus mezclas a veces con contenido orgánico. Incluye también grandes o pequeños bloques de roca ígnea, sedimentaria o metamórfica cementadas o no con las partículas finas. El agua contenida en el suelo juega un papel muy importante y es parte integrante del mismo. (*Mecánica de Suelos, Ing. Aníbal Ávila, Universidad Central del Ecuador, Quito 2004, 1(I) pg.*)

2.4.1.2. MECÁNICA DE SUELOS.- Es la ciencia que se encarga de la descripción, estudio y comportamiento físico-resistente del suelo frente a las variaciones de humedad y cargas aplicadas en trabajos de ingeniería civil. Incluye la exploración subterránea mediante sondeos de 0 a 60 m de profundidad y la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica en los problemas teórico-prácticos de laboratorio y de campo. (*Mecánica de Suelos, Ing. Aníbal Ávila, Universidad Central del Ecuador, Quito 2004, 1(I) pg.*)

2.4.1.3. CLASIFICACIÓN DEL SUELO.- Existen algunos autores que han intentado dar una clasificación lo más aproximada posible a la realidad. A continuación veremos la más usada llamada Sistema Unificado de clasificación de los suelos (SUCS).

Este sistema fundamentado principalmente en la experiencia divide a los suelos en dos grandes grupos:

FINOS: Suelos en donde más del 50% pasa el tamiz N° 200.

GRUESOS: Suelos donde más del 50% se retiene en el tamiz N° 200.

Para subdividir a su vez los suelos finos, una gran cantidad de éstos y en diferentes variedades, se han tratado de ubicarlos en el sistema de coordenadas IP:

versus LL. y, empíricamente se ha llegado a la conclusión de que los suelos finos se agrupan en alineamientos inclinados conforme a sus propiedades de plasticidad y compresibilidad. Dentro de esta gráfica llamada carta de plasticidad, se trazó empíricamente la línea A, que pasa por los puntos de coordenadas (20-0) y (50-22).

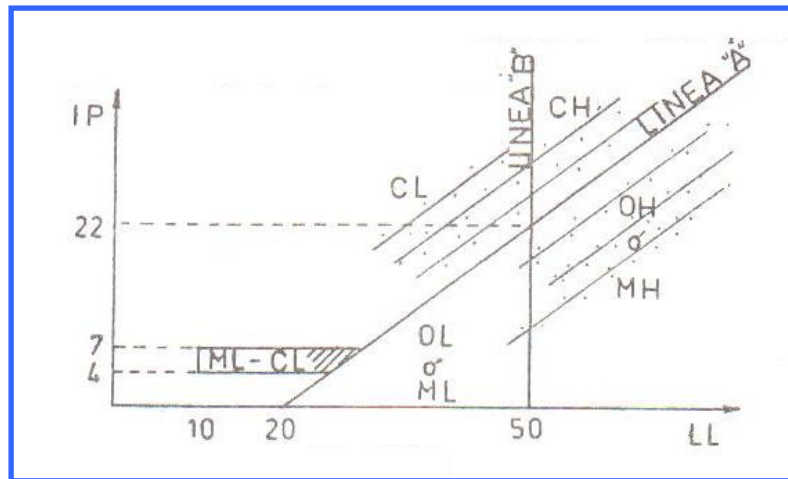


FIGURA 02. CARTA DE PLASTICIDAD

FUENTE. *Mecánica de Suelos, Ing. Aníbal Ávila, Universidad Central del Ecuador, Quito 2004*

Por encima de esta línea se ubican las arcillas que se las simboliza con la letra C del inglés Clay, por debajo de la misma, los limos y suelos orgánicos que se les simboliza con las letras M del inglés Mud y O respectivamente.

Posteriormente se trazó la línea vertical B y quedó dividida la carta de plasticidad en cuatro grandes zonas.

La línea B divide a los suelos finos en dos grupos:

Suelos Finos de alta plasticidad $LL > 50$

Suelos Finos de baja plasticidad $LL < 50$

De esta manera quedó definida la carta en seis grupos de suelos añadiendo a los anteriores las letras L o H del inglés Low y High (baja y alta plasticidad respectivamente).

Casagrande introdujo una variación, en la carta tratando de definir los suelos con índice de plasticidad entre 4 y 7 y eran suelos que constituyeron la frontera entre los CL y ML, y así todos los suelos que caen dentro de la zona rayada se llaman simplemente CL-ML.

Suelos Gruesos.-Los suelos gruesos a su vez se subdividen en dos grupos:

Gravas: más del 50% retiene el tamiz N°4

Arenas: más del 50% pasa el tamiz N°4.

Se las designa con las letras G y S del inglés Gravel y Sand respectivamente.

Tanto las gravas como las arenas pueden ser bien y pobremente graduadas y es así como a los símbolos anteriores se posponen las letras P y W del inglés poorly y well respectivamente. Se tiene de este modo los cuatro principales grupos de suelos gruesos.

GP= Gravas pobremente graduadas

GW= Gravas bien graduadas

SP= Arenas pobremente graduadas

SW= Arenas bien graduadas

Se dice que un suelo es bien graduado cuando los porcentajes que pasan y retienen la serie de tamices son proporcionalmente distribuidos. Un suelo es mal graduado cuando estos porcentajes son mal distribuidos.

A su vez los cuatro grupos pueden ser:

GC= gravas arcillosas

GM=gravas limosas

SC=arenas arcillosas

SM=arenas limosas

Con lo cual totalizan ocho grupos de suelos gruesos.

(Mecánica de Suelos, Ing. Aníbal Ávila, Universidad Central del Ecuador, Quito 2004, 31 pg.)

2.4.1.4. CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO.- La capacidad de carga de los cimientos depende en general de la configuración, resistencia al corte y compresibilidad del terreno de fundación en el sitio, en acción conjunta con los factores introducidos por la construcción y el funcionamiento de las estructuras.

Para dimensionar los cimientos en función de la magnitud de las cargas, se requiere determinar un valor de la presión media que pueda aplicarse en el contacto suelo-fundación, y que permita anticipar un comportamiento satisfactorio del cimiento. Sin embargo, debe considerarse la posible incidencia de condiciones relativas a la ubicación y profundidad de la fundación o de cualquiera de los factores determinantes de su tipo y diseño. Esta presión, que se acostumbra denominar presión portante permisible, constituye una medida de la capacidad de carga del suelo de soporte de un sitio dado.

Los métodos analíticos de la geotecnia permiten cuantificar ciertos factores, pero pueden sugerir condiciones no cuantificables que requieren la aplicación del buen juicio del ingeniero. Desde el punto de vista del diseño deben considerarse los dos siguientes criterios generales:

- (1) Que no se presenten movimientos en la fundación nocivos a la estabilidad y el buen funcionamiento de la estructura.
- (2) Dentro de las limitaciones impuestas por los recursos técnicos y económicos, disponibles para investigar las características del terreno, deben aplicarse en forma equilibrada los criterios de seguridad y economía.

(Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996, 159 pg.)

2.4.1.5. TEORÍA DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI.-

Terzaghi (1943) fue el primero en presentar una teoría completa para evaluar la capacidad de carga última de cimentaciones superficiales rugosas. De acuerdo con ésta, una cimentación es superficial si la profundidad D_f (fig.3), de la cimentación es menor o igual que el ancho de la misma. Sin embargo, investigadores posteriores sugieren que cimentaciones con D_f igual a 3 o 4 veces el ancho de la cimentación pueden ser definidas como cimentaciones superficiales.

Terzaghi sugirió que para una cimentación corrida (es decir, cuando la relación ancho entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de falla en el suelo bajo carga última puede suponerse similar a la mostrada en la figura 03.

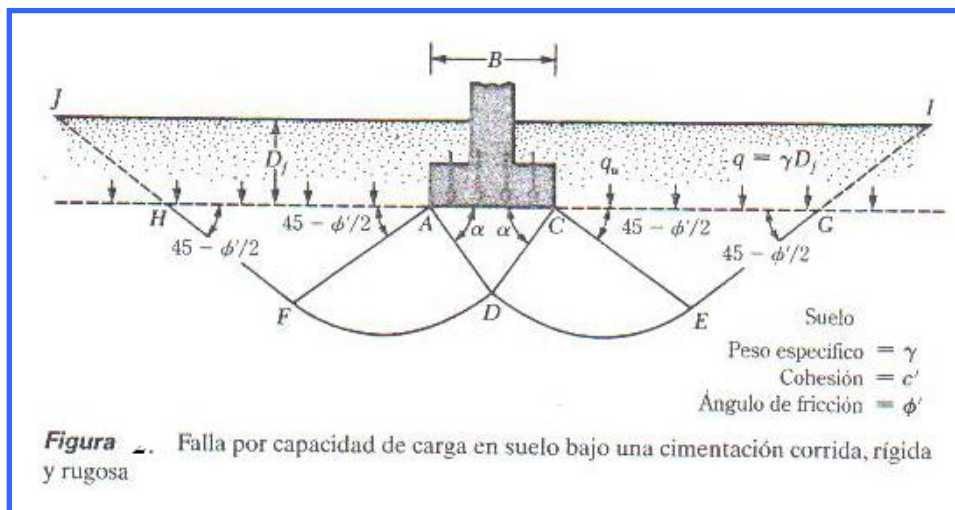


FIGURA N 03 FALLA POR CAPACIDAD DE CARGA EN SUELO BAJO UNA CIMENTACION CORRIDA, RIGIDA Y RUGOSA.

FUENTE. Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996

El efecto del suelo arriba del desplante de la cimentación puede también suponerse reemplazado por una sobrecarga equivalente $q = \gamma D_f$ (donde γ = peso específico del suelo). La zona de falla bajo la cimentación puede separarse en tres partes (véase fig.3):

1. La zona triangular ADC inmediatamente debajo de la cimentación
2. Las zonas de cortes radiales ADF y CDE, con las curvas DE y DF como arcos de una espiral logarítmica.
3. Dos zonas pasivas de Rankine triangulares AFH y CEG.

Se supone que los ángulos CAD y ACD son iguales al ángulo de fricción del suelo Φ . Observe que, con el reemplazo del suelo arriba del desplante de cimentación por una sobrecarga equivalente q , se despreció la resistencia de corte del suelo a lo largo de las superficies de falla GI y HJ.

Usando el análisis de equilibrio, Terzaghi expresó la capacidad de carga última en

la forma:
$$q_u = cN_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma \quad (\text{Cimentación corrida}) \quad (1)$$

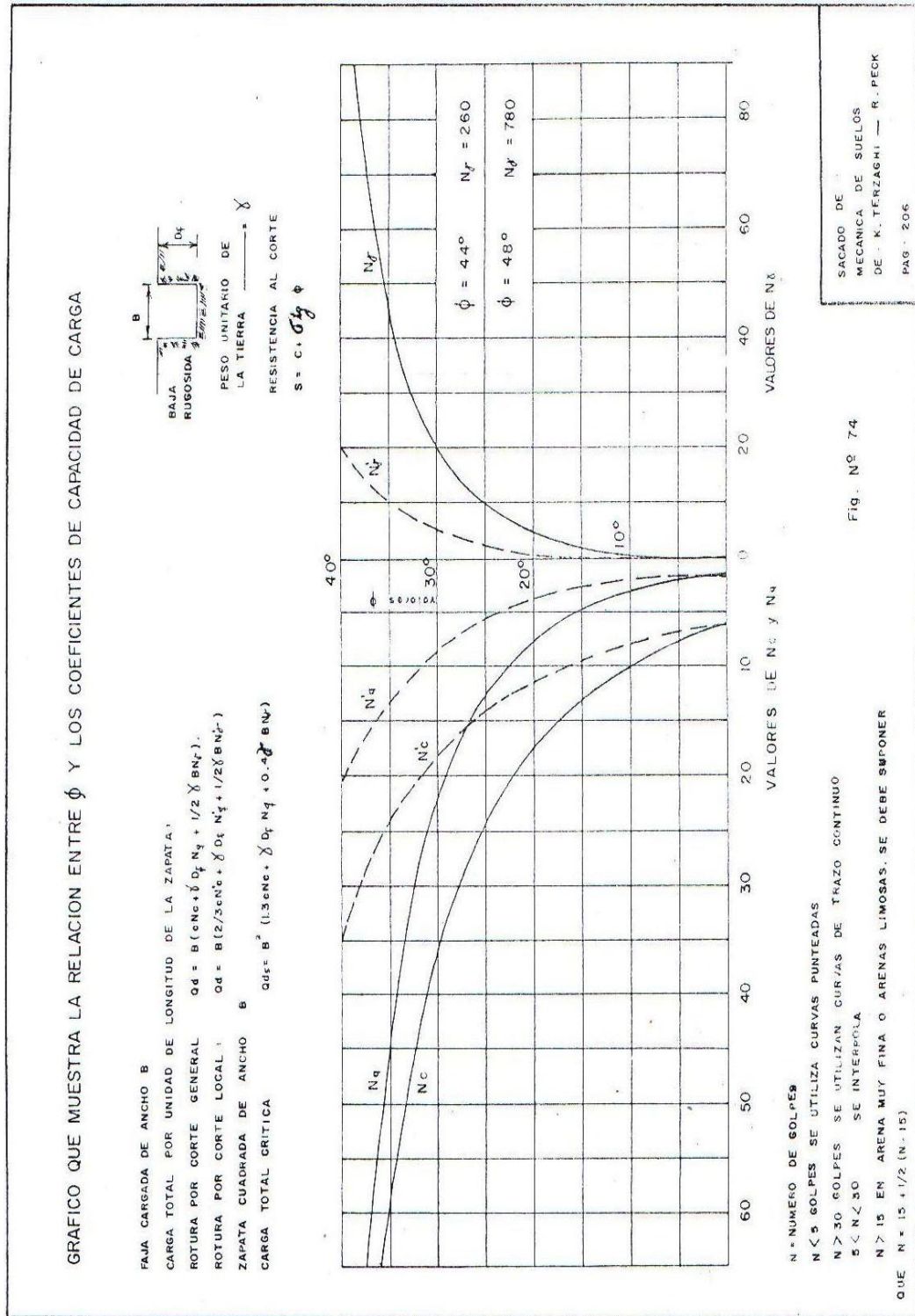
Donde c = cohesión del suelo

γ = peso específico del suelo

$$q = \gamma D_f$$

N_c, N_q, N_γ = Factores de capacidad de carga adimensionales que están únicamente en función del ángulo Φ de fricción del suelo.

FIGURA N.- 04 RELACION ENTRE ϕ Y LOS COEFICIENTES DE CAPACIDAD DE CARGA



FUENTE.- Mecánica de Suelos Ing. Aníbal Ávila febrero del 2004

Las variaciones de los factores de capacidad de carga definidos por las ecuaciones se dan en la tabla 1.

Para estimar la capacidad de carga última de cimentaciones cuadradas o circulares, la ecuación (1) puede modificarse a

$$q_u = 1.3cN_c + qN_q + 0.4\gamma BN_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada}) \quad (5)$$

Tabla 1 Factores de capacidad de carga de Terzaghi; ecuaciones (2), (3) y (4)

ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a	ϕ'	N_c	N_q	N_γ^a
0	5.70	1.00	0.00	26	27.09	14.21	9.84
1	6.00	1.1	0.01	27	29.24	15.90	11.60
2	6.30	1.22	0.04	28	31.61	17.81	13.70
3	6.62	1.35	0.06	29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.10	30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14	31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.20	32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2.00	0.27	33	48.09	32.23	31.94
8	8.60	2.21	0.35	34	52.64	36.50	38.04
9	9.09	2.44	0.44	35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56	36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69	37	70.01	53.80	65.27
12	10.76	3.29	0.85	38	77.50	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04	39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26	40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52	41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82	42	119.67	108.75	171.99
17	14.60	5.45	2.18	43	134.58	126.50	211.56
18	15.12	6.04	2.59	44	151.95	147.74	261.60
19	16.56	6.70	3.07	45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64	46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31	47	224.55	241.80	512.84
22	20.27	9.19	5.09	48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6.00	49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.40	7.08	50	347.50	415.14	1 072.80
25	25.13	12.72	8.34				

^aSegún Kumbhojkar (1993)

TABLA. 01 FACTOR DE CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI

FUENTE. *Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. das, 5ta. Ed., California State University, Sacramento*

$$y_{qu} = 1.3cNc + qNq + 0.6\gamma BN\gamma \quad (\text{cimentación circular}) \quad (6)$$

En la ecuación (5), B es igual a la dimensión de cada lado de la cimentación; en la ecuación (6), B es igual al diámetro de la cimentación. (*Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. das, 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 126 pg.*)

2.4.1.6.-MÓDULO O COEFICIENTE DE BALASTO.- El concepto de módulo de Balasto fue introducido inicialmente por Emil Winkler en 1867 y ampliamente utilizado por H. Zimmerman en 1888 como aplicación práctica al análisis en rieles para ferrocarril, los cuales descansan sobre una capa de grava especialmente acondicionada denominada balasto.

Los coeficientes de balasto, que intervienen en el estudio y diseño de hormigones en medio elástico no son magnitudes fácilmente medibles ni tabulables, por cuanto dependen de un número elevado de variables, dimensiones del área cargada, heterogeneidad de los estratos, magnitud y duración de las cargas, etc.

Se define al módulo de balasto K como la reacción del suelo en Kg/cm³, cuando se aplica una deformación de 1 cm. de acuerdo a esta definición la expresión general será:

$$K = \frac{P}{y} \quad (1)$$

En donde K= representa el módulo de balasto en Kg/cm³

p = representa la reacción o presión en el suelo en Kg/cm²

y = representa la deformación o deflexión del suelo en cm.

La teoría se basa en admitir las siguientes propiedades para K:

- a) El valor de K es independiente del valor de la presión p, o sea que la relación (1) es lineal.

- b) El valor de K es constante en toda la superficie del suelo sometida a presión por la fundación.

Experimentalmente se ha comprobado que ambas propiedades supuestas para K no son rigurosamente ciertas, pero sin embargo los resultados de la teoría han demostrado ser razonables. En todo caso es de importancia fundamental la determinación del módulo K.

Valores del coeficiente de Balasto según Terzaghi:

Tabla N.- 02 COEFICIENTE DE BALASTO SUELOS GRANULADOS (T/M3)

COEFICIENTE DE BALASTO SUELOS GRANULARES (T/M3)			
TIPO DE SUELO	DENSIDAD RELATIVA		
	BAJA	MEDIA	ALTA
Arena seca o húmeda (Valores límites)	600-2000	2000-10000	10000-32000
Arena seca o húmeda (Valores sugeridos)	1200	4000	16000
Arenas sumergidas (Valores sugeridos)	800	2500	9500

Fuente. Notas de clase Obras Civiles, Ing. Carlos de la Torre

Tabla N.- 03 COEFICIENTE DE BALASTO PARA ARCILLAS PRECONSOLIDADAS (T/M3)

COEFICIENTE DE BALASTO PARA ARCILLAS PRECONSOLIDADAS (T/M3)			
	CONSISTENCIA		
	MEDIA	DURA	MUY DURA
Esfuerzo Admisible	20	20-40	40 y más
Valores límites	1600-3200	3200-6400	6400
Valores sugeridos	2400	4800	9500

Fuente. Notas de clase Obras Civiles, Ing. Carlos de la Torre

Tabla N.- 04 VALORES DEL COEFICIENTE DE BALASTO SEGÚN WOLFER:

TIPO DE SUELO	K
Turba ligera y terreno pantanoso	500 - 1000
Turba pesada y terreno pantanoso	1000 - 1500
Arena fina de playa	1000 - 2000
Para rellenos de limos, arena, grava	2000 - 3000
Para arcilla mojada	4000 - 5000
Para arcilla seca	6000 - 8000
Para arcilla seca endurecida	10000
Para limo compactado con arena y pocas piedras	8000 - 10000
Para limo compactado con arena y muchas piedras	10000 - 12000
Para una grava menudo con mucha arena fina	8000 - 10000
Para grava media con arena fina	10000 - 12000
Para grava media con arena gruesa	12000 - 15000
Para grava gruesa con arena gruesa	15000 - 20000
Para grava gruesa con poca arena	15000 - 20000
Para grava media con poca arena y muy compactadas	20000 - 25000

Fuente. Notas de clase Obras Civiles, Ing. Carlos de la Torre.

2.4.1.7. MÓDULO DE RIGIDEZ G.- Módulo de rigidez (o módulo de corte) es el coeficiente de elasticidad para una fuerza de cizallamiento. Se define como "la relación de esfuerzo cortante para el desplazamiento por unidad de longitud de la muestra (deformación por esfuerzo cortante)". Puede ser determinado mediante la siguiente expresión:

$$G = \frac{1}{2} \times \frac{E}{(1 + \gamma)}$$

Donde: G = módulo de rigidez (T/m²).

E = módulo de Young o de Elasticidad (T/m²)

γ = Coeficiente de Poisson ($\sigma > 0$, sin unidades)

([http:// www.portaleso.com/portaleso/trabajos/.../ELASTICIDAD.doc](http://www.portaleso.com/portaleso/trabajos/.../ELASTICIDAD.doc))

2.4.1.8. CIMENTACIÓN.- Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales cuya misión es transmitir las cargas de la edificación al suelo. Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que los pilares o muros que soportará, el área de contacto entre el suelo y la cimentación será proporcionalmente más grande que los elementos soportados (excepto en suelos rocosos muy coherentes).

La cimentación es importante porque es el grupo de elementos que soportan a la superestructura; para lo cual se utiliza la llamada zapata de cimentación, esta divide las cargas de la edificación en partes iguales de manera que ninguna exceda a la otra, esto solamente no se da cuando se trata de un terreno de piedra. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>)

2.4.1.9. TIPOS DE CIMENTACIÓN.-

Los cimientos pueden clasificarse en cimentaciones propiamente dichas, anclajes y muros-pantalla. Las primeras transmiten al terreno principalmente esfuerzos de compresión y momentos flectores y se dividen atendiendo a su profundidad, contada siempre desde la línea de cota de la obra, en directas o superficiales, cimentaciones en pozo y cimentaciones profundas. Los anclajes transmiten tensiones de tracción. Conceptualmente, los muros-pantalla destinados a la contención de tierras en excavaciones de sótanos suelen considerarse dentro de la categoría de las cimentaciones aunque su función primordial no sea la transmisión de esfuerzos al terreno. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>)

2.4.1.9.1. CLASIFICACIÓN DE CIMENTACIONES:

Estas pueden ser superficiales, profundas y especiales.

- **Superficiales**

Son superficiales cuando transmiten la carga al suelo por presión bajo su base sin rozamientos laterales de ningún tipo. Un cimiento es superficial cuando su anchura es igual o mayor que su profundidad. Engloban las zapatas en general y

las losas de cimentación. Los distintos tipos de cimentación superficial dependen de las cargas que sobre ellas recaen.

Puntuales: zapatas aisladas: aislada, centrada, combinada, medianera, esquina

Lineales: zapatas corridas: bajo muro, bajo pilares, bajo muro y pilares

Superficiales: losas de cimentación

- **Profundas:**

Son profundas aquellas que transmiten la carga al suelo por presión bajo su base, pero pueden contar, además, con rozamiento en el fuste.

Ejemplos: cimentación a base de pilotes

Generalmente, toda construcción sufre un asentamiento en mayor o menor grado, el cual dependiendo de lo adecuado que haya sido el estudio de la mecánica de suelo y la cimentación escogida. No obstante, un asentamiento no causará mayores problemas cuando el hundimiento sea uniforme y se hayan tomado las debidas precauciones para ello. Sin embargo, en las cimentaciones aisladas y en las corridas, con frecuencia aparecen hundimientos diferenciales más pronunciados en el centro de la construcción. Esto se debe principalmente a la presencia de los bulbos de presión y a la costumbre generalizada de mandar mayores cargas en la parte central de la edificación. (<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3284/7/53977-7.pdf>)

2.4.1.10. REQUISITOS BÁSICOS PARA UNA CIMENTACIÓN SATISFACTORIA.- Es usual concebir ciertos patrones de comportamiento esperado como conceptos orientados al diseño de las obras. El estado actual de los conocimientos en fundaciones y análisis geotécnico señala que las fundaciones deben cumplir un mínimo de requisitos, si se espera un comportamiento satisfactorio bajo la acción de cargas a lo largo de su vida útil. Estos requisitos pueden considerarse como básicos, si se tiene en cuenta que prácticamente constituyen el punto de partida para fijar criterios conducentes a su evaluación, análisis, diseño y programación. Dichos requisitos dependen en general de las

condiciones de la estructura y del suelo portante, actuando conjuntamente. Es frecuente que el suelo sea el principal factor en el comportamiento del sistema; sin embargo, el efecto de interacción suelo-estructura puede llegar a ser dominante. Los requisitos indicados a continuación se encuentran en su sentido esencial parcial o totalmente incluidos en tratados, normas y códigos de construcción.

- (1) La cimentación debe ser apropiadamente localizada o protegida respecto a cualquier potencial influencia que puede afectar nocivamente su comportamiento y atentar contra la permanencia de las condiciones asumidas en el diseño.
- (2) La cimentación y el suelo portante deben ser estables y seguros respecto a fallas asociadas a la acción de las cargas.
- (3) La cimentación no debe asentarse o reflectarse en una magnitud tal que deteriore la estructura o limite su utilidad.
- (4) La cimentación y los procesos constructivos asociados no deben afectar estructuras vecinas o desestabilizar el medio en el cual quede emplazada.
(Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996, 136 pg.)

2.4.1.11. ZAPATAS AISLADAS.- Las zapatas aisladas son bloques de hormigón armado de planta cuadrada o rectangular. Normalmente soportan un único pilar salvo en casos excepcionales, por ejemplo cuando por motivos de la longitud de la sección del edificio se requiere duplicar la estructura en algún punto para establecer juntas de dilatación. Se utilizan cuando el terreno es firme, con presiones medias altas y se esperan asientos diferenciales reducidos.

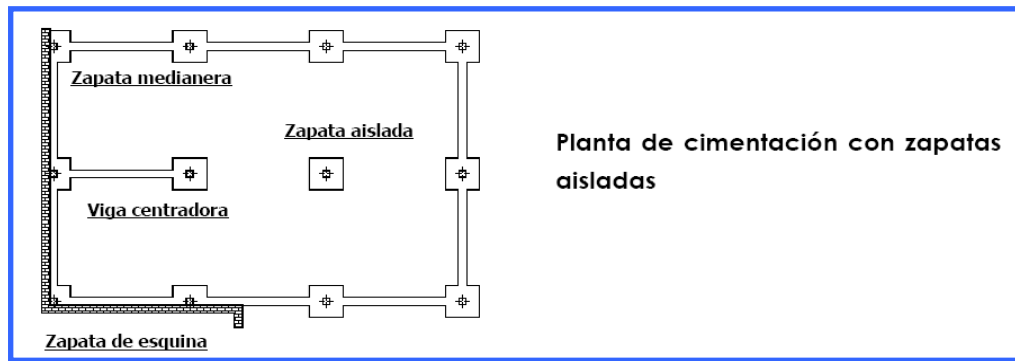


FIGURA N.- 05 PLANTA DE CIMENTACIÓN CON ZAPATAS AISLADAS

FUENTE. *Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela Colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996,*

Cuando las zapatas sufran una elevada excentricidad en una o las dos direcciones principales (soportes medianeros y de esquina) es necesaria la disposición de vigas centradoras o de atado entre las zapatas con objeto de disminuir los momentos aplicados. En todo caso, resulta conveniente la disposición de estos elementos en el perímetro de la cimentación al objeto de disminuir la incidencia de los asientos diferenciales.

(http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036794)

2.4.1.12. ZAPATA AISLADA CUADRADA.- La zapata aislada comúnmente se utiliza para transportar la carga concentrada de una columna cuya función principal consiste en aumentar el área de apoyo en ambas direcciones.

En general, su construcción se aconseja cuando la carga de la columna es aproximadamente 75% más baja que la capacidad de carga admisible del suelo. Se recomienda que la zapata aislada deba emplearse cuando el suelo tenga una capacidad de carga admisible no menor de 10000 kg/m², con el fin de que sus lados no resulten exageradamente grandes.

El cálculo de estas zapatas se basa en los esfuerzos críticos al que se encuentran sometidas, pero su diseño lo determinan el esfuerzo cortante de penetración, la compresión de la columna sobre la zapata, el esfuerzo de flexión producido por la presión ascendente del suelo contra la propia zapata, los esfuerzos del concreto en

el interior de la zapata, así como el deslizamiento o falta de adherencia del acero con el concreto.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_c_jc/capitulo3.pdf

2.4.1.13. ZAPATA AISLADA RECTANGULAR

Las zapatas aisladas rectangulares son prácticamente iguales a las cuadradas; ambas trabajan y se calculan en forma similar y se recomiendan en aquellos casos donde los ejes entre columnas se encuentran limitados o demasiado juntos.

Por su forma rectangular presenta dos secciones críticas distintas para calcular por flexión. En zapatas que soporten elementos de concreto, será el plomo vertical tangente a la cara de la columna o pedestal en ambos lados de la zapata.

En zapatas aisladas rectangulares en flexión en dos direcciones, el refuerzo paralelo al lado mayor se distribuirá uniformemente.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_c_jc/capitulo3.pdf

2.4.1.14. ZAPATA AISLADA DESCENTRADAS

Las zapatas aisladas descentradas tienen la particularidad de que las cargas que sobre ellas recaen, lo hacen en forma descentrada, por lo que se producen unos momentos de vuelco que habrá de contrarrestar. Pueden ser de medianería y de esquina.

Las formas de trabajo se solucionan y realizan como la zapata aislada con la salvedad de la problemática que supone el que se produzcan momentos de vuelco, debido a la excentricidad de las cargas. Algunas de las soluciones para evitar el momento de vuelco sería utilizando una viga centradora o bien vigas o forjados en planta primera. Utilizando viga centradora, ésta a través de su trabajo a flexión, tiene la misión de absorber el momento de vuelco de la zapata descentrada. Deberá tener gran inercia y estar fuertemente armada.

Con vigas o forjados en primera planta, para centrar la carga podemos recurrir a esta opción. La viga o forjado deberá dimensionarse o calcularse para la

combinación de la flexión propia más la tracción a la que se ve sometida con el momento de vuelco inducido por la zapata.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_c_jc/capitulo3.pdf

2.4.1.15. VIGAS DE CIMENTACION

Una viga de cimentación es un elemento estructural que se emplea en suelos de baja resistencia a fin de integrar en forma lineal la cimentación de varios pilares.

Las vigas de cimentación integran los pilares por medio de vigas en dos direcciones, pudiendo formar una malla de cimentación.

Las vigas de cimentación se dan cuando por la importancia de las cargas resulten las zapatas de cimentación con dimensiones tales que queden muy próximas unas con otras, entonces es conveniente emplear otro tipo de cimentación tal como lo dan las vigas de cimentación. Este tipo de cimentación consiste en unir las bases de las columnas con vigas de concreto, que pueden ser de sección rectangular o en "T". En la cimentación por medio de vigas la carga de cada columna se considera repartida por igual en todas las vigas concurrentes a la misma, y como carga de cada viga se toma aquella formada por la suma de las dos cargas transmitidas por las columnas que sustenta. En este tipo de cimentación estas vigas si absorben los momentos que transmiten las columnas y también se considera la reacción del suelo sobre ella.

Las vigas de cimentación se utilizan para disminuir los momentos en las cimentaciones y generar estabilidad en zapatas asiladas.

Los valores de diseño corresponden a los cortes y momentos que se generan en los extremos de los elementos de conexión. Normalmente no se considera el aporte del suelo, debido a que se genera zonas donde se remueve el terreno y no se tiene fiabilidad del grado de compactación y del módulo de balasto del suelo.

Las vigas de cimentación pueden ser unidireccionales y bidireccionales o parrillas de cimentación.

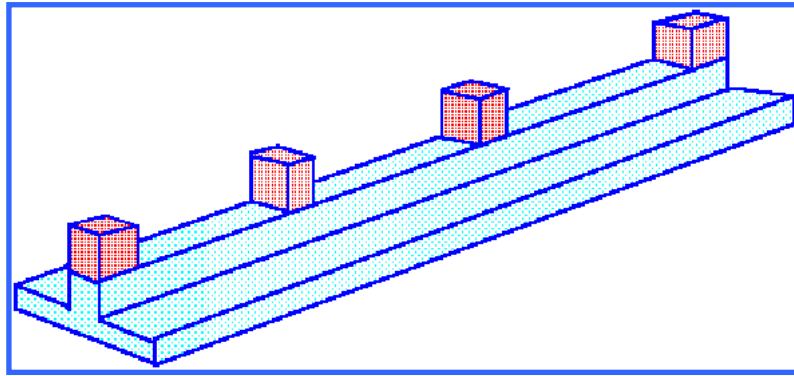


FIGURA. 06 VIGAS DE CIMENTACION

FUENTE.http://www.mapfre.com/documentacion/público/i18n/catálogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036794),(<http://publiespe.espe.edu.ec/académicas/hormigón/hormigón08-a.htm>

En la parrilla de cimentación, la estructura se asienta en una única cimentación constituida por un conjunto de zapatas corridas dispuestas en forma de retícula ortogonal. Este tipo de cimentación se emplea cuando la capacidad portante del terreno es escasa o cuando presenta una elevada heterogeneidad, lo que hace prever que puedan producirse asientos diferenciales importantes que constituyan un riesgo elevado para la integridad del edificio.

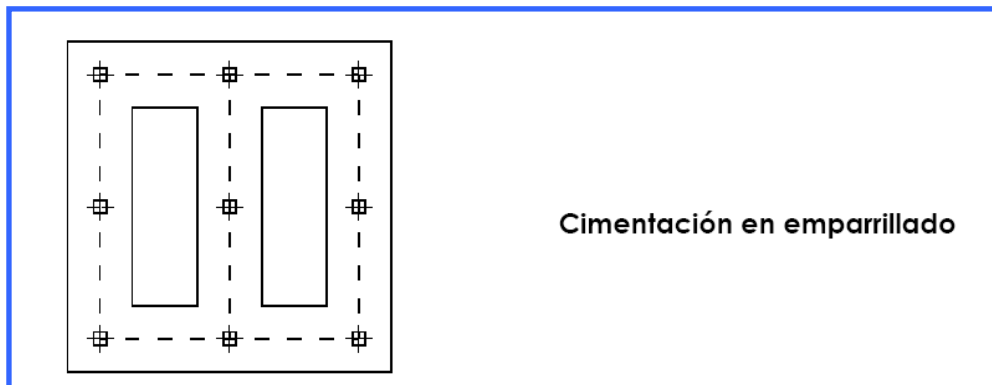


FIGURA N.- 07 CIMENTACIÓN EN EMPARRILLADO

FUENTE.http://www.mapfre.com/documentación/público/i18n/catálogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036794),(<http://publiespe.espe.edu.ec/académicas/hormigón/hormigón08-a.htm>

2.1.4.16. VIGAS DE CIMENTACIÓN EN MEDIO ELÁSTICO

Existen varios métodos de solución:

- Método tradicional.
- Método matricial: Solución de un sistema de matrices (Ecuación diferencial de la Elástica)
- Elementos Finitos
- Diferencias Finitas

Nomenclatura:

K = Módulo o coeficiente de balasto en Kg. /cm³

P = Reacción o presión del suelo en Kg. /cm²

Y = Deformación o deflexión del suelo en cm

λ = Longitud característica

E = Módulo de elasticidad del concreto

I = Inercia de la sección con la que trabaja

B = Ancho de la sección

L = Longitud de la viga de la cual se calcula la sección; longitud de vano o de cada tramo

$$P = K \cdot y$$

Donde: P = presión

y = deflexión

Debe cumplirse que la presión sea menor o igual al Esfuerzo admisible del suelo.

$$P \leq q_{adm.}$$

En el método tradicional de solución tenemos:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{K \cdot B}{4EI}}$$

En el método matricial de solución tenemos:

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KB}}$$

(Notas de clase Obras Civiles, Ing. Carlos de la Torre.)

2.1.4.17. LOSAS DE CIMENTACIÓN

Una losa de cimentación se define como una estructura que puede soportar varias columnas o muros al mismo tiempo. Se emplean cuando la capacidad de carga del suelo es muy baja y las zapatas aisladas resultan demasiado grandes y juntas para ser una opción viable. *(Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.)*

2.1.4.18. TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACIÓN

Las losas de cimentación, algunas veces llamada placa de cimentación, es una zapata combinada que puede cubrir el área entera bajo una estructura que soporta varias columnas o muros. Las losas de cimentación se prefieren a veces en suelos que tienen poca capacidad de carga, pero que tienen que soportar cargas grandes de columnas o muros. Bajo ciertas condiciones, las zapatas aisladas tendrían que cubrir más de la mitad del área de construcción, y entonces las losas de cimentación podrían ser más económicas. Actualmente se usan varios tipos de losas de cimentación. Algunos de los tipos comunes se muestran esquemáticamente en la figura 7. Incluyen las siguientes:

1. Losa plana (figura 7.a). La losa tiene espesor uniforme.
2. Losa plana engrosada bajo las columnas. (Figura 7.b.)

3. Losa emparrillada (figura 7.c). Las vigas corren en ambos sentidos y las columnas se ubican en las intersecciones de las vigas.

4. Losa plana con pedestales (figura 7.d)

5. Losa con muretes integrados para sótano o cajón de cimentación (figura 7.e).

Los muretes trabajan como atiesadores de la losa.

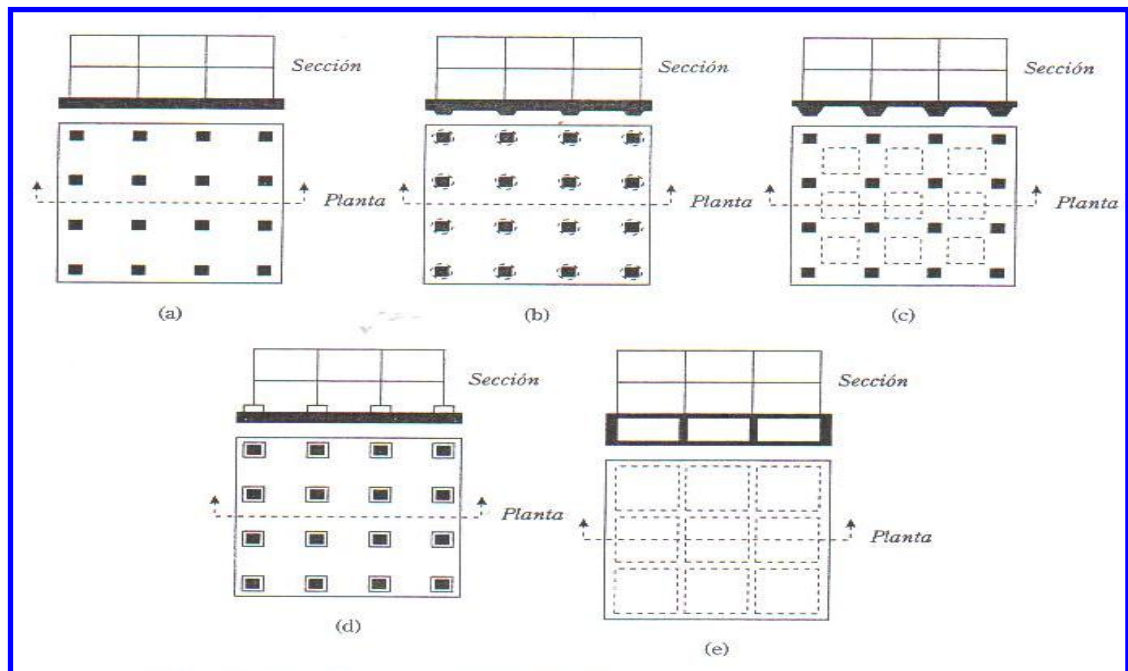


FIGURA N 08. TIPOS COMUNES DE LOSAS DE CIMENTACION

FUENTE. *Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.*

2.4.1.19. CIMENTACION TIPO PILA

En la ingeniería de cimentaciones el término “pila” tiene dos significados diferentes. De acuerdo a uno de sus usos, una pila es un miembro estructural subterráneo que tiene la función que cumple una zapata, es decir, transmitir la carga a un estrato capaz de soportarla, sin peligro de que falle ni de que sufra un asentamiento excesivo. Sin embargo en contraste con una zapata, la relación de la profundidad de la cimentación al ancho de la base de las pilas es usualmente

mayor que cuatro, mientras que para las zapatas, esta relación es comúnmente menor que la unidad.

De acuerdo con su segundo uso, una pila es el apoyo, generalmente de concreto o de mampostería para la superestructura de un puente.

Las pilas de cimentación son elementos de concreto armado de más de 0.80 m de diámetro que se cuelan en el lugar. Los mecanismos de falla que se presentan en una cimentación a base de pilas de cimentación son los mismos que los correspondientes a las cimentaciones a base de pilotes de punta. El diámetro de la pila generalmente es lo suficientemente grande para que una persona pueda entrar a inspeccionar.

El uso de cimentaciones con pilas tiene varias ventajas:

- Se puede usar una sola pila en vez de un grupo de pilotes con cabezal.
- Como la base de la pila puede ampliarse, ésta proporciona una gran resistencia a cargas de tensión o levantamiento.
- La construcción de pilas utiliza generalmente equipo móvil, que bajo condiciones apropiadas del suelo, resulta más económico que los métodos usados para la construcción de cimentaciones con pilotes. (*Ingeniería de Cimentaciones, Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn, 2da. Ed., México, 267 pg.*)

2.4.1.20. TIPOS DE PILAS

Las pilas se clasifican según la manera en que se diseñan para transferir la carga estructural al subsuelo. La figura 8 muestra una pila recta, que atraviesa la carga superior del suelo pobre y su punta descansa sobre un estrato resistente de suelo o roca con alta capacidad de carga.

Una pila acampanada consiste en una pila recta con una campana en el fondo que descansa sobre un suelo resistente. La campana se puede construir con forma de domo o de cono. Para campanas de cono, las herramientas o cortadores comerciales disponibles pueden formar ángulos de 30° a 45° con la vertical. Para

la mayoría de las pilas construidas en Estados Unidos la capacidad total de carga se asigna solamente a la carga en la punta, sin embargo bajo ciertas circunstancias también se considera la resistencia por fricción.

Las pilas no acampanadas en su base también pueden extenderse hasta un estrato subyacente de roca. En el cálculo de la capacidad de carga de tales pilas, el esfuerzo cortante y el de carga desarrollados a lo largo del perímetro de la pila y en la interfaz con la roca pueden tomarse en consideración.

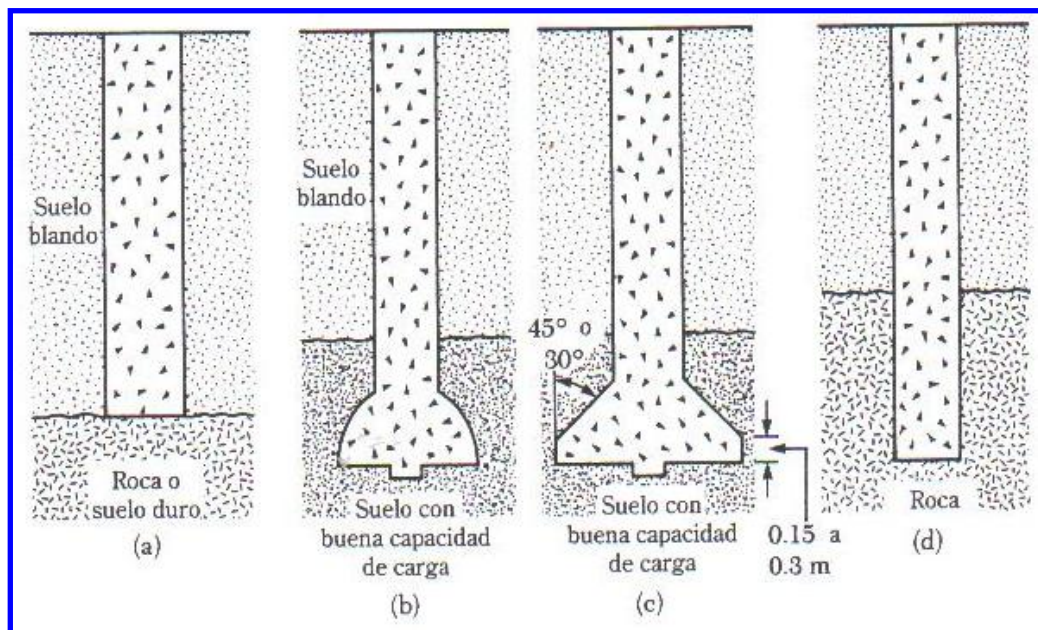


FIGURA N 09. TIPOS DE PILAS (a) PILA RECTA, (b) y (c) PILA ACAMPANADA (d) PILA RECTA EMPOTRADA EN ROCA

FUENTE. Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.)

2.4.1.21. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE.- Las estructuras inicialmente estaban constituidas por postes o reticulados metálicos que por su tamaño se empotraban en bloques cúbicos o escalonados de hormigón sin armar (figuras 9 a y b).

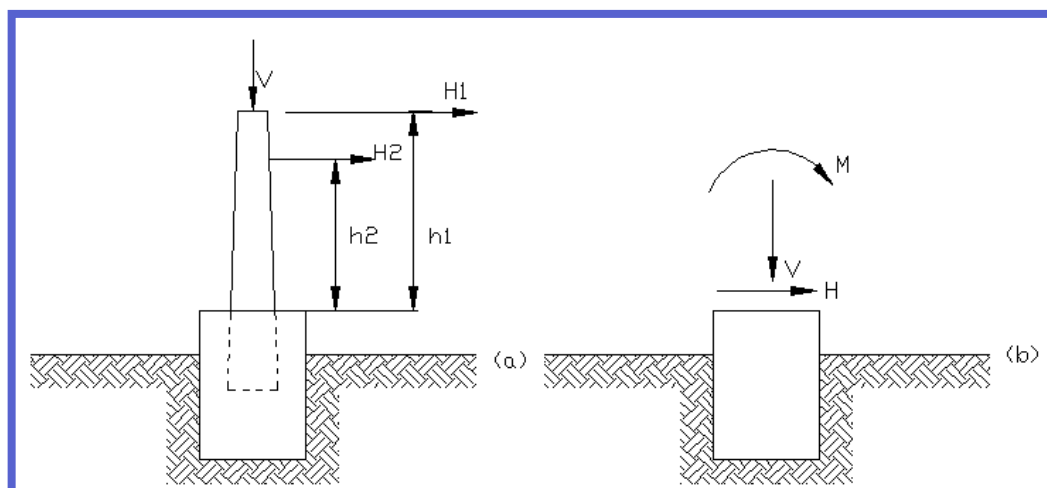


FIGURA N 10.CIMENTACION MONOBLOQUE

FUENTE.WWW.FUNDACIONESYTIPOS.COM.VE

El proyecto de estos macizos de fundación, se basa en el análisis del empotramiento de un sólido inmerso en una masa de suelo y sometido a un momento de vuelco (figuras 9a y 9b). Este enfoque llevó a la elaboración de métodos, todos ellos con las características de clasificar el terreno de fundación en terrenos típicos de propiedades físico – mecánicas definidas (roca, arena, arcilla).

Una clasificación más elaborada es la correspondiente a agrupar a los terrenos de acuerdo a su consistencia o su compacidad y se les asigna valores medios de las propiedades mecánicas fundamentales (cohesión, ángulo de fricción y densidad).

La fundación monobloque debe cumplir las siguientes condiciones:

- a) Adecuada seguridad al vuelco
- b) Inclinación máxima de los soportes y consecuentemente del macizo de fundación.

La condición de seguida (a), es definitiva para el proyecto de cimientos superficiales con empotramiento débil (figura 10a). En este caso el peso del cimiento más el peso del suelo gravante sobre aquel, debe estabilizar el momento de vuelco.

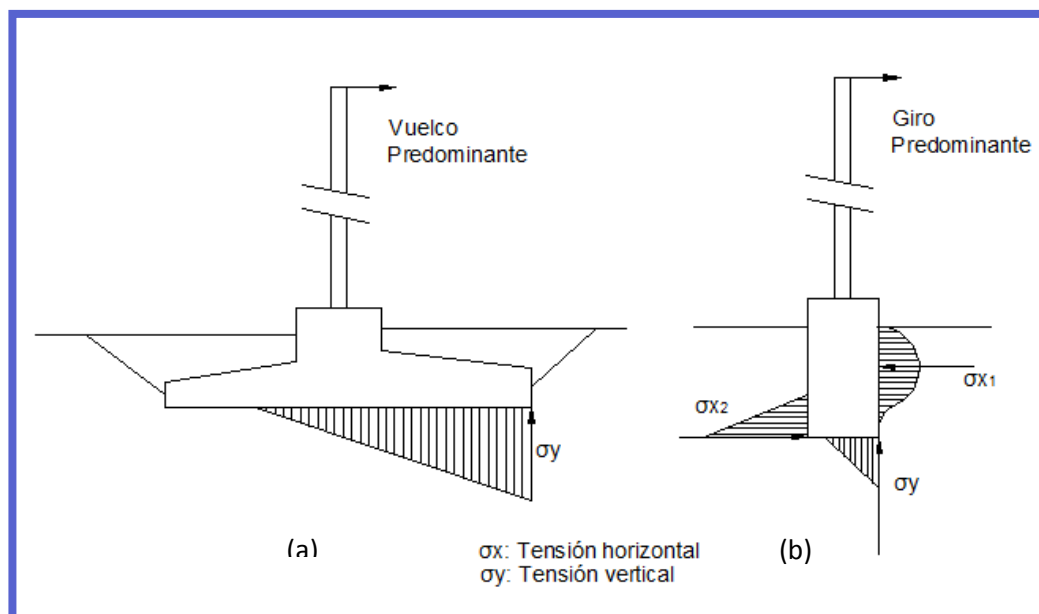


FIGURA 11. Condición de seguridad y giro máximo de monoblock.

FUENTE. WWW.FUNDACIONESYTIPOS.COM.VE

La condición de giro máximo (b), límite para el cual se supone al suelo con respuesta elástica, es la condición predominante en el diseño de macizos profundos (figura 10b), donde la seguridad está garantizada por el empotramiento en el suelo circundante.

Para resistir el momento de vuelco que producen las fuerzas horizontales, es conveniente proyectar un monobloque del tipo b (Figura 10) con un nivel freático máximo adecuadamente alejado del nivel de apoyo. En esas condiciones es conveniente aumentar su profundidad en lugar de ensanchar sus lados.

Hasta hace poco tiempo, la investigación geotécnica realizada en la traza de la línea se reducía a ejecutar un ensayo de penetración y determinar el nivel freático en correspondencia con cada estructura de retención (un ensayo cada 10 estructuras aproximadamente), luego se asignaba las características geotécnicas del lugar en estudio a las estructuras más cercanas ubicadas entre retenciones adyacentes. En la actualidad, la investigación del subsuelo se ha extendido a cada punto de implantación de una estructura soporte.

Las cimentaciones de bloque único o monobloques se pueden calcular con el método de Sulzberger que es particularmente apropiado cuando el suelo presenta resistencia lateral y de fondo con fundaciones profundas; o con el método de Mohr, que se adapta a terrenos con resistencia lateral, con bases anchas.

2.5. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE

- La resistencia del suelo.

2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

- Tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MODALIDAD BÁSICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. POR EL OBJETO

La investigación será de tipo aplicada debido a que los resultados obtenidos servirán para determinar el tipo de cimentación adecuado para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta.

3.1.2. POR EL LUGAR

La investigación será de campo y de laboratorio:

-De campo, la cual permitirá recolectar datos específicos y necesarios para el desarrollo de la investigación tales como: muestras de suelo, recolección de datos, etc.

-De laboratorio que arrojará resultados de las muestras obtenidas en el campo, los mismos que serán de gran importancia para determinar la resistencia del suelo del sector.

3.1.3. POR EL TIEMPO

La investigación será descriptiva que permita conocer con exactitud el tipo de suelo que existe en el sector en donde se ubicará la línea de subtransmisión.

3.2. NIVEL O TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.2.1. NIVEL EXPLORATORIO

En este primer nivel se generará un estudio poco estructurado de la resistencia del suelo y la incidencia en el tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 kv Puyo-Mushullacta, para lo cual se sondeará el problema planteado con la ayuda del reconocimiento de las variables, las mismas que son:

-La variable independiente: La resistencia del suelo.

-La variable dependiente: Tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta.

3.2.2. NIVEL DESCRIPTIVO

Para este nivel de investigación se determinarán preguntas directrices al problema por medio de las cuales podremos obtener los resultados necesarios para analizar a fondo el mismo, y de esta manera definir que la resistencia del suelo incide en el diseño de un tipo de cimentación adecuado.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

En este proyecto no se determinará una muestra estadística, se lo hará de una forma tentativa ya que por la extensión del lugar de ubicación del proyecto se vuelve infinito el número de muestras que pueden ser utilizadas.

Por lo tanto se tomarán muestras de suelo del lugar de ubicación de las torres de la línea de subtransmisión.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

3.4.1. MATRIZ DE LA OPERACIÓN DE LA VARIABLE INDEPENDIENTE

VARIABLE INDEPENDIENTE: La resistencia del suelo

CUADRO N 01.- Operacionalización de la Variable Independiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEM	TECNICA INSTRUMENTOS
Resistencia del suelo: Capacidad portante del suelo determinada por el tipo de suelo	Capacidad portante	¿Qué parámetros inciden en la capacidad portante del suelo?	Resistencia máxima	Ensayos: - CBR -SPT
			Grado de compacidad	
	Tipos de suelo	¿Cuáles son los tipos de suelos?	Finos	Ensayos: - Granulometría - Plasticidad
			Gruesos	

FUENTE. EL INVESTIGADOR

3.4.2. MATRIZ DE LA OPERACIÓN DE LA VARIABLE DEPENDIENTE

VARIABLE DEPENDIENTE:

- Tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta.

CUADRO N 02.- Operacionalización de la Variable Dependiente

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	ITEM	TECNICA INSTRUMENTOS
Tipo de cimentación para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta: Selección del tipo de cimentación dependiendo de las características mecánicas del suelo.	Cimentaciones Superficiales	¿Qué parámetros se debe considerar para el diseño de cimentaciones superficiales?	Esfuerzo admisible. Coeficiente de Balasto	Cálculo y diseño estructural.
	Cimentaciones Tipo Pila	¿Qué parámetro se debe considerar para el diseño de cimentaciones tipo pila?	Esfuerzo de fricción del suelo	Cálculo y diseño estructural.

FUENTE. EL INVESTIGADOR

3.5. PLAN DE RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN

Una vez aprobado el proyecto de la presente investigación se procederá a tomar muestras del suelo en diferentes sectores a lo largo del sitio en el cual estará ubicada la línea de subtransmisión.

Con las muestras ya tomadas se procederá a llevarlas al laboratorio, las mismas que serán sometidas a diversos ensayos para poder determinar las características de los mismos.

3.6. PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. PROCEDIMIENTO

Con los datos obtenidos en el laboratorio se procederá a determinar la capacidad portante del suelo, la misma que servirá para poder realizar el diseño de los diferentes tipos de cimentaciones y a la vez determinar cuál es el más apropiado para las torres de la línea de subtransmisión.

3.6.2. PRESENTACIÓN DE DATOS:

En el presente trabajo de investigación, se realizarán tablas de resultados obtenidos con los ensayos de suelos, cuyos formatos se muestran a continuación:

CUADRO N03.- MUESTRAS DE SUELOS

Proyecto:														Wn= Contenido de humedad %													
Ubicación:														LL= Límite Líquido													
Fecha:														IP= Índice Plástico													
														G= Gravedad específica (Hímedo)													
PROF. m	Nº GOLPES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCIÓN Tipo, color, consistencia	RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (Nº de golpes)														MUESTRAS ALTERADAS									
																		GRANULOMETRÍA				LÍMITES		Wn (%)	G gr/cm ³	SUCS	
				0	10	20	30	#4	#10	#40	#200	LL	IP														

FUENTE. EL INVESTIGADOR

CUADRO N 04.-ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN						
PROY.:				PERFORAC.		
OBRA:				MUESTRA:		
UBIC:				PROFUND.:		
FECHA:						
		GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %
1.- CONTENIDO DE AGUA						
log						
2.- LIM. LIQUIDO						
3.- LÍMITE PLÁSTICO						
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. =		W SECO =		GRAVA		
TAMIZ	W RET.	% RET.	% PASA	ARENA		
1"				FINOS		
3/4"				LL=		
1/2"				LP=		
3/8"				IP=		
N. 04				CLASIFICACIÓN:		
N. 10				SUCS:		
N. 40				AASHTO:		
N. 200				IG (76):		

LÍMITE LÍQUIDO

FUENTE. EL INVESTIGADOR

CAPÍTULO IV

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

De los estudios de suelos realizados para el trabajo de investigación, se han considerado 110 sitios de estudio de los cuales se obtuvo características similares en cuanto a clase y resistencia del suelo de cimentación. Se procedió a realizar el análisis correspondiente de dichos resultados los cuales se muestran a continuación:

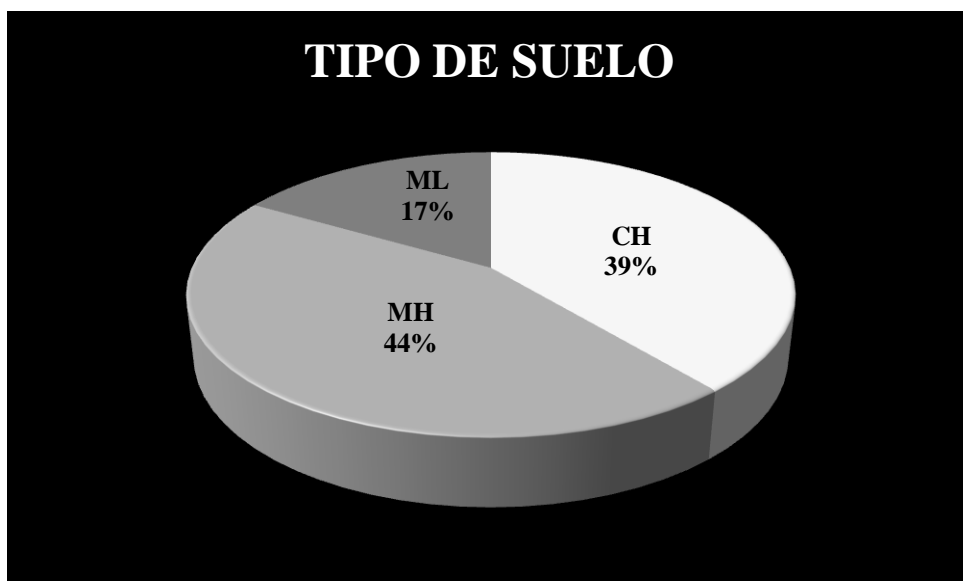


FIGURA N 12.- TIPOS DE SUELOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

17 % Limos de baja plasticidad (ML)

39% Arcillas de alta plasticidad (CH)

44% Limos de alta plasticidad (MH)

4.2. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De los estudios de suelos se tienen los siguientes resultados:

- Se han realizado los trabajos de campo correspondientes para obtener los resultados.
- Se han determinado las características del suelo del sector de estudio.
- Se han realizado los trabajos de laboratorio tales como ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad natural del suelo, de lo que se ha deducido la clasificación por el sistema unificado SUCS y clasificación AASHTO.
- De los resultados del estudio realizado se obtiene que el suelo en general conserva la similitud con respecto a todos los lugares estudiados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- De los ensayos de campo y laboratorio se concluye que el suelo es similar en toda la extensión que comprende la línea de subtransmisión, es decir las mismas características físicas y resistentes.
- De acuerdo a los ensayos se determinó que la capacidad portante del suelo a lo largo de todo el proyecto es de 5 Ton/m².
- Según los ensayos se concluye que al ser la resistencia muy baja no permite realizar un determinado tipo de cimentación por lo que se debe optar por una cimentación que de estabilidad a la estructura.
- De acuerdo a los ensayos se determinó que el coeficiente de Balasto es de 0.8 kg/cm²/cm y el nivel recomendado para las cimentaciones es de 2m de profundidad.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar el diseño de tipos de cimentaciones para las torres de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo – Mushullacta.
- Analizar el tipo de cimentación más adecuado para su construcción.

CAPÍTULO VI

PROPUESTA

6.1. DATOS INFORMATIVOS

6.1.1. TÍTULO

Diseño de tipos de cimentaciones para las torres de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo – Mushullacta.

6.1.2. INSTITUCIÓN EJECUTORA

El proyecto lo realizará la Empresa Eléctrica Ambato RCN.

6.1.3. BENEFICIARIOS

Los beneficiados con la ejecución de la obra, son los habitantes de la zona oriental del país.

6.1.4. UBICACIÓN

El presente trabajo, será realizado en el sector oriental del país en la ciudad de Puyo lugar en el cual está ubicada la subestación Puyo desde la cual arranca el proyecto, hasta la parroquia Simón Bolívar, en la Provincia de Pastaza.

6.1.5. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto de la línea de subtransmisión se lo realizará en la provincia de Pastaza lugar en el cual el terreno es de consistencia arcillosa en su mayoría y de baja resistencia. Las cimentaciones a diseñarse son directas sobre suelo, constituidas por un tipo adecuado de las mismas, que soportarán a las diferentes estructuras a

ser utilizadas. Esta línea está constituida por estructuras metálicas autosoportantes con la siguiente clasificación:

Torre de suspensión Liviana Tipo TSL + 0

Torre de suspensión Liviana Tipo TSL + 3

Torre de suspensión Liviana Tipo TSL + 6

Torre de suspensión Pesada Tipo TSP + 0

Torre de suspensión Pesada Tipo TSP + 3

Torre de suspensión Pesada Tipo TSP + 6

Torre de retención Tipo A – 10 y extensión de pata de 1.5 m

Torre de retención Tipo A – 30 y extensión de pata de 1.5m

Torre de retención Tipo A – 45 y extensión de pata de 1.5 m

El tipo de cimentación a construirse se lo diseñará de acuerdo a los resultados obtenidos en los estudios de suelos y de las cargas actuantes en las estructuras.

6.1.6. ALCANCES

El alcance de este estudio es diseñar el tipo de cimentación más adecuado en cuanto a estructura y costos para las torres eléctricas, de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo - Mushullacta.

6.2. ANTECEDENTES DE LA PROPUESTA

La Empresa Eléctrica Ambato tomando en cuenta la necesidad de mejorar el sistema de electrificación de la zona oriental proyectó la construcción de la línea de subtransmisión Puyo – Mushullacta a 69 KV para lo cual la empresa cuenta con un estudio de suelos previo (ANEXO N°1) y las cargas de diseño de las estructuras (ANEXO N°4), mismos que servirá como fundamento de los cálculos que se realizarán para diseñar los diferentes tipos de cimentaciones.

6.3. JUSTIFICACIÓN

Debido a que se prevé la construcción de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo Mushullacta, es necesario determinar la mejor alternativa de construcción del tipo de cimentación a ser utilizado, la misma que servirá de soporte para las torres de energía eléctrica.

Es un proyecto necesario, ya que dará servicio a los habitantes de los diversos sectores del oriente ecuatoriano, y que permitirá el desarrollo de los sectores mejorando su calidad de vida.

Las cimentaciones de las torres, deberán estar diseñadas de tal forma que den el soporte necesario y que estructuralmente funcionen de manera correcta dando estabilidad a las mismas, evitando así problemas posteriores en la línea de subtransmisión.

Por tal razón es de gran importancia aportar con la realización de este proyecto ya que esto ayudará a que se lleve a cabo el mismo, con lo cual se podrá obtener alternativas que nos permitan desarrollar de mejor manera el proyecto y así de esta forma ganar experiencia en la ejecución de este tipo de actividades.

La ejecución de este proyecto es factible, ya que un adecuado diseño de cimentación permitirá el correcto desempeño de la línea de subtransmisión y a su vez beneficiar al sector y sus habitantes.

6.4. OBJETIVOS

6.4.1. GENERAL

- Diseñar los tipos de cimentaciones para la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo-Mushullacta para obtener la mejor alternativa de construcción de la misma.

6.4.2. ESPECÍFICOS

- Diseñar las cimentaciones con datos apropiados y pertenecientes al sector.

- Realizar el diseño y planos, referentes a las cimentaciones para las torres de la línea de subtransmisión.
- Analizar cómo influye la resistencia del suelo en el tipo de cimentación adoptado.

6.5. ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD

El proyecto de construcción de la línea de subtransmisión a 69 KV Puyo - Mushullacta es factible de realizarlo, ya que cuenta con el apoyo de recursos provenientes de la Empresa Eléctrica Ambato.

El lugar en el cual se ejecutará el proyecto, tiene sitios de acceso necesarios para la realización del mismo, existiendo siempre pocos accesos dificultosos en los cuales se deberá abrir caminos auxiliares para poder ingresar el material y los equipos necesarios y así ejecutarse la obra.

6.6. FUNDAMENTACIÓN (CÁLCULO)

6.6.1. ESPECIFICACIONES PARA EL DISEÑO

El diseño de las cimentaciones para las torres comprende un análisis de estabilidad desde el punto de vista de la mecánica de suelos determinando los elementos estructurales que cumplan con los factores de resistencia y garanticen la estabilidad de las estructuras cimentadas, por tanto se determina la geometría de las mismas para cumplir con este primer requerimiento.

Determinada la geometría de los elementos de cimentación, se procedió al análisis estructural para mantener la estabilidad y durabilidad de las mismas, así como los materiales resistentes, su cantidad y disposición de tal manera que cumplan con las exigencias de soportar los esfuerzos que se generan en este tipo de estructuras.

6.6.2. HIPÓTESIS DE CARGA

Para determinar las dimensiones de las diferentes estructuras se analizaron los árboles de carga para cada caso, teniendo los esfuerzos debidos a las hipótesis de carga más críticas.

De acuerdo a los árboles de carga se establece que la carga crítica está generada por diferentes hipótesis de acuerdo a los requerimientos de cada estructura, predominando en esta línea, los siguientes casos:

- Carga Vertical y Transversal
- Desbalanceamiento Longitudinal

De lo cual se obtienen las cargas críticas generadas en las estructuras, a las cuales la cimentación debe soportarlas con el factor de seguridad recomendado para este tipo de suelo.

6.6.3. CARGAS Y MOMENTOS DE LAS TORRES

La línea de transmisión a 69KV Puyo – Mushullacta está constituida por torres de Suspensión Pesada (TSP), Suspensión Liviana (TSL) y torres de Retención.

Para el cálculo de solicitaciones a nivel de empotramiento de estructuras se consideraron las siguientes hipótesis de carga:

CASO1: Carga Vertical y Transversal

CASO2: Sobre carga vertical

CASO3: Rotura del cable de guardia

CASO4: Rotura del cable conductor

CASO5: Desbalanceamiento longitudinal.

Luego del respectivo análisis se obtuvieron los momentos y cargas de diseño, las mismas que se muestran en el siguiente cuadro, resultados que fueron facilitados por la Institución ejecutora del proyecto.

TABLA 05.- CARGAS Y MOMENTOS TOTALES EN LAS TORRES

TORRE TIPO	MOMENTO X t-m	MOMENTO Y t-m	CARGA VERTICAL t
A10 + Ext. Pata 1.5 m	46.728	25.802	4.400
A30 + Ext. Pata 1.5 m	7.402	66.543	5.790
A45 + Ext. Pata 1.5 m	7.402	84.887	5.585
TSL. Ext. Pata 0 m	18.047	12.588	3.075
TSL. Ext. Pata 3 m	22.258	15.839	3.075
TSL. Ext. Pata 6 m	26.765	19.386	3.075
TSP. Ext. Pata 0 m	7.402	26.359	3.865
TSP. Ext. Pata 3 m	9.645	31.932	3.865
TSP. Ext. Pata 6 m	12.185	37.802	3.865

FUENTE. EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO RCN S.A.

TABLA 06.- CARGAS Y MOMENTOS POR PATA

TORRE TIPO	MOMENTO X t-m	MOMENTO Y t-m	CARGA VERTICAL t
A10 + Ext. Pata 1.5 m	11.68	6.45	1.10
A30 + Ext. Pata 1.5 m	1.85	16.64	1.45
A45 + Ext. Pata 1.5 m	1.85	21.22	1.40
TSL. Ext. Pata 0 m	4.51	3.15	0.77
TSL. Ext. Pata 3 m	5.56	3.96	0.77
TSL. Ext. Pata 6 m	6.69	4.85	0.77
TSP. Ext. Pata 0 m	1.85	6.59	0.97
TSP. Ext. Pata 3 m	2.41	7.98	0.97
TSP. Ext. Pata 6 m	3.05	9.45	0.97

FUENTE. EMPRESA ELÉCTRICA AMBATO RCN S.A.

6.6.4. ESTUDIO DEL SUELOS

6.6.4.1. TRABAJOS DE CAMPO

Comprende perforaciones mediante ensayos de penetración estándar con toma de muestras en el sitio de las estructuras y perforaciones con identificación manual. Se realizará para el efecto de perforaciones de 5m de profundidad cada una con toma de muestras cada 50cm de profundidad para los ensayos de clasificación, así

como la descripción manual visual del tipo de suelo encontrado a diferentes profundidades.

6.6.4.2. TRABAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas se realizan ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad natural del suelo, deduciendo con ello la clasificación por el sistema unificado (SUCS) y clasificación AASHTO.

6.6.4.3. TIPO DE SUELOS A CIMENTARSE

Del estudio de suelos realizado a lo largo de línea, podemos establecer las siguientes características:

La línea se desarrolla por terrenos relativamente planos con presencia de mucha humedad, son muy plásticos y blandos, y muchos sectores pantanosos, característica de los suelos de ese sector del oriente ecuatoriano, siendo éstos del tipo CH y MH, con una capacidad de carga relativamente baja del orden de 0.50 Kg/cm², estimándose que existen suelos de menor resistencia en los sitios pantanosos. En base de estas consideraciones, se pretenden diseñar varios tipos de cimentaciones para las diferentes estructuras determinadas para la construcción de la línea, en función al árbol de carga que cada una de ellas genera y de los suelos a cimentarse a lo largo de la línea.

6.6.5. DISEÑO DEL PROYECTO

6.6.5.1. DISEÑO DE LAS CIMENTACIONES

6.6.5.1.1. PLINTOS AISLADOS

Para el cálculo de estas cimentaciones se lo realizó utilizando el esfuerzo admisible del suelo que es de 5 Ton/m², tomando en cuenta las diferentes recomendaciones dadas para cimentaciones en hormigón armado para garantizar una buena estructura.

6.6.5.1.2. PARRILLA DE CIMENTACIÓN

Para el diseño de las parrillas se lo realizó por medio de un procedimiento de análisis matricial para poder determinar que los asentamientos del suelo sean

menores al admisible, calculando cuatro vigas de igual dimensión por ser una estructura uniforme. El cálculo de las mismas se detalla posteriormente. Se obtuvieron los siguientes resultados:

TABLA 07. RESULTADOS CIMENTACIÓN TIPO PARRILLA

TORRE TIPO	P Ton	Mx Ton - m	My Ton - m	q _{adm} Ton/m ²	B m	L m	H m
TSL + 0	0.77	4.51	3.15	5.00	0.90	4.35	0.80
TSL + 3	0.77	5.56	3.96	5.00	1.00	2.45	0.80
TSL + 6	0.77	6.69	4.85	5.00	1.10	2.55	0.80
TSP + 0	0.97	1.85	6.59	5.00	1.00	2.45	0.80
TSP + 3	0.97	2.41	7.98	5.00	1.10	2.55	0.80
TSP + 6	0.97	3.05	9.45	5.00	1.20	2.65	0.80
A-10 Ext. Pata +1.50	1.10	11.68	6.45	5.00	0.90	3.90	0.50
A-30 Ext. Pata +1.50	1.45	1.85	16.64	5.00	0.80	4.30	0.80
A-45 Ext. Pata +1.50	1.40	1.85	21.22	5.00	0.90	4.40	0.80

FUENTE. EL INVESTIGADOR

6.6.5.1.3. LOSA DE CIMENTACIÓN

Para el cálculo de la losa de cimentación consideramos una franja igual al ancho cooperante o colaborante que es el 50% de la luz considerada entre ejes, para luego ser calculadas por medio del método elástico, considerando a estas franjas como vigas. El procedimiento de cálculo se lo detalla posteriormente, por medio del cual obtuvimos los siguientes resultados:

TABLA 08.- RESULTADOS LOSA DE CIMENTACIÓN

TORRE TIPO	P Ton	M Ton-m	q _{adm} Ton/m ²	B m	L m	H m
TSL + 0	0.77	4.51	5.00	1.45	1.45	0.30
TSL + 3	0.77	5.56	5.00	1.45	1.45	0.30
TSL + 6	0.77	6.69	5.00	1.45	1.45	0.30
TSP + 0	0.97	1.85	5.00	1.30	1.30	0.30
TSP + 3	0.97	2.41	5.00	1.30	1.30	0.30
TSP + 6	0.97	3.05	5.00	1.30	1.30	0.30
A-10 Ext. Pata + 1.50	1.10	11.68	5.00	3.00	3.00	0.30
A-30 Ext. Pata + 1.50	1.45	1.85	5.00	3.50	3.50	0.35
A-45 Ext. Pata + 1.50	1.40	1.85	5.00	3.50	3.50	0.40

FUENTE. EL INVESTIGADOR

6.6.5.1.4. PILAS DE CIMENTACIÓN

La resistencia a la compresión y a tracción de estos elementos de cimentación están determinados mediante el cálculo de capacidad de carga de los suelos encontrados, se han usado parámetros de diseño expresados en las fórmulas de Terzagui, para determinar la capacidad de carga debido a la fricción del fuste y a la punta de las mismas. Una vez determinada la estabilidad de cada uno de los elementos de cimentación, mediante las dimensiones mínimas de estos elementos, con factor de seguridad adecuado, se ha procedido al diseño estructural de las mismas.

Se ha determinado una armadura mínima para mantener la estabilidad de la estructura, considerando que dicha armadura absorberá los esfuerzos cortantes propios del hormigón, y se ha considerado una cuantía mínima requerida igual al 0.18%. Luego de desarrollar el proceso de cálculo se obtuvieron los resultados que se muestran en la tabla adjunta:

TABLA 09.- RESULTADOS PILAS DE CIMENTACIÓN

TORRE TIPO	P Ton	M Ton-m	qadm Ton/m ²	D m	H m	Df m
TSL + 0	0.77	4.51	5.00	SE DISEÑAN COMO MONOBLOQUE		
TSL + 3	0.77	5.56	5.00			
TSL + 6	0.77	6.69	5.00			
TSP + 0	0.97	1.85	5.00			
TSP + 3	0.97	2.41	5.00			
TSP + 6	0.97	3.05	5.00			
A-10 Ext. Pata + 1.50	1.10	11.68	5.00			
A-30 Ext. Pata + 1.50	1.45	1.85	5.00	1.00	2.50	2.20
A-45 Ext. Pata + 1.50	1.40	1.85	5.00	1.00	2.70	2.40

FUENTE. EL INVESTIGADOR

6.6.5.1.5. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE.- Para el cálculo del monobloque se procedió a calcular con el método de Sulzberger que es particularmente apropiado cuando el suelo presenta resistencia lateral y de fondo llegando a determinar el momento de vuelco así como también el momento estabilizador del terreno y el momento de cargas verticales. De igual manera corresponde determinar la estabilidad de la estructura, en base de los parámetros del suelo y los

árboles de carga de cada una, fijadas las dimensiones mínimas se procede a calcular su estructura como elemento de soporte. Para estos monobloques de cimentación se ha fijado una armadura mínima para mantener la estabilidad de la estructura, considerando que dicha armadura absorberá los esfuerzos cortantes generados por las cargas en las estructuras, que superen a la resistencia del esfuerzo cortante propia del hormigón, para lo cual se ha considerado una cuantía mínima requerida igual al 0.18%.

TABLA 10.- RESULTADOS CIMENTACIÓN MONOBLOQUE

TORRE TIPO	P Ton	M Ton-m	qadm Ton/m2	BASE m	h m
TSL + 0	0.77	4.51	5.00	1.60	2.20
TSL + 3	0.77	5.56	5.00	1.60	2.50
TSL + 6	0.77	6.69	5.00	1.60	2.70
TSP + 0	0.97	1.85	5.00	1.60	2.60
TSP + 3	0.97	2.41	5.00	1.60	2.80
TSP + 6	0.97	3.05	5.00	1.60	3.00

6.6.5.2. PROCEDIMIENTO DE CÁLCULO

6.6.5.2.1. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

TABLA 11.- RESULTADOS ENSAYO TRIAXIAL

RESULTADO ENSAYO TRIAxIAL		
C kg/cm2	φ °	γ gr/cm3
0.17	4.50	1.51

FUENTE. ING. ANIBAL ÁVILA

$$q_c = cN_c + \gamma D_f N_q + \frac{1}{2} B \gamma N_\gamma$$

Ángulo de fricción $\phi = 5^\circ$

Coeficientes de capacidad de carga de acuerdo al ábaco de Terzaghi:

$$N_c = 6.52$$

$$N_\gamma = 0.075$$

$$N_q = 1.57$$

$$D_f = 2 \text{ m}$$

$$B = 1.50 \text{ m Asumidos.}$$

$$F_s = 3$$

$$q_c = 1.7 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \times 6.52 + 1.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 2\text{m} \times 1.57 + \frac{1}{2} \times 1.50\text{m} \times 1.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^3} \times 0.075$$

$$q_c = 15.90 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q_a = \frac{q_{ult}}{F_s}$$

$$q_a = \frac{15.90 \text{ ton}}{3 \text{ m}^2}$$

$$q_a = 5.3 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 0.53 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

6.6.5.2.2. PLINTO AISLADO

Datos:

$$P_u = 1.40 \text{ Ton}$$

Ref. Tabla 06.

$$M_{uy} = 21.22 \text{ Ton} - \text{m}$$

Ref. Tabla 06.

$$\text{Col.} = 0.40 \times 0.40 \text{ m}$$

$$f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P_s = \frac{P_u}{F_s} = \frac{1.40\text{Ton}}{1.55} = 0.90\text{Ton}$$

$$M_{sy} = \frac{M_{uy}}{F_s} = \frac{21.22\text{Ton} - \text{m}}{1.55} = 13.69\text{Ton} - \text{m}$$

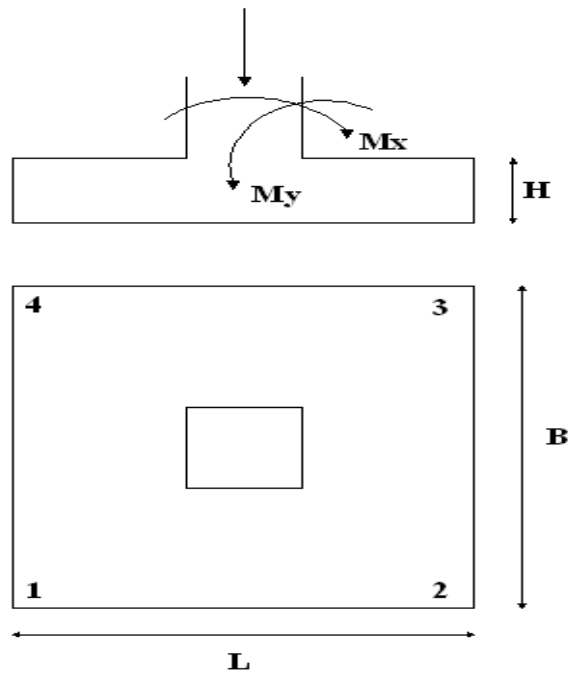


FIGURA.13 Diagrama de la zapata aislada

FUENTE. El investigador

I. CÁLCULO DEL AREA DE FUNDACIÓN:

$$AF = \frac{Ps + \% Ps}{qadm} = \frac{0.90Ton + (0.30 * 0.90Ton)}{5Ton/m^2}$$

$$AF = 0.23m^2$$

$$AF = B \times L \quad B = L$$

$$AF = B^2$$

$$B = \sqrt{AF} \quad qr = \frac{P}{A} \pm \frac{6Msy}{B^2L} \leq qadm$$

$$B = \sqrt{0.23m^2}$$

$$B = 0.50m$$

$$qr = \frac{0.90Ton}{0.50m \times 0.50m} \pm \frac{6 \times 13.69Ton - m}{(0.50m)^2 \times 0.50} \leq 5 \frac{Ton}{m^2}$$

$$qr = 3.60 \frac{Ton}{m^2} \pm 657.12 \frac{Ton}{m^2} \leq 5 \frac{Ton}{m^2}$$

$$q1 = 3.60 \frac{Ton}{m^2} + 657.12 \frac{Ton}{m^2} = 660.72 \frac{Ton}{m^2} \leq 5 \frac{Ton}{m^2} \quad \text{FALLA.}$$

$$q2 = 3.60 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 657.12 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 660.72 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{FALLA.}$$

$$q3 = 3.63 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 657.12 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = -653.49 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{FALLA.}$$

$$q4 = 3.63 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 657.12 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = -653.49 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{FALLA.}$$

Incrementamos el valor de $B = L = 3.20 \text{ m}$

$$qr = 0.087 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \pm 2.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2}$$

$$q1 = 0.087 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 2.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 2.60 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{OK.}$$

$$q2 = 0.087 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} + 2.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = 2.60 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{OK.}$$

$$q3 = 0.087 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 2.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = -2.42 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{FALLA.}$$

$$q4 = 0.087 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} - 2.51 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} = -2.42 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \leq 5 \frac{\text{Ton}}{\text{m}^2} \quad \text{FALLA.}$$

Una vez realizado el cálculo se llega a determinar que no se puede diseñar este tipo de cimentación debido a que el esfuerzo admisible del suelo es pequeño y se obtienen esfuerzos negativos en el mismo, por lo que las fundaciones llegarían a ser de gran dimensión por consiguiente los bulbos de presión generados por el suelo llegarían a chocar entre sí.

6.6.5.2.3. PARRILLA DE CIMENTACIÓN

$$P1 = P2 = P3 = P4 = 1.40 \text{ Ton}$$

Ref. Tabla 06.

$$K = 800 \text{ Ton/m}^2$$

$$E = 2173706.5 \text{ Ton/m}^2$$

$$G = 869482.6 \text{ Ton/m}^2$$

$$\gamma = 0.20$$

$$B = 1.00 \text{ m}$$

$$H = 0.50 \text{ m}$$

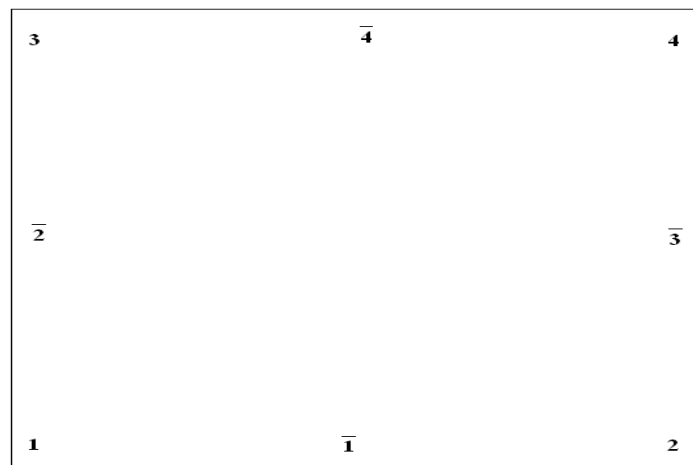
$$L = 4.00 \text{ m}$$



GRADOS DE LIBERTAD

FIGURA.14 Estados de carga

FUENTE. El investigador



NÚMERO DE NUDOS Y MIEMBROS

FIGURA.15 Número de nudos y miembros

FUENTE. El investigador

ESTADOS DE CARGA

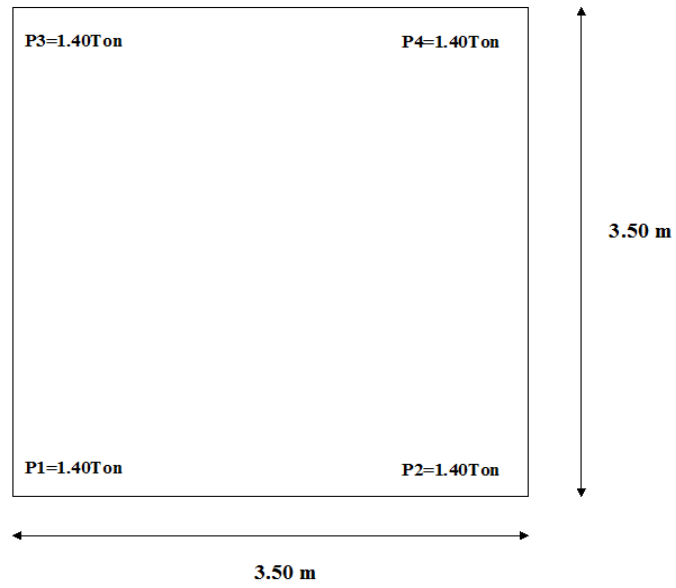


FIGURA.16 Grados de libertad.

FUENTE. El investigador

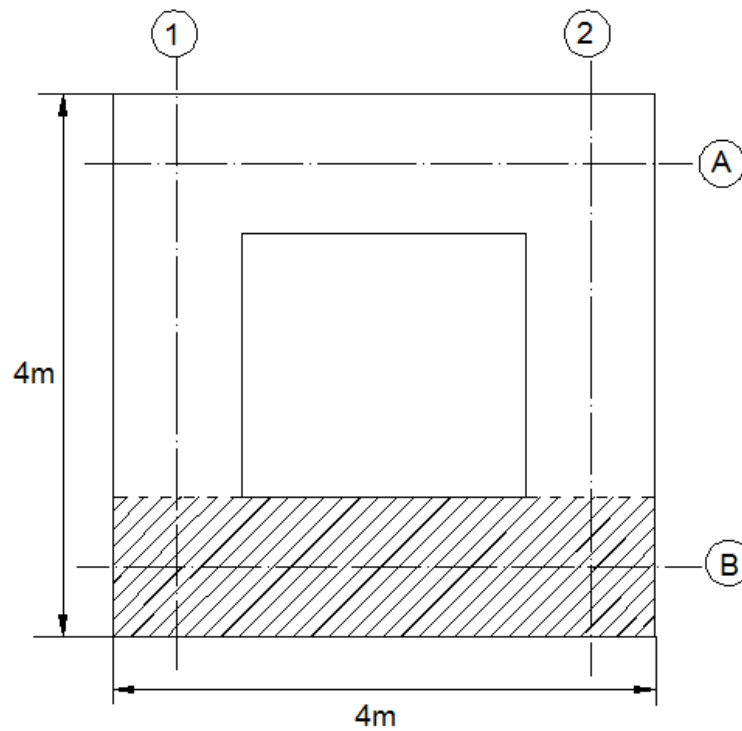


FIGURA.17. Ancho cooperante.

FUENTE. El investigador

I. CÁLCULO POR FLEXIÓN:

$$I = \frac{BH^3}{12}$$

$$I = \frac{1.00m \times (0.80m)^3}{12}$$

$$I = 0.0427m^4$$

$$EI = 2173706.5Ton/m^2 \times 0.0427m^4$$

$$EI = 92817.26760Ton-m^2$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KB}} = \sqrt[4]{\frac{4 \times 92817.26760}{800 \times 1.00}}$$

$$\lambda = 4.6414m$$

$$C = \text{Cosh}\left(\frac{L}{\lambda}\right) = \text{Cosh}\left(\frac{4.00m}{4.6414m}\right) = 1.3949$$

$$S = \text{Senh}\left(\frac{L}{\lambda}\right) = \text{Senh}\left(\frac{4.00m}{4.6414m}\right) = 0.9725$$

$$c = \cos\left(\frac{L}{\lambda}\right) = \cos\left(\frac{4.00m}{4.6414m}\right) = 0.6511$$

$$s = \text{sen}\left(\frac{L}{\lambda}\right) = \text{sen}\left(\frac{4.00m}{4.6414m}\right) = 0.7590$$

$$S^2 - s^2 = 0.9725^2 - 0.7590^2 = 0.369675$$

$$K = K^{\wedge} = \frac{2EI}{\lambda} \times \frac{CS - cs}{S^2 - s^2}$$

$$K = K^{\wedge} = 93298.776Ton-m$$

$$a = \frac{2EI}{\lambda} \times \frac{Cs - cS}{S^2 - s^2}$$

$$a = 46038.83385Ton-m$$

$$b = b' = \frac{2EI}{\lambda^2} \times \frac{S^2 + s^2}{S^2 - s^2}$$

$$b = b' = 35473.89757 \text{Ton}$$

$$b_0 = b_0' = \frac{4EI}{\lambda^2} \times \frac{S \times s}{S^2 - s^2}$$

$$b_0 = b_0' = 34411.37918 \text{Ton}$$

$$t_0 = \frac{4EI}{\lambda^3} \times \frac{Sc + Cs}{S^2 - s^2}$$

$$t_0 = 16994.26976 \text{Ton/ml}$$

$$t = \frac{4EI}{\lambda^3} \times \frac{CS + cs}{S^2 - s^2}$$

$$t = t' = 18589.32507 \text{Ton/ml}$$

II. CÁLCULO POR TORSIÓN:

$$y_T = \frac{HB^3}{6(1 + \gamma)}$$

$$y_t = \frac{0.80m(1.00m)^3}{6(1 + 0.20)}$$

$$y_t = 0.1111m^4$$

$$\lambda_t = \sqrt{\frac{12Gy_t}{KB^3}}$$

$$\lambda_t = \sqrt{\frac{12 \times 869482.6 \times 0.1111}{800 \times (1.00)^3}}$$

$$\lambda_t = 38.0675m$$

$$C = \text{Cosh}\left(\frac{L}{\lambda_t}\right) = \text{Cosh}\left(\frac{4.00m}{38.0675m}\right) = 1.0055$$

$$S = \text{Senh}\left(\frac{L}{\lambda_t}\right) = \text{Senh}\left(\frac{4.00m}{38.0675m}\right) = 0.1053$$

$$K_t = \frac{Gy_t}{\lambda_t} \times \frac{C}{S}$$

$$K_t = 24241.11797 \text{ Ton} - m$$

$$a_t = \frac{Gy_t}{\lambda_t} \times \frac{1}{S}$$

$$a_t = -24107.90718 \text{ Ton} - m$$

III. **MATRIZ DE COORDENADAS LOCALES \overline{K}_2 PARA CADA MIEMBRO:**

$$\overline{K}_2 = \begin{Bmatrix} K_t & 0 & 0 & a_t & 0 & 0 \\ 0 & t & -b & 0 & -t_0 & -b_0 \\ 0 & -b & K & 0 & b & a \\ a_t & 0 & 0 & K_t & 0 & 0 \\ 0 & -t_0 & b_0 & 0 & t & b \\ 0 & -b_0 & a & 0 & b & K \end{Bmatrix}$$

$\overline{K}_2^{(1)} = \overline{K}_2^{(2)} = \overline{K}_2^{(3)} = \overline{K}_2^{(4)}$ Por ser secciones transversales iguales para los miembros 1, 2, 3, 4.

$$K_2 = \begin{Bmatrix} 24241.1180 & 0 & 0 & -24107.9072 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.3251 & -35473.8976 & 0 & -16994.2698 & -34411.3792 \\ 0 & -35473.8976 & 93298.7776 & 0 & 34411.37918 & 46038.83385 \\ -24107.9072 & 0 & 0 & 24241.11797 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.2698 & 34411.3792 & 0 & 18589.3251 & 35473.89757 \\ 0 & -34411.3792 & 46038.83385 & 0 & 35473.89757 & 93298.7776 \end{Bmatrix}$$

FORMULA LA MATRIZ \overline{K}_3 DE COORDENADAS GLOBALES PARA CADA MIEMBRO

$$\overline{K}_3 = \overline{T}_{2-3}^t \times \overline{K}_2 \times \overline{T}_{2-3}$$

$$\overline{T}_{2-3} = \left\{ \begin{array}{cccccc} \cos\alpha & 0 & \text{sen}\alpha & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -\text{sen}\alpha & 0 & \cos\alpha & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & \cos\alpha & 0 & \text{sen}\alpha \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -\text{sen}\alpha & 0 & \cos\alpha \end{array} \right\}$$

Para los miembros 1 y 4 $\alpha = 0$:

$$\overline{T}_{2-3} = \left\{ \begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\}$$

$$\overline{T}_{2-3}^t = \left\{ \begin{array}{cccccc} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{array} \right\}$$

Para los miembros 2 y 3 $\alpha = 90$:

$$\overline{T}_{2-3} = \left\{ \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{array} \right\}$$

$$\overline{T}_{2-3}^t = \left\{ \begin{array}{cccccc} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{array} \right\}$$

$$\mathbf{K}_3^{(0)} = \mathbf{K}_3^{(1)} = \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.325 & -35473.898 & 0 & -16994.270 & -34411.379 \\ 0 & -35473.898 & 93298.778 & 0 & 34411.379 & 46038.834 \\ -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.270 & 34411.379 & 0 & 18589.325 & 35473.898 \\ 0 & -34411.379 & 46038.834 & 0 & 35473.898 & 93298.778 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{Bmatrix}$$

$$\mathbf{K}_3^{(0)} = \mathbf{K}_3^{(1)} = \begin{Bmatrix} 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.325 & -35473.898 & 0 & -16994.270 & -34411.379 \\ 0 & -35473.900 & 93298.778 & 0 & 34411.379 & 46038.834 \\ -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.270 & 34411.379 & 0 & 18589.325 & 35473.898 \\ 0 & -34411.380 & 46038.834 & 0 & 35473.898 & 93298.778 \end{Bmatrix}$$

$$K_3^{(2)} = K_3^{(3)} = \begin{Bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.325 & -35473.898 & 0 & -16994.270 & -34411.379 \\ 0 & -35473.898 & 93298.778 & 0 & 34411.379 & 46038.834 \\ -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.270 & 34411.379 & 0 & 18589.325 & 35473.898 \\ 0 & -34411.379 & 46038.834 & 0 & 35473.898 & 93298.778 \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & -1 & 0 & 0 \end{Bmatrix}$$

$$K_3^{(2)} = K_3^{(3)} = \begin{Bmatrix} 93298.778 & 35473.898 & 0 & 46038.834 & -34411.379 & 0 \\ 35473.898 & 18589.325 & 0 & 34411.379 & -16994.270 & 0 \\ 0 & 0 & 24241.117 & 0 & 0 & -24107.907 \\ 46038.834 & 34411.379 & 0 & 93298.778 & -35473.898 & 0 \\ -34411.379 & -16994.270 & 0 & -35473.898 & 18589.325 & 0 \\ 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0.000 & 24241.118 \end{Bmatrix}$$

IV. VECTOR DE COLOCACIÓN:

$$\overline{V_c}^{(1)} = 1:2:3:4:5:6$$

$$\overline{V_c}^{(2)} = 1:2:3:7:8:9$$

$$\overline{V_c}^{(3)} = 4:5:6:10:11:12$$

$$\overline{V_c}^{(4)} = 7:8:9:10:11:12$$

V. ENSAMBLAJE DIRECTO DE LOS MIEMBROS:

$$\overline{K}_3^{(1)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 & 6 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 4 \\ 5 \\ 6 \end{matrix} & \left\{ \begin{array}{cccccc} 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.325 & -35473.898 & 0 & -16994.270 & -34411.379 \\ 0 & -35473.898 & 93298.778 & 0 & 34411.379 & 46038.834 \\ -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.270 & 34411.379 & 0 & 18589.325 & 35473.898 \\ 0 & -34411.379 & 46038.834 & 0 & 35473.898 & 93298.778 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$$\overline{K}_3^{(2)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 1 & 2 & 3 & 7 & 8 & 9 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 1 \\ 2 \\ 3 \\ 7 \\ 8 \\ 9 \end{matrix} & \left\{ \begin{array}{cccccc} 93298.778 & 35473.898 & 0 & 46038.834 & -34411.379 & 0 \\ 35473.898 & 18589.325 & 0 & 34411.380 & -16994.270 & 0 \\ 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 \\ 46038.834 & 34411.380 & 0 & 93298.778 & -35473.898 & 0 \\ -34411.379 & -16994.270 & 0 & -35473.898 & 18589.355 & 0 \\ 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$$\overline{K}_3^{(3)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 4 & 5 & 6 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 4 \\ 5 \\ 6 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \left\{ \begin{array}{cccccc} 93298.778 & 35473.898 & 0 & 46038.834 & -34411.379 & 0 \\ 35473.898 & 18589.325 & 0 & 34411.379 & -16994.300 & 0 \\ 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 \\ 46038.834 & 34411.379 & 0 & 93298.778 & -35473.898 & 0 \\ -34411.379 & -16994.270 & 0 & -35473.898 & 18589.325 & 0 \\ 0 & 0 & -24107.91 & 0 & 0 & 24241.118 \end{array} \right. \end{matrix}$$

$$\overline{K}_3^{(4)} = \begin{matrix} & \begin{matrix} 7 & 8 & 9 & 10 & 11 & 12 \end{matrix} \\ \begin{matrix} 7 \\ 8 \\ 9 \\ 10 \\ 11 \\ 12 \end{matrix} & \left\{ \begin{array}{cccccc} 24241.118 & 0 & 0 & -24107.907 & 0 & 0 \\ 0 & 18589.325 & -35473.898 & 0 & -16994.270 & -34411.379 \\ 0 & -35473.898 & 93298.778 & 0 & 34411.379 & 46038.834 \\ -24107.907 & 0 & 0 & 24241.118 & 0 & 0 \\ 0 & -16994.270 & 34411.379 & 0 & 18589.325 & 35473.898 \\ 0 & -34411.379 & 46038.834 & 0 & 35473.898 & 93298.778 \end{array} \right. \end{matrix}$$

VI. CONFORMACIÓN DE LA MATRIZ DE RIGIDEZ DE LA ESTRUCTURA

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
K =	117539.896	35473.898	0	-24107.907	0	0	46038.834	-34411.379	0	0	0	0	1
	35473.898	37178.650	-35473.898	0	-16994.270	-34411.379	34411.379	-16994.270	0	0	0	0	2
	0	-35473.898	117539.896	0	34411.379	46038.834	0	0	-24107.907	0	0	0	3
	-24107.907	0	0	117539.896	35473.898	0	0	0	0	46038.834	-34411.379	0	4
	0	-16994.270	34411.379	35473.898	37178.650	35473.898	0	0	0	34411.379	-16994.270	0	5
	0	-34411.379	46038.834	0	35473.898	117539.896	0	0	0	0	0	-24107.907	6
	46038.834	34411.379	0	0	0	0	117539.896	-35473.898	0	-24107.907	0	0	7
	-34411.379	-16994.270	0	0	0	0	-35473.898	37178.650	-35473.898	0	-16994.270	-34411.379	8
	0	0	-24107.907	0	0	0	0	-35473.898	117539.896	0	34411.379	46038.834	9
	0	0	0	46038.834	34411.379	0	-24107.907	0	0	117539.896	-35473.898	0	10
	0	0	0	-34411.379	-16994.270	0	0	-16994.270	34411.379	-35473.898	37178.650	35473.898	11
	0	0	0	0	0	-24107.907	0	-34411.379	46038.834	0	35473.898	117539.896	12

VII. VECTOR DE CARGAS GENERALIZADAS

$$Q = \begin{Bmatrix} 1.85 \\ -1.4 \\ 21.22 \\ 1.85 \\ -1.4 \\ 21.22 \\ 1.85 \\ -1.4 \\ 21.22 \\ 1.85 \\ -1.4 \\ 21.22 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{4} \\ \mathbf{5} \\ \mathbf{6} \\ \mathbf{7} \\ \mathbf{8} \\ \mathbf{9} \\ \mathbf{10} \\ \mathbf{11} \\ \mathbf{12} \end{matrix}$$

VIII. VECTOR DE COORDENADAS GENERALIZADAS

$$\bar{Q} = \bar{K} \times \bar{q}$$

$$\bar{q} = \bar{K}^{-1} \times \bar{Q}$$

$$\bar{q} = \begin{Bmatrix} 0.0001844 \\ 0.0040707 \\ 0.0026165 \\ 0.0002944 \\ -0.005824 \\ 0.002646 \\ 0.0002744 \\ 0.0049334 \\ 0.002626 \\ 0.0001644 \\ -0.004962 \\ 0.0026364 \end{Bmatrix} \begin{matrix} \mathbf{1} \\ \mathbf{2} \\ \mathbf{3} \\ \mathbf{4} \\ \mathbf{5} \\ \mathbf{6} \\ \mathbf{7} \\ \mathbf{8} \\ \mathbf{9} \\ \mathbf{10} \\ \mathbf{11} \\ \mathbf{12} \end{matrix}$$

IX. PRESIÓN DEL SUELO

$$p = K \times w$$

NUDO	DESPLAZAMIENTO VERTICAL w	COEFICIENTE DE BALASTO	PRESIÓN
1	0.004070692 m	800 Ton/m3	3.26 Ton/m2
2	0.005824382 m	800 Ton/m3	4.66 Ton/m2
3	0.004933363 m	800 Ton/m3	3.95 Ton/m2
4	0.004961711 m	800 Ton/m3	3.97 Ton/m2

TABLA 12. Presión del suelo

FUENTE. EL INVESTIGADOR

X. DEFORMACIONES DE MIEMBRO

$$\bar{P}^{(1)} = \begin{Bmatrix} 0.0001844 \\ 0.0040707 \\ 0.0026165 \\ 0.0002944 \\ -0.005824 \\ 0.002646 \end{Bmatrix} \quad \bar{P}^{(2)} = \begin{Bmatrix} 0.0001844 \\ 0.0040707 \\ 0.0026165 \\ 0.0002744 \\ 0.0049334 \\ 0.002626 \end{Bmatrix}$$

$$\bar{P}^{(3)} = \begin{Bmatrix} 0.0002944 \\ -0.005824 \\ 0.002646 \\ 0.0001644 \\ -0.004962 \\ 0.0026364 \end{Bmatrix} \quad \bar{P}^{(4)} = \begin{Bmatrix} 0.0002744 \\ 0.0049334 \\ 0.002626 \\ 0.0001644 \\ -0.004962 \\ 0.0026364 \end{Bmatrix}$$

XI. FUERZAS INTERNAS DE MIEMBRO EN COORDENADAS GLOBALES \bar{P} :

$$\bar{P}^{*0} = \bar{K}_3 \times \bar{P}^0$$

ECUACIÓN GENERAL

$$\bar{P}^{*1} = \bar{K}_3 \times \bar{P}^1$$

$$\bar{P}^{*2} = \bar{K}_3 \times \bar{P}^2$$

$$\bar{P}^{*(1)} = \begin{Bmatrix} -2.626477 \\ -9.216086 \\ 21.102583 \\ 2.6902535 \\ 6.4502641 \\ 20.6364 \end{Bmatrix}$$

$$\bar{P}^{*(2)} = \begin{Bmatrix} 4.4764765 \\ 7.8160864 \\ 0.1174166 \\ -0.837592 \\ 6.4502641 \\ 0.5809392 \end{Bmatrix}$$

$$\bar{P}^{*3} = \bar{K}_3 \times \bar{P}^3$$

$$\bar{P}^{*4} = \bar{K}_3 \times \bar{P}^4$$

$$\bar{P}^{*(3)} = \begin{Bmatrix} -0.840253 \\ -7.850264 \\ 0.5836002 \\ 4.4791375 \\ -9.216086 \\ 0.1200776 \end{Bmatrix}$$

$$\bar{P}^{*(4)} = \begin{Bmatrix} 2.6875925 \\ -7.850264 \\ 20.639061 \\ -2.629138 \\ 7.8160864 \\ 21.099922 \end{Bmatrix}$$

XII. FUERZAS INTERNAS EN COORDENADAS LOCALES

$$P^{*C} = T_{2-3} \overline{C} \times \overline{P}^{*C}$$

$$P^{(1)} = \begin{Bmatrix} -2.626477 \\ -9.216086 \\ 21.102583 \\ 2.6902535 \\ 6.4502641 \\ 20.6364 \end{Bmatrix}$$

$$P^{(2)} = \begin{Bmatrix} 0.1174166 \\ 7.8160864 \\ -4.476477 \\ 0.5809392 \\ 6.4502641 \\ 0.8375925 \end{Bmatrix}$$

$$P^{(3)} = \begin{Bmatrix} 0.5836002 \\ -7.850264 \\ 0.8402535 \\ 0.1200776 \\ -9.216086 \\ -4.479138 \end{Bmatrix}$$

$$P^{(4)} = \begin{Bmatrix} 2.6875925 \\ -7.850264 \\ 20.639061 \\ -2.629138 \\ 7.8160864 \\ 21.099922 \end{Bmatrix}$$

DISEÑO A FLEXIÓN

VIGA 1

DATOS:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 80 \text{ cm}$$

$$d = 73 \text{ cm}$$

$$r = 7 \text{ cm}$$

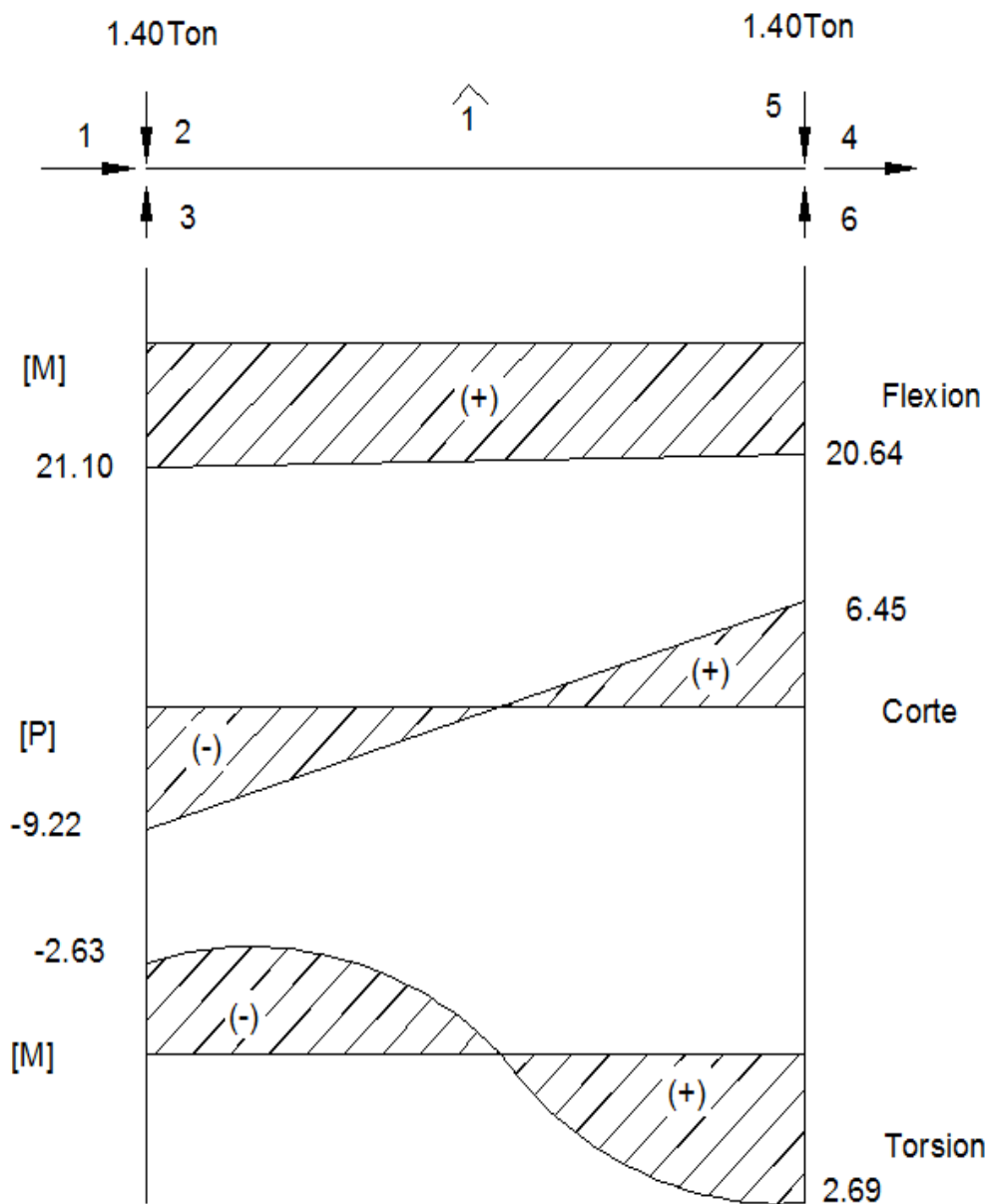


Figura. 18. Diagrama de Flexión, Corte y Momento del elemento 1

FUENTE. EL INVESTIGADOR

$$M_u = M_s \times ft$$

$$M_u = 21.1026 \text{ Ton} - m \times 1.55$$

$$M_u = 32.71 \text{ Ton} - m$$

$$k = \frac{M_u}{\phi B d^2 f'c}$$

$$k = \frac{32.71 \times 10^5 \text{ kg-cm}}{0.9 \times 100 \text{ cm} \times 73^2 \times 210 \text{ kg/cm}^2}$$

$$k = 0.032$$

$$k_{max} = \frac{1}{2.36} = 0.4237$$

$$k_{max} k$$

$$0.4237 \times 0.0317 \text{ OK.}$$

$$P = \frac{f'c}{fy} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18}$$

$$P = \frac{210}{4200} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times 0.032}}{1.18}$$

$$P = 0.0016$$

$$P_{min} = \frac{14.1}{fy} = \frac{14.1}{4200} = 0.0034$$

$$P_b = \phi B \times \frac{f'c}{fy} \times \frac{6300}{6300 + fy}$$

$$P_b = 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{4200} \times \frac{6300}{6300 + 4200}$$

$$P_b = 0.022$$

$$P_{max} = 0.5 \times P_b = 0.5 \times 0.022 = 0.011$$

$$P_{min} \leq P \leq P_{max}$$

$$0.0034 \leq 0.0016 \leq 0.011$$

$$A_s = P \times B \times d$$

$$A_s = 0.0034 \times 100\text{cm} \times 73\text{cm}$$

$$A_s = 24.82\text{cm}^2 \rightarrow 10\emptyset 18\text{mm} = 25.45\text{cm}^2$$

$$e = \frac{B}{N^\circ \text{ de barras}}$$

$$e = \frac{100\text{cm}}{10} = 10\text{cm}$$

I. ACERO INFERIOR

$$A's = 50\% A_s$$

$$A_{s_{min}} = P_{min} B d$$

$$A's = 50\% \times 24.82\text{cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 0.0034 \times 100\text{cm} \times 73\text{cm}$$

$$A's = 12.41\text{cm}^2$$

$$A_{s_{min}} = 24.82\text{cm}^2$$

$$A_s = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{f_y} \times B \times d$$

$$A_s = \frac{0.8 \times \sqrt{210}}{4200} \times 100 \times 73$$

$$A_s = 20.15\text{cm}^2 \rightarrow 11\emptyset 16\text{mm} = 20.11\text{cm}^2$$

DISEÑO A CORTE:

$$F=9.2161\text{ Ton}$$

$$F=6.45\text{ Ton}$$

$$V_u = 1.55 \times 9.2161\text{ Ton}$$

$$V_u = 14.29\text{ Ton}$$

$$V_c = \frac{V_u}{\phi b d}$$

$$V_c = \frac{14.29 \times 10^3 \text{ kg}}{0.85 \times 100 \text{ cm} \times 73 \text{ cm}} \equiv 2.30 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{adm} = 0.53 \sqrt{f'c}$$

$$V_{adm} = 0.53 \sqrt{210 \text{ kg/cm}^2}$$

$$V_{adm} = 7.68 \text{ kg/cm}^2$$

$$V_{adm} > V_c$$

$$7.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} > \frac{2.30 \text{ kg}}{\text{cm}^2} \quad \mathbf{OK.} \quad \mathbf{NO NECESITA ESTRIBOS}$$

Por código colocamos acero con un diámetro de 10mm:

Cálculo del espaciamiento mínimo:

$$s \leq \frac{d}{4}$$

$$s \leq 18 \text{ cm}$$

$$s \leq 24\phi T$$

$$s \leq 24 \times 0.78$$

$$s \leq 19 \text{ cm}$$

$$s \leq 30 \text{ cm}$$

Basado en estas fórmulas determinamos que el espaciamiento mínimo es de 18 cm el cuál redondeamos 15 cm, desde el inicio de la viga hasta una distancia L/4 y en el centro con una distancia de L/2 se determina un espaciamiento del doble es decir 30 cm.

DISEÑO A TORSIÓN:

$$F=2.6265 \text{ Ton}$$

$$F=2.6902 \text{ Ton}$$

Cálculo del esfuerzo cortante causado por torsión:

$$V_{tu} = \frac{3 T_u}{\phi b^2 h}$$

$$V_{tu} = \frac{3 \times 2.6902 \text{ Ton} - m}{0.85 \times (100m)^2 \times 0.80m}$$

$$V_{tu} = 11.86 \frac{\text{Ton}}{m^2} = 1.18 \text{ Kg/cm}^2$$

$$V_{tu} < 0.14\sqrt{f'c}$$

$$1.18\text{kg/cm}^2 < 5.79\text{kg/cm}^2$$

No se necesita armadura ya que es mínimo el momento torsor ejercido en la viga.

Por poseer cargas y momentos iguales el diseño de las cimentaciones es igual para todas tanto en dimensiones y armado, por lo cual se ha diseñado una sola viga. La viga se encuentra sobredimensionada por lo que puede reducirse el peralte efectivo de la misma.

6.6.5.2.4. LOSA DE CIMENTACIÓN

DATOS:

$$K=800 \text{ Ton/m}^3$$

$$E=2173706.5 \text{ Ton/m}^2$$

$$L=3.50 \text{ m}$$

$$B=1.75 \text{ m} \quad H= 40 \text{ cm}$$

I. NUMERAR GRADOS DE VANOS

$$n = 1$$

II. DETERMINAR LOS GRADOS DE LIBERTAD (N°)

$$N^\circ = 2N+2$$

$$N^\circ = 2(1)+2$$

$$N^\circ = 4$$

III. GRADOS DE LIBERTAD

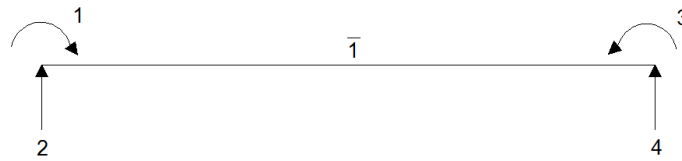


FIGURA 19. Grados de libertad

FUENTE. El investigador

La matriz de la estructura será de 4 x 4.

IV. VECTOR DE COLOCACIÓN DE CADA ELEMENTO (Vc)

Elemento 1 Vc: 1:2:3:4

V. CÁLCULO DE INERCIA (I)

$$I = \frac{B \times H^3}{12}$$

$$I = \frac{1.75m \times (0.40m)^3}{12}$$

$$I = 9.33 \times 10^{-3} m^4$$

VI. LONGITUD CARACTERÍSTICA DE LA VIGA (λ):

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4EI}{KB}}$$

$$\lambda = \sqrt[4]{\frac{4 \times 2173706.5 \times 9.33 \cdot 10^{-3}}{800 \times 1.75}}$$

$$\lambda = 2.7593 m$$

VII. RIGIDEZ DE FLEXIÓN PARA CADA MIEMBRO.

Miembro 1: $L=3.50$ m

$$C = \cos h \frac{L}{\lambda}$$

$$c = \cos \frac{L}{\lambda}$$

$$C = \cos h \frac{3.50}{2.7593}$$

$$c = \cos \frac{3.50}{2.7593}$$

$$C = 1.9183$$

$$c = 0.2978$$

$$S = \sen h \frac{L}{\lambda}$$

$$s = \sen \frac{L}{\lambda}$$

$$S = \sen h \frac{3.50}{2.7593}$$

$$s = \sen \frac{3.50}{2.7593}$$

$$S = 1.6370$$

$$s = 0.9546$$

$$K = \frac{2EI}{\lambda} \times \frac{CS - cs}{S^2 - s^2}$$

$$K = 23.7480 \times 10^3 \text{ Ton} - m$$

$$a = \frac{2EI}{\lambda} \times \frac{Cs - Sc}{S^2 - s^2}$$

$$a = 11.1739.10^3 \text{ Ton} - m$$

$$b = \frac{2EI}{\lambda^2} \times \frac{S^2 + s^2}{S^2 - s^2}$$

$$b = 10.8219.10^3 \text{ Ton}$$

$$b_0 = \frac{4EI}{\lambda^2} \times \frac{S \times s}{S^2 - s^2}$$

$$b_0 = 9.4187.10^3 \text{ Ton}$$

$$t = \frac{4EI}{\lambda^3} \times \frac{CS + cs}{S^2 - s^2}$$

$$t = 7.4801.10^3 \text{ Ton/m}$$

$$t_0 = \frac{4EI}{\lambda^3} \times \frac{Sc + Cs}{S^2 - s^2}$$

$$t_0 = 5.0646 \cdot 10^3 \text{ Ton/m}$$

VIII. MATRIZ DEL ELEMENTO:

$$K1 = \begin{Bmatrix} 23.7480 & -10.8219389 & 11.1739 & 9.418665649 \\ -10.82193887 & 7.480096715 & -9.41866565 & -5.06462418 \\ 11.1739 & -9.41866565 & 23.7480 & 10.82193887 \\ 9.418665649 & -5.06462418 & 10.8219389 & 7.480096715 \end{Bmatrix}$$

IX. MATRIZ DE LA ESTRUCTURA:

$$K = \begin{Bmatrix} 23.7480 & -10.8219389 & 11.1739 & 9.418665649 \\ -10.82193887 & 7.480096715 & -9.41866565 & -5.06462418 \\ 11.1739 & -9.41866565 & 23.7480 & 10.82193887 \\ 9.418665649 & -5.06462418 & 10.8219389 & 7.480096715 \end{Bmatrix}$$

X. VECTOR DE CARGAS.

$$Q = \begin{Bmatrix} 1.85 \\ -1.40 \\ -1.85 \\ -1.40 \end{Bmatrix}$$

XI. VECTOR DE CARGAS GENERALIZADAS (q)

$$q = Q \times K^{-1}$$

$$q = \begin{Bmatrix} 0.088160864 \\ -0.52837952 \\ -0.088160864 \\ -0.52837952 \end{Bmatrix} * 10^{-3} \quad \begin{array}{l} \text{GIRO1} \\ \text{DESP.1} \\ \text{GIRO2} \\ \text{DESP.2} \end{array}$$

XII. CONSTANTES DE INTEGRACIÓN PARA CADA VANO:

CUADRO N 05.- CONSTANTES DE INTEGRACIÓN PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE MEDIO ELÁSTICO (CARGA PUNTUAL)

CONSTANTES DE INTEGRACIÓN PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE MEDIO ELÁSTICO (CARGA PUNTUAL)					
	FACTOR	Y₁	λ * θ₁	Y₂	λ * θ₂
A1=	1	1	0	0	0
A2=	$1/(S^2 - s^2)$	$-(CS + sc)$	$-s^2$	$(Cs + Sc)$	$-Ss$
A3=	$1/(S^2 - s^2)$	$(CS + sc)$	S^2	$-(Cs + Sc)$	Ss
A4=	$1/(S^2 - s^2)$	$-(S^2 - s^2)$	$-(CS - sc)$	$2sS$	$(Sc - Cs)$

FUENTE. EL INVESTIGADOR

$$A_1 = I \times Y_1$$

$$A_1 = 0.5284 \times 10^{-3}$$

$$A_2 = \frac{1}{s^2 - S^2} \times [-(CS + sc)Y_1 - (s^2\lambda\theta_1) + (Cs + Sc)Y_2 - (Ss\lambda\theta_2)]$$

$$A_2 = -0.2408 \times 10^{-3}$$

$$A_3 = \frac{1}{s^2 - S^2} \times [(CS + sc)Y_1 + (S^2\lambda\theta_1) - (Cs + Sc)Y_2 + (Ss\lambda\theta_2)]$$

$$A_3 = 0.4840 \times 10^{-3}$$

$$A_4 = \frac{1}{s^2 - S^2} \times [(S^2 + s^2)Y_1 - ((CS - sc)\lambda\theta_1) + (2Ss)Y_2 + (Sc - Cs)\lambda\theta_2]$$

$$A_4 = -0.3471 \times 10^{-3}$$

XIII. FUERZAS Y DEFORMACIONES FINALES PARA CADA VANO:

CUADRO N 06.- EXPRESIONES FINALES DE FUERZAS Y DEFORMACIONES PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE MEDIO ELÁSTICO

EXPRESIONES FINALES DE FUERZAS Y DEFORMACIONES PARA VIGAS DE SECCIÓN CONSTANTE SOBRE MEDIO ELÁSTICO					
	FACTOR	c'C'	c'S'	s'C'	s'S'
Y=	1	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
ø	1/λ	A ₂ + A ₃	A ₁ + A ₄	-A ₁ + A ₄	-A ₂ + A ₃
M=	2EI/λ ²	-A ₄	-A ₃	A ₂	A ₁
V=	2EI/λ ³	A ₂ - A ₃	A ₁ - A ₄	A ₁ + A ₄	A ₂ + A ₃

FUENTE. EL INVESTIGADOR

Para X = 0

$$\mu = \frac{x}{\lambda}$$

$$\mu = \frac{0}{2.7593}$$

$$\mu = 0$$

$$C' = \text{Cos } h\mu = \text{cosh}0$$

$$S' = \text{Senh } \mu = \text{senh } 0$$

$$C' = 1$$

$$S' = 0$$

$$c' = \text{cos } \mu = \text{cos } 1$$

$$s' = \text{sen } \mu = \text{sen } 0$$

$$c' = 1$$

$$s' = 0$$

$$Y = 1 \times [A_1 C' c' + A_2 S' c' + A_3 C' s' + A_4 S' s']$$

$$Y = 0.00052838$$

$$M = \frac{2EI}{\lambda^2} \times [-A_4 C' c' - A_3 S' c' + A_2 C' s' + A_1 S' s']$$

$$M = 1.85 \text{ Ton} - m$$

$$V = \frac{2EI}{\lambda^3} \times [(A_2 - A_3) C' c' + (A_1 - A_4) c' S' + (A_1 + A_4) s' C' + (A_2 + A_3) S' s']$$

$$V = -1.40 \text{ Ton}$$

$$P = y \times k$$

$$P = 0.00052838 \text{ cm} \times 0.8 \text{ Kg/cm}^3$$

$$P = 0.0004227 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para } X = 0.875$$

$$\mu = \frac{x}{\lambda}$$

$$\mu = \frac{0.875}{2.7593}$$

$$\mu = 0.3171$$

$$C' = \text{Cos } h \mu = \cosh 0.3171$$

$$S' = \text{Senh } \mu = \sinh 0.3171$$

$$C' = 1.0507$$

$$S' = 0.3224$$

$$c' = \cos \mu = \cos 0.3171$$

$$s' = \text{sen } \mu = \sin 0.3171$$

$$c' = 0.9501$$

$$s' = 0.3118$$

$$Y = 1 \times [A_1 C' c' + A_2 S' c' + A_3 C' s' + A_4 S' s']$$

$$Y = 0.0005754$$

$$M = \frac{2EI}{\lambda^2} \times [-A_4 C' c' - A_3 S' c' + A_2 C' s' + A_1 S' s']$$

$$M = 0.9192 \text{Ton} - m$$

$$V = \frac{2EI}{\lambda^3} \times [(A_2 - A_3) C' c' + (A_1 - A_4) c' S' + (A_1 + A_4) s' C' + (A_2 + A_3) S' s']$$

$$V = -0.71176 \text{Ton}$$

$$P = y \times k$$

$$P = 0.0005754 \text{cm} \times 0.8 \text{Kg/cm}^3$$

$$P = 0.0004619 \text{kg/cm}^2$$

$$\text{Para } X = 1.75$$

$$\mu = \frac{x}{\lambda}$$

$$\mu = \frac{1.75}{2.7593}$$

$$\mu = 0.6342$$

$$C' = \text{Cos } h \mu = \cosh 0.6342$$

$$S' = \text{Senh } \mu = \sinh 0.6342$$

$$C' = 1.2079$$

$$S' = 0.6776$$

$$c' = \cos \mu = \cos 0.6342$$

$$s' = \text{sen } \mu = \sin 0.6342$$

$$c' = 0.8055$$

$$s' = 0.5925$$

$$Y = 1 \times [A_1 C' c' + A_2 S' c' + A_3 C' s' + A_4 S' s']$$

$$Y = 0.0005898$$

$$M = \frac{2EI}{\lambda^2} \times [-A_4 C' c' - A_3 S' c' + A_2 C' s' + A_1 S' s']$$

$$M = 0.60 \text{ Ton} - m$$

$$V = \frac{2EI}{\lambda^3} \times [(A_2 - A_3)C'c' + (A_1 - A_4)c'S' + (A_1 + A_4)s'C' + (A_2 + A_3)S's']$$

$$V = 0 \text{ Ton}$$

$$P = y \times k$$

$$P = 0.00193621 \text{ cm} \times 0.8 \text{ Kg/cm}^3$$

$$P = 0.0004718 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para } X = 2.625$$

$$\mu = \frac{x}{\lambda}$$

$$\mu = \frac{2.625}{2.7593}$$

$$\mu = 0.9513$$

$$C' = \text{Cos } h \mu = \cosh 0.9513$$

$$S' = \text{Senh } \mu = \sinh 0.9513$$

$$C' = 1.4877$$

$$S' = 1.1015$$

$$c' = \cos \mu = \cos 0.9513$$

$$s' = \text{sen } \mu = \sin 0.9513$$

$$c' = 0.5806$$

$$s' = 0.8142$$

$$Y = 1 \times [A_1C'c' + A_2S'c' + A_3C's' + A_4S's']$$

$$Y = 0.0005774$$

$$M = \frac{2EI}{\lambda^2} \times [-A_4C'c' - A_3S'c' + A_2C's' + A_1S's']$$

$$M = 0.9192 \text{ Ton} - m$$

$$V = \frac{2EI}{\lambda^3} \times [(A_2 - A_3)C'c' + (A_1 - A_4)c'S' + (A_1 + A_4)s'C' + (A_2 + A_3)S's']$$

$$V = 0.72 \text{ Ton}$$

$$P = y \times k$$

$$P = 0.0005774 \text{ cm} \times 0.8 \text{ Kg/cm}^3$$

$$P = 0.0004619 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Para } X = 3.50$$

$$\mu = \frac{x}{\lambda}$$

$$\mu = \frac{3.50}{2.7593}$$

$$\mu = 1.2684$$

$$C' = \text{Cos } h \mu = \cosh 1.2684$$

$$S' = \text{Senh } \mu = \sinh 1.2684$$

$$C' = 1.9183$$

$$S' = 1.6370$$

$$c' = \cos \mu = \cos 1.2684$$

$$s' = \text{sen } \mu = \sin 1.2684$$

$$c' = 0.2977$$

$$s' = 0.9546$$

$$Y = 1 \times [A_1 C'c' + A_2 S'c' + A_3 C's' + A_4 S's']$$

$$Y = 0.0005284$$

$$M = \frac{2EI}{\lambda^2} \times [-A_4 C'c' - A_3 S'c' + A_2 C's' + A_1 S's']$$

$$M = 1.85 \text{ Ton} - m$$

$$V = \frac{2EI}{\lambda^3} \times [(A_2 - A_3)C'c' + (A_1 - A_4)c'S' + (A_1 + A_4)s'C' + (A_2 + A_3)S's']$$

$$V = 1.40 \text{ Ton}$$

$$P = y \times k$$

$$P = 0.0005284 \text{ cm} \times 0.8 \text{ Kg/cm}^3$$

$$P = 0.0004227 \text{ kg/cm}^2$$

XIV. RESUMEN DE VALORES

CUADRO N 07.- RESUMEN DE VALORES

UBICACIÓN X (m)	DEFLEXIÓN Y (cm)	PRESIÓN P (kg/cm ²)	MOMENTO M (Ton-m)	CORTE V (Ton)
0.00	0.00052	0.00042	1.85	-1.40
0.875	0.00057	0.00046	0.91	-0.72
1.75	0.00058	0.00047	0.60	0.00
2.63	0.00057	0.00046	0.91	0.72
3.50	0.00053	0.00042	1.85	1.40

FUENTE. EL INVESTIGADOR

XV. DIAGRAMAS

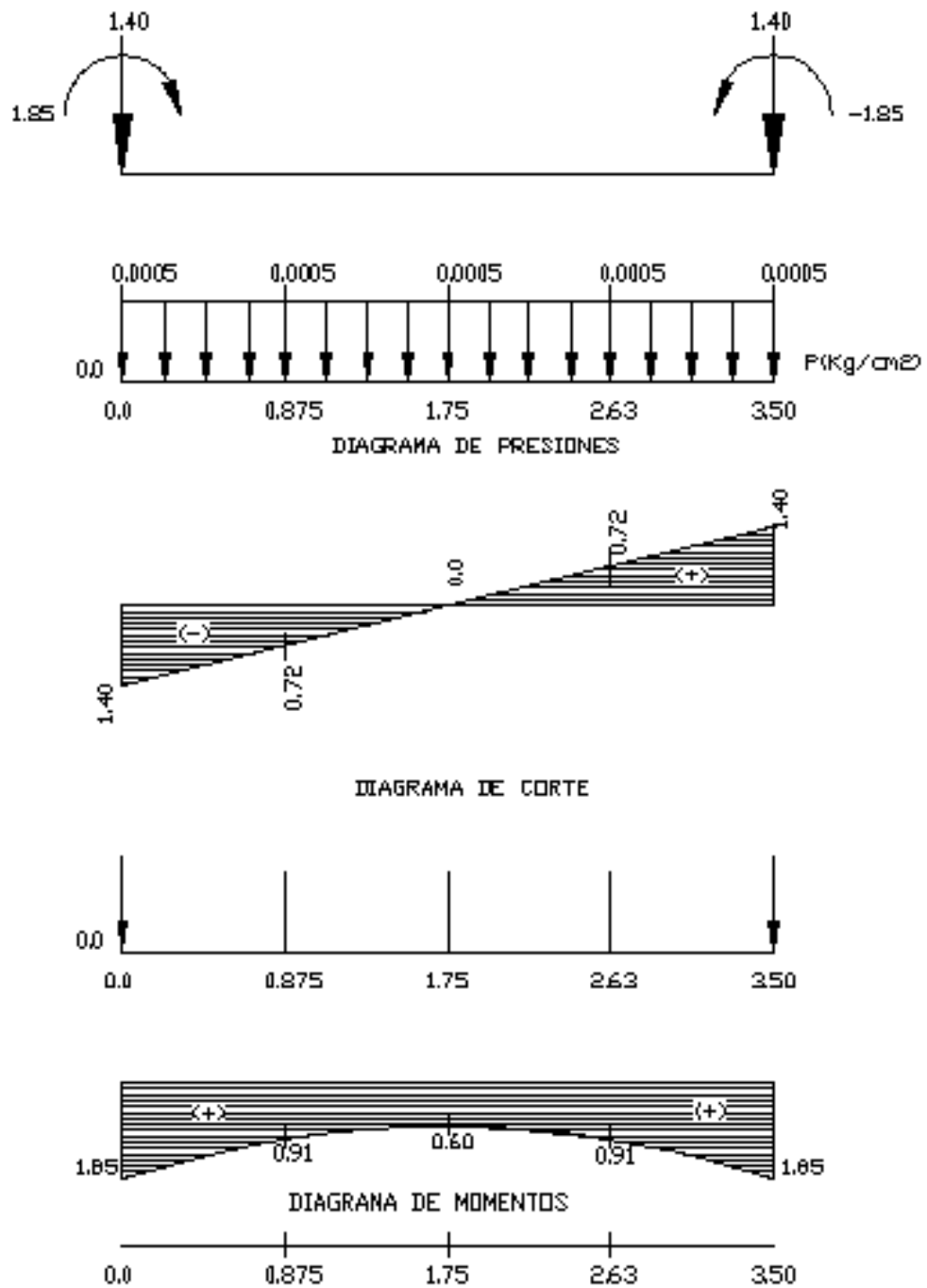


FIGURA 20. Diagramas de presión corte y momento

FUENTE. EL INVESTIGADOR

XVI. DISEÑO A FLEXIÓN

DATOS:

$$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$H = 40 \text{ cm}$$

$$d = 33 \text{ cm}$$

$$r = 7 \text{ cm}$$

$$M_u = M_s \times ft$$

$$M_u = 1.85 \text{ Ton} - m \times 1.55$$

$$M_u = 2.87 \text{ Ton} - m$$

$$k = \frac{M_u}{\phi B d^2 f'c}$$

$$k = \frac{2.87 \times 10^5 \text{ kg} - \text{cm}}{0.9 \times 175 \text{ cm} \times 33^2 \times 210 \text{ kg/cm}^2}$$

$$k = 0.007968$$

$$k_{max} = \frac{1}{2.36} = 0.426$$

$$k_{max} k$$

$$0.426 \times 0.007968 \text{ OK.}$$

$$P = \frac{f'c}{fy} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36k}}{1.18}$$

$$P = \frac{210}{4200} \times \frac{1 - \sqrt{1 - 2.36 \times 0.007968}}{1.18}$$

$$P = 0.0004003$$

$$P_{min} = \frac{14.1}{fy} = \frac{14.1}{4200} = 0.0034$$

$$P_b = \phi B \times \frac{f'c}{fy} \times \frac{6300}{6300 + fy}$$

$$P_b = 0.85 \times 0.85 \times \frac{210}{4200} \times \frac{6300}{6300 + 4200}$$

$$P_b = 0.022$$

$$P_{max} = 0.5 \times P_b = 0.5 \times 0.022 = 0.011$$

$$P_{min} \leq P \leq P_{max}$$

$$0.0034 \leq 0.000403 \leq 0.011$$

$$As = P \times B \times d$$

$$As = 0.0034 \times 175cm \times 33cm$$

$$As = 19.63cm^2 \rightarrow 13\phi 14mm = 20.01 cm^2$$

$$e = \frac{B}{N^\circ \text{ de barras}}$$

$$e = \frac{175cm}{13} = 13.46cm \approx 15cm$$

XVII. ACERO INFERIOR

$$A's = 50\% As$$

$$As_{min} = P_{min} B d$$

$$A's = 50\% \times 19.63cm^2$$

$$As_{min} = 0.0034 \times 175cm \times 33cm$$

$$A's = 9.82cm^2$$

$$As_{min} = 19.63cm^2$$

$$As = \frac{0.8 \times \sqrt{f'c}}{fy} \times B \times d$$

$$A_s = \frac{0.8 \times \sqrt{210}}{4200} \times 175 \times 33$$

$$A_s = 15.94 \text{ cm}^2 \rightarrow 8\emptyset 16 \text{ mm} = 16.08 \text{ cm}^2$$

Por ser una cimentación cuadrada el cálculo se lo ha realizado por medio de vigas de igual dimensiones por lo que el diseño es igual en las otras vigas.

6.6.5.2.5. PILAS DE CIMENTACIÓN

DATOS:

Carga Compr. Q = 13.52 Ton

Carga Tracc. U = 10.73 Ton

V_x, V_y = 1.40 Ton

Peso Torre = 3.00 Ton

Factor de seg. F_s = 3

I. DATOS DE LA PILA:

Diámetro = 1.00 m

Longitud pila = 2.70 m

Prof. Df = 2.40 m

Campana h = 0.3 0.15

Area pila = 0.79 m²

Area campana = 1.33 m²

Perímetro pila = 3.14 m

Perímetro campana = 4.08 m

X = 0.30 m γ_h = 2.30

II. DATOS DEL SUELO:**NIVEL FREÁTICO: no**

EST. N°	PROFUNDIDAD			N golp	γ_m Ton/m ³	c Ton/m ²	Φ °	γ_m' Ton/m ³	Ca Ton/m ²	K = Ka σ_h/σ_v
	de	a	m							
1	0	2,00	2,00	2	1,60	2,50	5,00	1,60	1,90	0,840
2	2,00	2,50	2,50	4	1,60	3,75	5,00	1,60	2,52	0,840
3	2,50	3,00	3,00	5	1,60	3,75	5,00	5,00	1,39	0,877

TABLA 13. Datos del suelo**FUENTE.** EL INVESTIGADOR

$$K = Ka = \frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{1 - \operatorname{sen}\left(\Phi \times \frac{\pi}{180}\right)}{1 + \operatorname{sen}\left(\Phi \times \frac{\pi}{180}\right)}$$

III. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FALLA POR FRICCIÓN:

Según Terzghi, fricción:

$$Q_f = (Ca + k \times \sigma_v \times \operatorname{tg} \Phi) \times \Delta L \times p$$

En donde:

C= Cohesión estrato Ton/m² γ_m = Densidad natural Φ = Ángulo de fricción γ_m' = Densidad nat. Sumergida

Ca= Cohesión corregida

p = Perímetro (m)

 ΔL = Espesor estratoK = relación entre σ_h/σ_v

$$\sigma_v = \gamma_m \times h$$

$$\sigma_v = 1.60 \text{ Ton/m}^3 \times 3.20 \text{ m}$$

$$\sigma_v = 3.20 \text{ Ton/m}^2$$

ESTR	σ_v	σ_v acum	$Ca+K.\sigma_v.tg\phi$	Qf fuste	Qf
Nº	t/m2	t/m2	t/m2	t	neta t
1	3.200	3.200	2.13	17.43	17.43
2	0.640	3.84	2.57	4.20	4.20

TABLA 14. Resistencia a la falla por ficción

FUENTE. EL INVESTIGADOR

Qf TOTAL = 21.63 Ton

IV. CÁLCULO DE RESISTENCIA A LA FALLA POR “PUNTA”:

$$Q_p = (1.2 \times Ca \times N_c + \sigma_v \times N_q + 0.4 \times \gamma \times B \times N_\gamma) \times A$$

Cálculo de N_c , N_q y N_γ :

$$N_q = \frac{1 + \text{sen } \phi}{1 - \text{sen } \phi} \times e^{\pi \text{tg } \phi}$$

$$N_q = \frac{1 + \text{sen } 5^\circ}{1 - \text{sen } 5^\circ} \times e^{\pi \text{tg } 5^\circ}$$

$$N_q = 1.57$$

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

$$N_c = \cot 5^\circ (1.57 - 1)$$

$$N_c = 6.51$$

$$N_\gamma = 1.5 (N_q - 1) \text{tg } \phi$$

$$N_\gamma = 1.5 (1.57 - 1) \text{tg } 5^\circ$$

$$N_\gamma = 0.08$$

$$Q_p = (22.21 + 6.30 + 0.63) \times 1.33$$

$$Q_p = 38.75$$

V. RESISTENCIA TOTAL:

$$Q_t = Q_f + Q_p$$

$$Q_t = 21.63 + 38.75$$

$$Q_t = 60.3 \text{ Ton}$$

VI. DETERMINACION DE LA CARGA ADMISIBLE

$$Q_{adm} = \frac{Q_t}{F_s}$$

$$Q_{adm} = \frac{60.3}{3}$$

$$Q_{adm} = 20.10 \text{ Ton}$$

$$F_s \text{ C} = \text{Terzaghi } 3.24 > F_s \text{ OK}$$

$$F_s \text{ T} = \text{Terzaghi } 3.82 > F_s \text{ OK}$$

$$\text{Número de Pilas/Pata} = 1$$

$$\text{Número de patas} = 4$$

$$\text{Hierro} = 14.14 \text{ cm}^2 = 13\phi 12\text{mm}$$

$$\text{Estribo} = 18.58 \text{ cm}^2$$

Por poseer cargas y momentos iguales en las cuatro patas de la torre las cimentaciones son simétricas por lo que se diseñan de igual forma.

6.6.5.2.6. CIMENTACIÓN MONOBLOQUE

I. CARGAS DE DISEÑO PARA EL MONOBLOQUE:

Momento de Diseño: 22.258 T-m

Cargas Verticales de Diseño: 3.075 T

Cortante de diseño: 1.534 T

FUERZAS:

$$H= 22.10 \text{ m}$$

$$F= 1.01 \text{ T}$$

$$P= 19.56 \text{ T}$$

$$K_s= 2.00 \text{ kg/cm}^2/\text{cm}$$

$$\gamma_{\text{horm}}= 2.30 \text{ T/m}^3$$

II. CÁLCULO DEL MOMENTO DE VUELCO:

$$M_s= F \times (H+2/3xh)$$

$$M_s= 1.01 \text{ T} \times (22.10 \text{ m} + 2/3 \times 2.50)$$

$$M_s= 24 \text{ T} - \text{m}$$

III. CÁLCULO DEL MOMENTO ESTABILIZADO TERRENO:

$$M_o= 0.139 \times K_s \times B \times h^4 + 0.88 \times B^3 \times h$$

$$M_o= 0.139 \times 2 \times 1.60 \times 2.50^4 + 0.88 \times 1.60^3 \times 2.50$$

$$M_o= 26 \text{ t-m}$$

IV. CÁLCULO DEL MOMENTO CARGAS VERTICALES:

$$M_r= M_o + 0.40 \times P \times B$$

$$M_r= 26 + 0.40 \times 19.56 \times 1.60$$

$$M_r= 39 \text{ t} - \text{m}$$

$$\frac{M_r}{M_s} > F_s$$

$$\frac{M_r}{M_s} = \frac{39}{24} = 1.63$$

1.63 > 1.50 OK.

V. ACERO:

Fs cuantía: 0.18%

As long.= 46.08 cm²

Φ14 = 1.54

Nº de varillas = 30

Long. As. P = 3.20 m

Perim. Espaci. 5.28 m

Esp. long: 18 cm

Estribos: Φ8 cm

Nº Estribos: 11

Nº Estribos: 5

Long. Estrib: 5.94 m

Peso Hierro: 153.23 Kg

6.7 METODOLOGÍA. MODELO OPERATIVO

6.7.1. ESTABLECIMIENTO DE COSTOS

A continuación se presenta un presupuesto referencial de la cada uno de los tipos de cimentaciones así como también el análisis de precios unitarios de cada rubro tomado en cuenta para la realización de nuestro proyecto:

TABLA 15. PRESUPUESTO REFERENCIAL PARRILLA DE CIMENTACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	Limpieza manual del terreno	m2	36,00	0,82	29,52
2	Replanteo y Nivelacion	m2	19,36	1,06	20,52
3	excavacion de Cimientos manual	m3	38,72	10,69	413,92
4	Relleno manual compactado	m3	23,23	6,65	154,48
5	Hormigon Simple $f_c=210\text{Kg/cm}^2$	m3	10,00	122,29	1222,90
6	Acero de refuerzo	kg	1002,00	2,77	2775,54
7	Transporte del material	m3	9,00	3,78	34,02
8	Encofrado	m2	26,12	8,45	220,714
					4871,61

FUENTE. EL INVESTIGADOR

TABLA 16. PRESUPUESTO REFERENCIAL LOSA DE CIMENTACIÓN

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	Limpieza manual del terreno	m2	25,00	0,82	20,50
2	Replanteo y Nivelacion	m2	12,25	1,06	12,99
3	excavacion de Cimientos manual	m3	24,5	10,69	261,91
4	Relleno manual compactado	m3	17,15	6,65	114,05
5	Hormigon Simple $f_c=210\text{Kg/cm}^2$	m3	7,00	122,29	856,03
6	Acero de refuerzo	kg	555,00	2,77	1537,35
7	Transporte del material	m3	9,00	3,78	34,02
8	Encofrado	m2	12,25	8,45	103,51
					2940,35

FUENTE. EL INVESTIGADOR

TABLA17. PRESUPUESTO REFERENCIAL CIMENTACIÓN PILA

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	Limpieza manual del terreno	m2	25,00	0,82	20,50
2	Replanteo y Nivelacion	m2	12,25	1,06	12,99
3	excavacion de Cimientos manual	m3	7,86	10,69	84,02
4	Relleno manual compactado	m3	0,00	6,65	0,00
5	Hormigon Simple $f_c=210\text{Kg/cm}^2$	m3	8,81	122,29	1077,37
6	Acero de refuerzo	kg	106,80	2,77	295,84
7	Transporte del material	m3	9,00	3,78	34,02
8	Encofrado	m2	0,00	8,45	0,00
TOTAL					1524,74

FUENTE. EL INVESTIGADOR

TABLA 18. PRESUPUESTO REFERENCIAL CIMENTACIÓN MONOBLOQUE

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	P.TOTAL
1	Limpieza manual del terreno	m2	6,25	0,82	5,13
2	Replanteo y Nivelacion	m2	2,10	1,06	2,23
3	excavacion de Cimientos manual	m3	6,40	10,69	68,42
4	Relleno manual compactado	m3	0,00	6,65	0,00
5	Hormigon Simple $f_c=210\text{Kg/cm}^2$	m3	7,17	122,29	876,82
6	Acero de refuerzo	kg	153,23	2,77	424,45
7	Transporte del material	m3	9,00	3,78	34,02
8	Encofrado	m2	0,00	8,45	0,00
				TOTAL	1411,05

FUENTE. EL INVESTIGADOR

6.7.2. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 1 de 9

PROYECTO:

CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Limpieza manual del terreno

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
Herramienta Menor (5% Mano Obra)					0.03	
MANO DE OBRA					PARCIAL M	0.03
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R	
peon	1.00	2.44	2.44	0.267	0.65	
MATERIALES					PARCIAL N	0.65
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B		
TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B		
PARCIAL P						
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					0.68	
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					0.14	
OTROS INDIRECTOS (%X)						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					0.82	
VALOR OFERTADO					0.82	

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 19. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 2 de 9

PROYECTO: CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Replanteo y Nivelacion

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta Menor (5% Mano Obra)					0.03
Equipo Topografico	1.00	2.00	2.00	0.080	0.16
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.19
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Topografo	1.00	2.54	2.54	0.080	0.20
Peon	2.00	2.44	4.88	0.080	0.39
MATERIALES					PARCIAL N
					0.59
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Estacas	u	0.15	0.28	0.04	
Pintura anticorrosiva	gal	0.002	17.00	0.03	
Clavos	kg	0.02	1.40	0.03	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					0.10
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					0.88
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					0.18
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1.06
VALOR OFERTADO					1.06

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 20. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 3 de 9

PROYECTO: CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: excavacion de Cimientos manual

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta Menor (5% Mano Obra)			-		0.42
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.42
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Peon	1.00	2.44	2.44	3.5	8.49
MATERIALES					PARCIAL N
					8.49
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
TRANSPORTE					PARCIAL O
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					8.91
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					1.78
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10.69
VALOR OFERTADO					10.69

GABRIELA CAÑAR
Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 21. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 5 de 9

PROYECTO:

CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Hormigon Simple f'c=210Kg/cm2

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor (5% Mano Obra)					0.89
Concreteira	1.00	5.00	5.00	1.46	7.28
Vibrador	1.00	2.00	2.00	1.46	2.91
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					11.08
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Albanil	2.00	2.47	4.94	1.46	7.19
Peon	3.00	2.44	7.32	1.46	10.65
MATERIALES					PARCIAL N
					17.84
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Cemento	saco	7.20	7.50	54.00	
Grava	m3	0.95	14.51	13.78	
Arena	m3	0.65	8.00	5.20	
Agua	m3	0.24	0.04	0.01	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					72.99
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					101.91
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					20.38
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					122.29
VALOR OFERTADO					122.29

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 23. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 6 de 9

PROYECTO: CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO: Acero de refuerzo

UNIDAD: kg

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA / HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Herramienta Menor (5% Mano Obra)					0.03
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.03
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD	JORNAL/HORA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNIT.
	A	B	C = A*B	R	D = C*R
Albanil	1.00	2.47	2.47	0.080	0.20
Ayudante de albanil	2.00	2.44	4.88	0.080	0.39
MATERIALES					PARCIAL N
					0.59
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT	COSTO	
		A	B	C = A*B	
Alambre de amarre galvanizado	kg	0.03	1.26	0.03	
Hierro corrugado	kg	1.30	1.28	1.66	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					1.69
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
		A	B	C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					2.31
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					0.46
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.77
VALOR OFERTADO					2.77

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 24. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 7 de 9

PROYECTO:

CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Material de relleno

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta Menor (5% Mano Obra)					0.56
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					0.56
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Peón	2.00	2.44	4.88	2.286	11.16
MATERIALES					PARCIAL N
					11.16
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Material de relleno del lugar	m3	1.000	2.40	2.40	
TRANSPORTE					PARCIAL O
					2.40
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					14.12
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					2.82
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					16.94
VALOR OFERTADO					16.94

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 25. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 8 de 9

PROYECTO:

CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Transporte del material

UNIDAD: m3

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
volquete	1.00	20.00	20.00	0.133	2.66
MANO DE OBRA					PARCIAL M
					2.66
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
chofer E	1.00	3.68	3.68	0.133	0.49
MATERIALES					PARCIAL N
					0.49
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
TRANSPORTE					
					PARCIAL O
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
					PARCIAL P
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					3.15
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					0.63
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.78
VALOR OFERTADO					3.78

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 26. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO

NOMBRE DEL OFERENTE: GABRIELA CAÑAR

hoja 9 de 9

PROYECTO:

CIMENTACIONES PARA TORRES DE LINEA DE TRANSMISION

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

RUBRO:

Encofrado

UNIDAD: m2

DETALLE:

EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA / HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
Herramienta menor (5%M.O)					0.18
MANO DE OBRA PARCIAL M					0.18
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C = A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNIT. D = C*R
albanil	1.00	2.47	2.47	0.500	1.24
Peon	2.00	2.44	4.88	0.500	2.44
MATERIALES PARCIAL N					3.68
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT B	COSTO C = A*B	
Pieza de madera	m	1.00	0.53	0.53	
Puntales	UNIDAD	1.00	1.10	1.10	
Tabla de encofrado	UNIDAD	0.60	2.00	1.20	
Clavos	kg	0.25	1.40	0.35	
TRANSPORTE PARCIAL O					3.18
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C = A*B	
PARCIAL P					
TOTAL COSTOS DIRECTOS X = (M+N+O+P)					7.04
INDIRECTOS Y UTILIDAD (% 20.00%)					1.41
OTROS INDIRECTOS (%X)					
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.45
VALOR OFERTADO					8.45

GABRIELA CAÑAR

Ambato, Diciembre de 2011

TABLA N 27. ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

FUENTE. EL INVESTIGADOR

6.8. ADMINISTRACIÓN

El control y la administración del proyecto estarán a cargo de la Empresa Eléctrica Ambato S.A.

6.9. PREVISIÓN DE LA EVALUACIÓN

En la etapa inicial de nuestro proyecto, se procederá a realizar el replanteo de la línea y la ubicación de los puntos donde se ubicarán las torres, al mismo tiempo que se procederá a realizar el transporte de los materiales hacia los diferentes sitios de la obra.

Una vez cumplida la primera etapa, se realizará las excavaciones para la construcción de las cimentaciones.

La tercera etapa del proyecto comprende la construcción de las cimentaciones de acuerdo a las especificaciones detalladas en el diseño del proyecto y en los planos adjuntos.

Finalmente, se realizará la comprobación de las distancias entre los ejes para posteriormente realizar el montaje de las estructuras y del cableado de la línea de sub transmisión, se realizará las pruebas de resistencia del hormigón respectivas, esta etapa estará a cargo de la institución o empresa constructora del proyecto.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

1. BIBLIOGRAFÍA

- (Mecánica de Suelos, Ing. Aníbal Ávila, Universidad Central del Ecuador, Quito 2004,31 pg.)
- (Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996, 159 pg.)
- . (Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. das, 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 126 pg.)
- (Ingeniería de Fundaciones, Manuel Delgado Vargas, Ed. Escuela colombiana de Ingeniería, Santa Fé – Bogotá, 1996, 136 pg.)
- (Notas de clase Obras Civiles, Ing. Carlos de la Torre.)
- (Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.)
- (Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.)
- (Ingeniería de Cimentaciones, Ralph B. Peck, Walter E. Hanson, Thomas H. Thornburn, 2da. Ed., México, 267 pg.)
- (Principios de Ingeniería de Cimentaciones, Braja M. Das. 5ta. Ed., California State University, Sacramento, 258 pg.)

LINKOGRAFIA

- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>
- <http://es.wikipedia.org/wiki/Cimentaci%C3%B3n>
- <http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/3284/7/53977-7.pdf>
- http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036794
- http://www.mapfre.com/documentacion/publico/i18n/catalogo_imagenes/grupo.cmd?path=1036794),(<http://publiespe.espe.edu.ec/academicas/hormigon/hormigon08-a.htm>

ANEXOS

ANEXO 1

INFORME DEL ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO "LINEA DE S/T PUYO - MUSHULLACTA "

ANTECEDENTES

A solicitud de la Empresa Eléctrica de Ambato S. A. se procedió a realizar el estudio de suelos para el diseño de las cimentaciones de las estructuras del mencionado proyecto ubicado en la provincia de Pastaza y paralela a la vía Puyo-Mushullacta-Macas.

El estudio comprende en síntesis la determinación de la naturaleza y características físico resistentes del suelo en el área indicada.

TRABAJOS REALIZADOS

TRABAJOS DE CAMPO

Comprende perforaciones mediante ensayos de penetración estándar con toma de muestras en 19 torres de retención y perforaciones con identificación manual en 112 torres de suspensión.

Se realizó para el efecto perforaciones de 5m de profundidad cada una con toma de muestras cada 50 cm. de profundidad para los ensayos de clasificación, así como la descripción manual visual del tipo de suelo encontrado a diferentes profundidades.

TRAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas se realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad natural del suelo, deduciendo con ello la clasificación por el sistema unificado (SUCS) y clasificación AASHTO (Ver resultados de los ensayos).

TRABAJOS DE GABINETE

Comprende el análisis de los resultados de los ensayos de campo (SPT) y de laboratorio; y también la determinación de la capacidad de soporte del suelo a diferentes profundidades y las respectivas conclusiones y recomendaciones.

CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO

De los resultados del estudio realizado se concluye que el suelo en general está constituido por limos y arcillas arenosas de color que varía entre blanco, amarillo, rojo y pardo; cuya resistencia va de baja a mediana.

A continuación damos a conocer los datos de resistencia del suelo a diferentes profundidades tomando como referencia el nivel actual del terreno.

Para calcular el trabajo admisible del suelo (q_a) se ha considerado los ensayos de penetración estándar (SPT) tomando los valores de N (número de golpes) promedios mínimos a los diferentes niveles en cada una de las perforaciones. También se ha considerado los parámetros resultantes de los ensayos triaxiales realizados en el estudio preliminar de la línea.

Para calcular el trabajo admisible del suelo (q_a), en función de estos parámetros se ha utilizado la fórmula general de Terzaghi:

$$q_c = c.N_c + \gamma.D_f.N_q + \frac{1}{2}B.\gamma.N_\gamma$$

$$q_c = q_{ult}$$

Siendo q_c = carga máxima de falla

De esta manera se obtuvo un valor de $q_a = 0.52 \text{ Kg/cm}^2$.
como trabajo admisible del suelo.

PARA UNA ARCILLA MEDIA ($q_u = 0.5$)
± 125 gr 1.3 - 4 kg/cm²
SUBSUELO USAR 2.5 kg

Por otro lado los cálculos con el ensayo SPT están basados en los criterios de Terzaghi y Meyerhof considerando un asentamiento máximo de 2.50cm. y un factor de seguridad $F_s = 3$. $\therefore q_{ul} = F_s \times q_0$.

$$q_{ul} = 3 \times 0.52 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} = 1.56 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

De los resultados de los ensayos de campo y laboratorio se concluye además que el suelo es similar en toda la extensión que comprende la línea estudiada, cuyas resistencias a diferentes profundidades se resume en el siguiente cuadro:

NIVEL DE REFERENCIA: 0.0 (= NIVEL ACTUAL DEL TERRENO)

Valores de "N"	Nivel	Profundidad	TRABAJO ADMISIBLE DEL SUELO (q_a)	MODULO DE BALASTO (K)	ANGULO DE FRICCIÓN
01	0.00 m	0.00 m	0.20 Kg/cm ²	0.40 Kg/cm ² /cm	5°
01	- 0.50 m	0.50 m	0.50 Kg/cm ²	0.40 Kg/cm ² /cm	5°
01	- 1.00 m	1.00 m	0.50 Kg/cm ²	0.40 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 1.50 m	1.50 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 2.00 m	2.00 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 2.50 m	2.50 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 3.00 m	3.00 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
04	- 3.50 m	3.50 m	0.70 Kg/cm ²	1.60 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 4.00 m	4.00 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 4.50 m	4.50 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°
02	- 5.00 m	5.00 m	0.50 Kg/cm ²	0.80 Kg/cm ² /cm	5°

NOTA: Las profundidades indicadas en el cuadro anterior están contadas desde el nivel actual del terreno (2009/05/16).

NIVEL FREÁTICO: no detectado.

RECOMENDACIONES PARA LAS CIMENTACIONES

Se recomienda los siguientes datos de cimentación:

**Nivel de cimentación Df = - 2.00m. del nivel actual del terreno)
(prof. = 2.00m.)**

Trabajo admisible del suelo $q_a = 0.50 \text{ Kg/cm}^2$

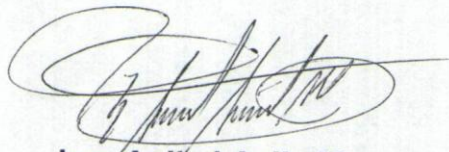
Tipo de cimentación: losa de cimentación soportando columnas de hormigón.

RECOMENDACIONES

1.- En el caso de que una estructura se ubicara en pendiente y sea necesario de usar extensión de ladera, la cimentación tipo losa será sustituida por dos zapatas corridas (vigas de cimentación) cuyas áreas sumadas sean iguales al área de la losa.

2.-El material a usarse para el relleno será la mezcla del material extraído de las excavaciones y otro material de préstamo que tenga las características de granular, no plástico y elevado peso unitario de modo que la mezcla compactada a máxima densidad Próctor modificado, tenga por lo menos un peso unitario seco de 1800 kg./ m³.

Atentamente



Ing. Anibal Avila M.

Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentos

Tlf: 2 540-964 / 09 9 834-331

REGISTRO
DE LAS
PERFORACIONES

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA		PERF. E-0													
UBICACIÓN: ESTRUCTURA E-0		RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (No. de golpes)													
PROF. (m)	No. GOLPES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCION Tipo, color, consistencia	MUESTRAS ALTERADAS											
				GRANULOMETRIA			LIMITES			Wn (%)					
				# 4	# 10	# 40	# 200	LL	IP	Wn	G	SUCS			
1.0	2		Limo arenoso color pardo amarillento.												
1.5	3														
2.0	5														
2.5	6		Limo arenoso color amarillo.												
3.0	6														
3.5	5		Limo arenoso color amarillo pálido.												
4.0	3														
4.5	2		Arcilla arenosa color blanco.												
5.0	2														
				100	100	100	99	73	35	60			MH		

Wn = Contenido de humedad %
 LL = Límite Líquido
 IP = Índice Plástico
 G = Gravedad específica (Húmedo)

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA		PERF. E-40									
UBICACIÓN: ESTRUCTURA E-40		RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (No. de golpes)									
PROF. (m)	No. GOLPES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCION Tipo, color, consistencia	MUESTRAS ALTERADAS				SUCS			
				GRANULOMETRIA		LIMITES					
				# 4	# 10	# 40	# 200	LL	IP	Wh (%)	G gr/cm3
1.0	2		Limo arenoso color pardo verdoso.								
1.5	5		Limo arenoso color pardo amarillento.								
2.0	7										
2.5	7			100	100	98	79	47	16	60	ML ₄₀
3.0	5		Limo arenoso color amarillo pálido.								
3.5	4										
4.0	2		Arcilla arenosa color blanco.								
4.5	1										
5.0	2		Arcilla arenosa color pardo amarillento.								

W_n = Contenido de humedad %
 LL = Limite Líquido
 IP = Índice Plástico
 G = Gravedad específica (Húmedo)

PROYECTO: L/T PUYO-MUSHULLACTA		PERF. E-48		Wn = Contenido de humedad % LL = Limite Líquido IP = Indice Plástico G = Gravedad específica (Húmedo)										
UBICACIÓN: ESTRUCTURA E-48		DESCRIPCIÓN Tipo, color, consistencia		MUESTRAS ALTERADAS										
PROF. (m)	No. GOLFES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCIÓN	RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (No. de golpes)										
				GRANULOMETRIA		LIMITES		Wn (%)		G gr/cm3		SUCS		
				# 4	# 10	# 40	# 200	LL	IP	Wn	G	SUCS		
1.0	2		Limo arenoso orgánico color pardo											
1.5	2		Limo arenoso color pardo amarillento.											
2.0	3		Arcilla arenosa color amarillo pálido.											
2.5	3		Arcilla arenosa color blanco	100	100	99	59	68	46	77	1,46		CH	
3.0	6		Arcilla arenosa color blanco											
3.5	10		Arcilla arenosa color blanco											
4.0	10		Arcilla arenosa color blanco											
4.5	9		Arcilla arenosa color amarillo rojizo.											
5.0	9		Arcilla arenosa color amarillo rojizo.											

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA		PERF. E-97		Wn = Contenido de humedad % LL = Límite Líquido IP = Índice Plástico G = Gravedad específica (Húmedo)										
UBICACIÓN: ESTRUCTURA E-97		DESCRIPCIÓN Tipo, color, consistencia		RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (No. de golpes)										
PROF. (m)	No. GOLPES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCIÓN	MUESTRAS ALTERADAS										
				GRANULOMETRIA		LIMITES		Wn (%)		G gr/cm3		SUCS		
				# 4	# 10	# 40	# 200	LL	IP	Wn	G	SUCS		
1.0	1		Limo arenoso color pardo amarillento.											
1.5	2													
2.0	3													
2.5	3													
3.0	5													
3.5	7		Limo arenoso color pardo rojizo											
4.0	9													
4.5	9													
5.0	9													

PERFILES ESTRATIGRÁFICOS DEL
SUELO PARA LAS ESTRUCTURAS
INTERMEDIAS

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E1		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo.
3.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color amarillo verdoso.

ESTRUCTURA E2		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo.
3.0		
4.0		Limo arenoso color pardo amarillento..
5.0		

ESTRUCTURA E3		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		
3.0		Limo arenoso color pardo.
4.0		Limo arenoso color pardo amarillento..
5.0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E4		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo.
3.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4.0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5.0		Arcilla arenosa color biaco.

ESTRUCTURA E5		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento..
3.0		Limo arenoso color amarillo pálido.
4.0		Arcilla arenosa color blanco..
5.0		

ESTRUCTURA E41		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color gris verdoso.
3.0		Arcilla arenosa color blanco verdoso..
4.0		Arcilla arenosa color blanco .
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E42		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		Limo arenoso color pardoamarillento.
3.0		Limo arenoso color amarillo pálido.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

ESTRUCTURA E44		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color blanco verdoso.
4.0		Arcilla arenosa color blanco.
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarill.

ESTRUCTURA E45		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1		Limo arenoso orgánico color gris verdoso.
2.0		Arcilla arenosa color blanco verdoso.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color pardo ama-
5.0		rillento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E47		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo amarillento. verdoso.
2,0		Limo arenoso color amarillo.
3,0		Arcilla arenosa color blanco..
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E48		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color blanco..
5,0		

ESTRUCTURA E50		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento..
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E51		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color blanco .
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E52		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo .
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color blanco..
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E53		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E55		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardoamarillento..
3,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E56		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		

ESTRUCTURA E57		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		
3,0		Arcilla arenosa color rojo.
4,0		
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA

UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES

FECHA:

ESTRUCTURA E58		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Arcilla arenosa color rojo.
3,0		Arena arcillosa color rojo oscuro.
4,0		Arcilla arenosa color rojo.
5,0		

ESTRUCTURA E59		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo oscuro.
2,0		Arena arcillosa color rojo oscuro.
3,0		Arcilla arenosa color rojo oscuro.
4,0		Arcilla arenosa color rojo.
5,0		

ESTRUCTURA E60		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E61		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E62		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color amarillito pálido.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E63		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo .
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		

ESTRUCTURA E64		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E65		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color gris verdoso.
3,0		Arcilla arenosa color blanco.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E66		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color gris verdoso.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color gris verdoso.
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E67		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E68		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarill pálido.
4,0		Arcilla arenosa color blanco..
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E69		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E70		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color gris rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color rojo.

ESTRUCTURA E71		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		

ESTRUCTURA E72		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color rojo pálido.
5,0		Arcilla arenosa color rojo.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E73		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0	Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4,0	
5,0	

ESTRUCTURA E75		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
2,0	Limo arenoso color pardo claro.
3,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0	Arcilla arenosa color rojo pálido.

ESTRUCTURA E76		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo.
2,0	
3,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0	
5,0	

ESTRUCTURA E78		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo.
2,0	
3,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0	
5,0	

ESTRUCTURA E79		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	
2,0	
3,0	
4,0	
5,0	

ESTRUCTURA E80		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0	Limo arenoso color pardo.
3,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0	

ESTRUCTURA E81		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
2,0	Limo arenoso color pardo.
3,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E82		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo.
2,0	Limo arenoso color pardo.
3,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0	Arcilla arenosa color blanco pálido.
5,0	

ESTRUCTURA E83		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0	Limo arenoso color pardo.
3,0	Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E84		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E85		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E87		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E88		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E91		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E92		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color amarillo verdoso.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E86		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E90		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E93		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VERTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E94		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E95		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E96		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E98		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E99		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
2,0		
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E100		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso pardo amarillento.
2,0		Limo arenoso color rojo intenso.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E101		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color rojo intenso.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		

ESTRUCTURA E102		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

ESTRUCTURA E103		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillento.
4,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E104		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Limo arenoso color amarilllo pálido.
4.0		Arcilla arenosa color pardo b lanco.
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E115		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color pardo oscuro.
5.0		

ESTRUCTURA E116		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5.0		Arcilla arenosa color rojo.

ESTRUCTURA E117		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color rojo.

ESTRUCTURA E118		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo.
2.0		Limo arenoso color rojo amarillento.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color rojo.
5.0		

ESTRUCTURA E119		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E120		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2.0		Limo arenoso color pardo.
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

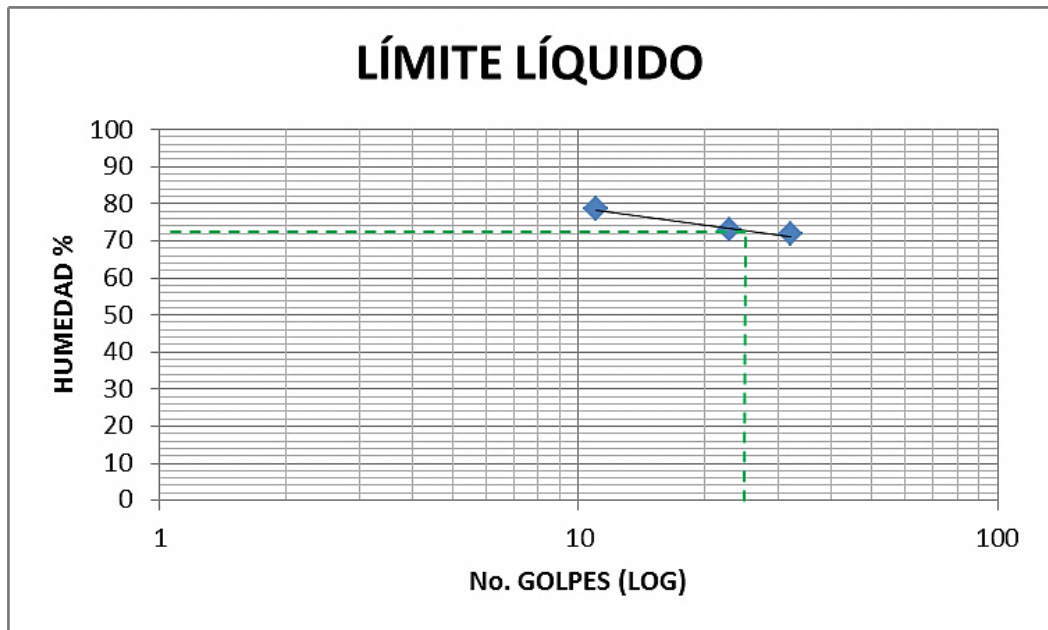
ESTRUCTURA E121		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo
2.0		
3.0		
4.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5.0		

ESTRUCTURA E122		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
2.0		
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		
5.0		

RESULTADOS
DE LOS
ENSAYOS

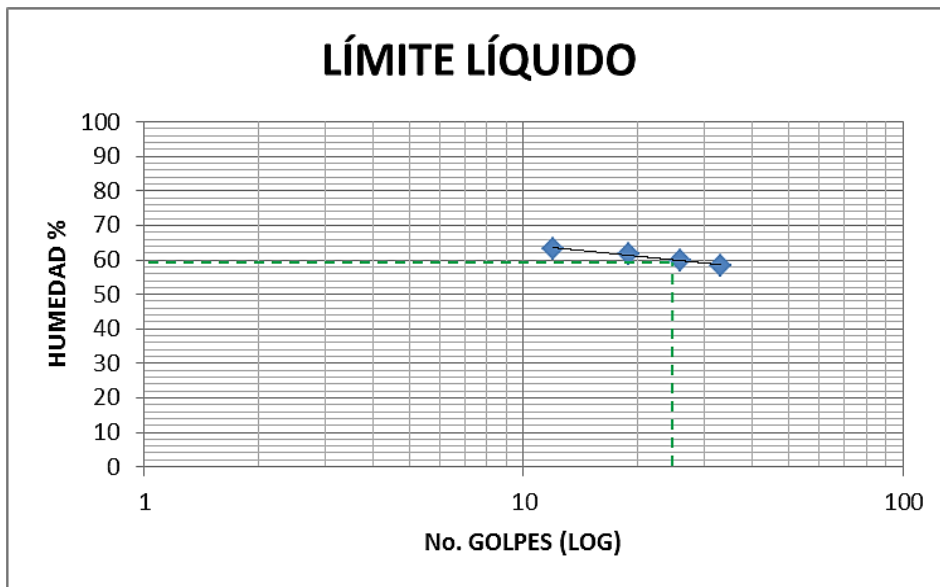
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: PE-0					
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E0-1					
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 2,00-2,50m.					
FECHA:							
		GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA			71,06	52,06	20,65	60,49	
		log	70,97	51,97	20,53	60,43	60,46
2.- LIM. LIQUIDO		32	1,51	35,39	29,19	20,24	71,68
		23	1,36	39,11	31,21	20,41	73,15
		11	1,04	39,34	30,34	18,88	78,53
		11	1,04	39,34	30,34	18,88	78,53
3.- LÍMITE PLÁSTICO			13,79	11,38	5,1	38,78	
			11,77	10,02	5,35	37,47	37,92
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN			
W HUM. = 103,89		W SECO = 64,74		IGRAVA		0	
TAMIZ		W RET.		% RET.		% PASA	
1"		0		0		100	
3/4"		0		0		100	
1/2"		0		0		100	
3/8"		0		0		100	
N. 04		0		0		100	
N. 10		0		0		100	
N. 40		0,1		0		100	
N. 200		0,36		1		99	
				ARENA		1	
				FINOS		99	
				LL=		73	
				LP=		38	
				IP=		35	
				CLASIFICACIÓN:			
				SUCS:		MH	
				AASHTO:		A-7-5	
				IG (76):		45	



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

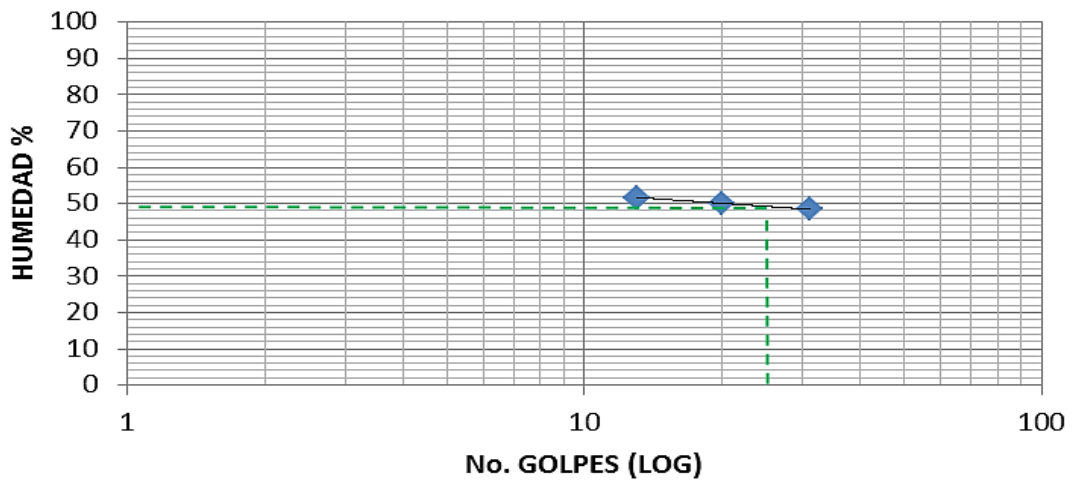
PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: PE-6					
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E6-1					
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 2,00-2,50m.					
FECHA:							
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO	
1.- CONTENIDO DE AGUA		49,36	36,75	8,16	44,11		
	log	56,38	41,56	8,16	44,37	44,24	
2.- LIM. LIQUIDO		12	1,08	21,29	16,2	8,16	63,31
	19	1,28	21	16,1	8,16	61,71	
	26	1,41	21,04	16,22	8,16	59,8	
	33	1,52	21,53	16,6	8,16	58,41	59,97
3.- LÍMITE PLÁSTICO		20,37	16,68	8,24	43,72		
		20,38	16,69	8,24	43,67	43,69	
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN			
W HUM. = 134,59		W SECO = 93,31		GRAVA 0			
TAMIZ		W RET.		% RET.		% PASA	
1"		0		0		100	
3/4"		0		0		100	
1/2"		0		0		100	
3/8"		0		0		100	
N. 04		0		0		100	
N. 10		0		0		100	
N. 40		22,25		24		76	
N. 200		38,86		42		58	
				CLASIFICACIÓN:			
				SUCS: MH			
				AASHTO: A-7			
				IG (76): 10			



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: PE-23				
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E23-1				
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 2,00-2,50m.				
FECHA:						
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		73,32	57,44	18,67	40,96	
	log	67,38	52,95	18,42	41,79	41,37
2.- LIM. LIQUIDO	31	1,49	35,48	30,65	20,68	48,45
	20	1,3	35	29,75	19,25	50
	13	1,11	36,5	30,42	18,66	51,7
	13	1,11	36,5	30,42	18,66	51,7
3.- LÍMITE PLÁSTICO		17	15,85	12,08	30,5	
		9,26	8,32	5,24	30,52	30,51
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. = 105,3		W SECO = 74,48		GRAVA 0		
TAMIZ		% RET.		ARENA 40		
W RET.		% PASA		FINOS 60		
1"	0	0	100	LL= 49		
3/4"	0	0	100	LP= 31		
1/2"	0	0	100	IP= 18		
3/8"	0	0	100	CLASIFICACIÓN:		
N. 04	0	0	100	SUCS: ML		
N. 10	10,15	14	86	AASHTO: A-7-5		
N. 40	21,65	29	71	IG (76): 10		
N. 200	30	40	60			

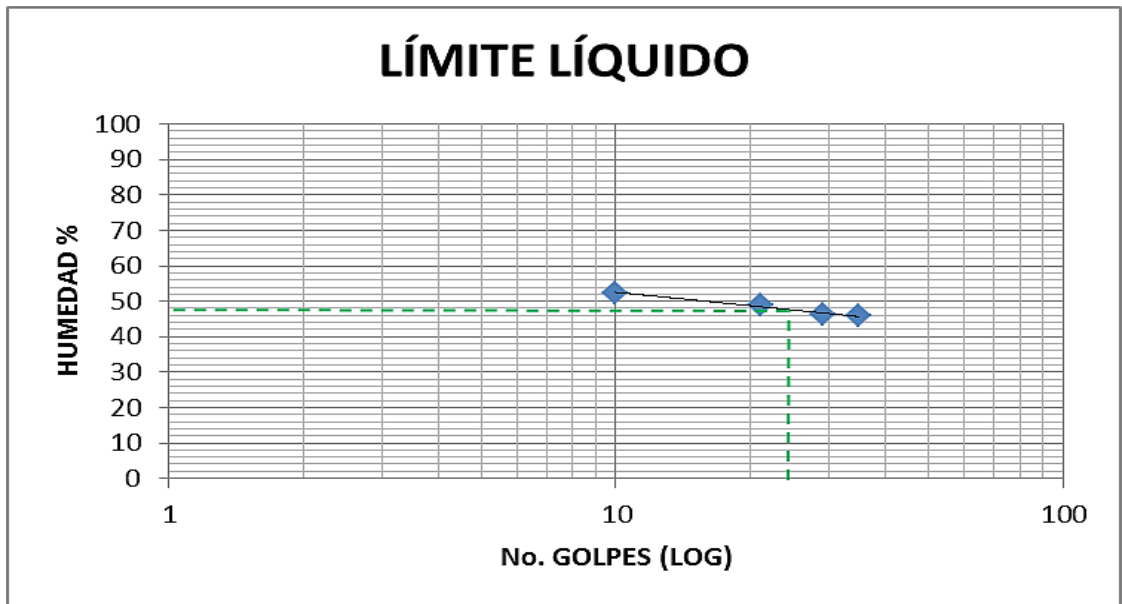
LÍMITE LÍQUIDO



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

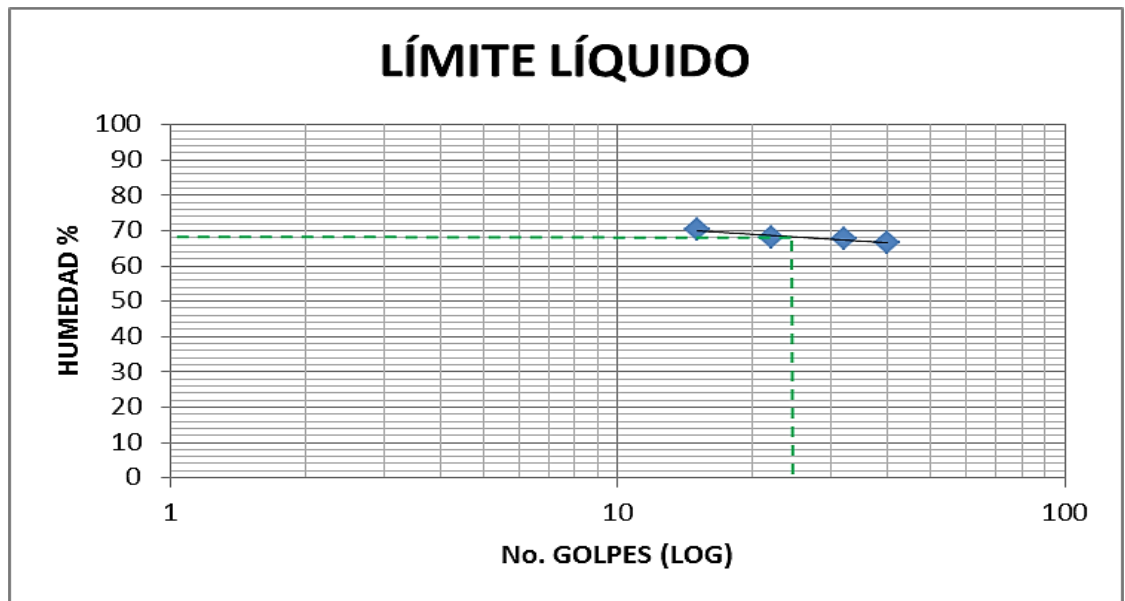
PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: P-E40				
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E40-1				
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 2,00-2,50m.				
FECHA:						
GOLPES		W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		64,52	43,55	8,38	59,62	
log		67,00	43,08	8,31	59,61	59,62
2.- LIM. LIQUIDO						
	35	1,54	26,52	20,82	8,36	45,75
	29	1,46	27,85	21,69	8,39	46,32
	21	1,32	28,83	22,16	8,49	48,79
	10	1,00	28,13	21,29	8,25	52,45
3.- LÍMITE PLÁSTICO		18,39	16,03	8,5	31,34	
		14,81	12,67	5,55	30,23	30,79
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. = 105,3		W SECO = 74,48		GRAVA 0		
TAMIZ		W RET.	% RET.	% PASA	ARENA 21	
1"		0,00	0,00	100	FINOS 79	
3/4"		0,00	0,00	100	LL= 47,00	
1/2"		0,00	0,00	100	LP= 31,00	
3/8"		0,00	0,00	100	IP= 16,00	
N. 04		0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN:	
N. 10		0,00	0,00	100	SUCS: ML	
N. 40		1,35	2,00	98	AASHTO: A-7	
N. 200		18,75	21	79	IG (76): 16	

LÍMITE LÍQUIDO



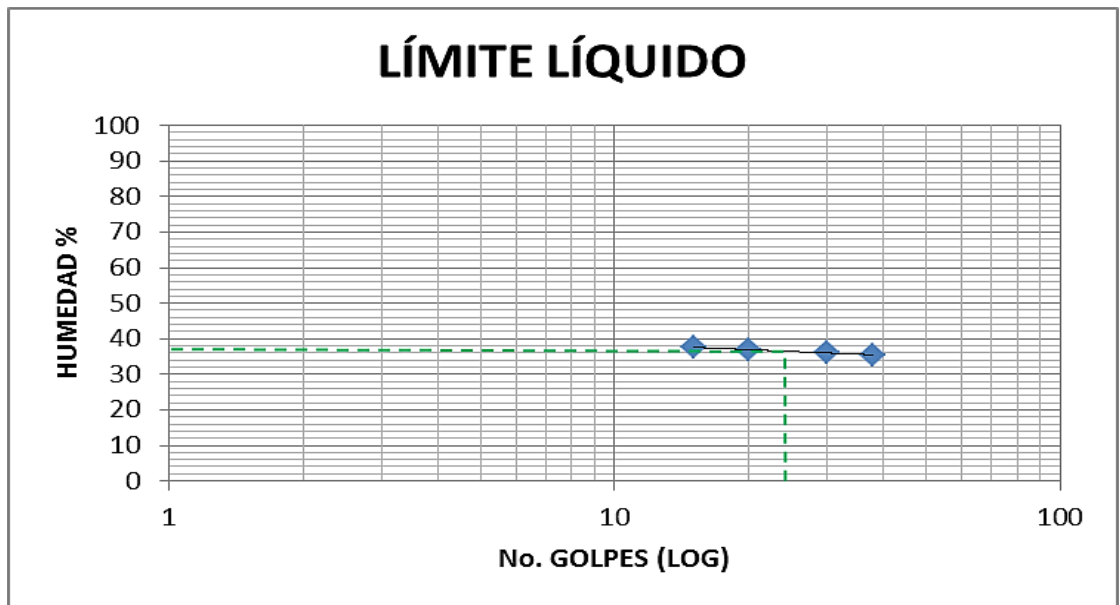
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: P-E48					
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E48-1					
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 2,00-2,50m.					
FECHA:							
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO	
1.- CONTENIDO DE AGUA		62,26	39,06	8,66	76,32		
	log	57,95	36,45	8,43	76,73	76,52	
2.- LIM. LIQUIDO		40	1,6	23,77	16,51	5,63	66,73
	32	1,51	24,51	16,89	5,63	67,67	
	22	1,34	22,97	15,90	5,53	68,18	
	15	1,18	22,12	15,26	5,53	70,50	68,34
3.- LÍMITE PLÁSTICO		12,46	11,68	8,11	21,58		
		12,59	11,88	8,58	21,52	21,68	
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN			
W HUM. = 137,67		W SECO = 77,99		GRAVA 0			
TAMIZ		W RET.		% RET.		% PASA	
1"		0,00		0,00		100	
3/4"		0,00		0,00		100	
1/2"		0,00		0,00		100	
3/8"		0,00		0,00		100	
N. 04		0,00		0,00		100	
N. 10		0,00		0,00		100	
N. 40		0,69		1,00		99	
N. 200		32,07		41,00		59	
				FINOS 59			
				LL= 68,00			
				LP= 22,00			
				IP= 46,00			
				CLASIFICACIÓN:			
				SUCS: CH			
				AASHTO: A-7			
				IG (76): 33			



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

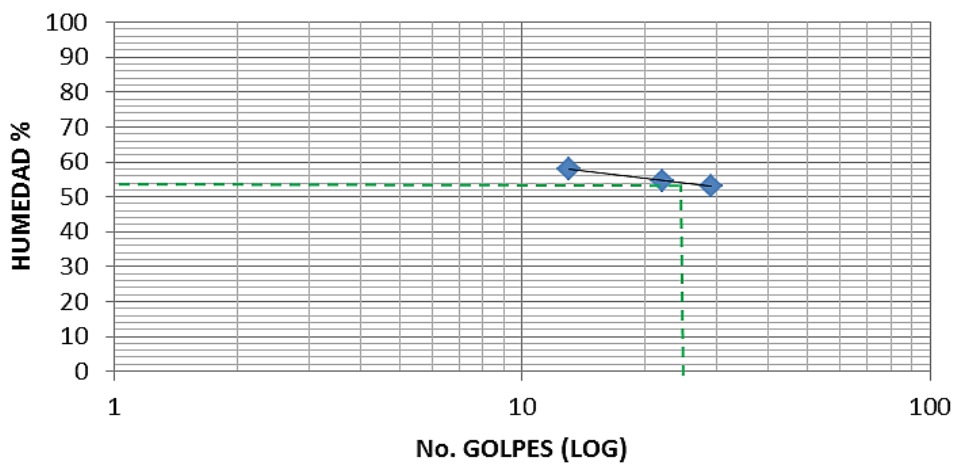
PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: P-E74				
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E74-1				
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 1,50-2,00m.				
FECHA:						
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		70,02	52,01	20,65	57,43	
	log	69,99	51,99	20,53	57,22	57,32
2.- LIM. LIQUIDO	15	1,18	26,50	21,37	7,73	37,61
	20	1,30	29,70	23,78	7,72	36,86
	30	1,48	29,58	23,74	7,56	36,09
	38	1,58	30,84	24,92	8,21	35,43
						36,42
3.- LÍMITE PLÁSTICO		15,32	13,70	7,73	27,14	
		12,74	11,26	5,63	26,29	26,71
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. = 105,28		W SECO = 42,00		GRAVA 0		
TAMIZ		W RET.		% RET.		% PASA
1"		0,00		0,00		100
3/4"		0,00		0,00		100
1/2"		0,00		0,00		100
3/8"		0,00		0,00		100
N. 04		0,00		0,00		100
N. 10		0,00		0,00		100
N. 40		1,89		3,00		97
N. 200		7,15		12,00		88
				ARENA 12		
				FINOS 88		
				LL= 36,00		
				LP= 27,00		
				IP= 9,00		
				CLASIFICACIÓN:		
				SUCS: ML		
				AASHTO: A-4		
				IG (76): 6		



ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA						
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS				PERFORAC.: P-E97		
UBIC: S/E MUSHULLACTA				MUESTRA: E97-1		
FECHA:				PROFUND.: 3,00-3,50 m		
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE AGUA		85,07	60,73	20,43	60,40	
		log	90,05	63,86	20,53	60,44
2.- LIM. LIQUIDO	29	1,46	33,89	28,41	18,08	53,05
	22	1,34	33,11	27,75	17,96	54,75
	13	1,11	42,19	33,41	18,24	57,88
	13	1,11	42,19	33,41	18,24	57,88
						53,96
3.- LÍMITE PLÁSTICO		16,45	13,95	7,34	37,82	
		15,62	13,11	6,66	38,91	38,37
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. = 101,16		W SECO = 63,06		GRAVA 0		
TAMIZ		% PASA		ARENA 2		
W RET.		% RET.		FINOS 98		
1"	0,00	0,00	100	LL= 54,00		
3/4"	0,00	0,00	100	LP= 38,00		
1/2"	0,00	0,00	100	IP= 16,00		
3/8"	0,00	0,00	100	CLASIFICACIÓN:		
N. 04	0,00	0,00	100	SUCS: MH		
N. 10	0,00	0,00	100	AASHTO: A-7-5		
N. 40	0,00	0,00	100	IG (76): 22		
N. 200	1,28	2,00	98			

LÍMITE LÍQUIDO



ANEXOS 2

INFORME COMPLEMENTARIO DEL ESTUDIO DE SUELOS PARA EL PROYECTO "LINEA DE S/T PUYO - MUSHULLACTA "

ANTECEDENTES

Con fecha 13 de junio de 2009 se presentó el informe correspondiente al estudio de suelos para el mencionado Proyecto considerando que la mayoría de los sitios estudiados (93), daban características similares en cuanto a clase y resistencia del suelo de cimentación.

Luego de que se ubicaron nuevos sitios para las estructuras (17 más) entre el 15 y 28 de junio de 2009, se procedió a continuar con dicho estudio.

No se presentó el informe complementario a su debido tiempo por cuanto se pensaba emitir este informe una vez que se tenga la ubicación de las restantes estructuras(16).

En vista de que ha pasado algún tiempo sin conocerse dicha ubicación se ha creído conveniente dar a conocer los resultados de los estudios realizados en estos 17 sitios.

TRABAJOS REALIZADOS

TRABAJOS DE CAMPO

Comprende perforaciones mediante ensayos de penetración estándar con toma de muestras en el sitio de la estructura E28 (VO5) y perforaciones con identificación manual en 16 torres de suspensión.

Se realizó para el efecto perforaciones de 5m de profundidad cada una con toma de muestras cada 50 cm. de profundidad para los ensayos de clasificación, así como la descripción manual visual del tipo de suelo encontrado a diferentes profundidades.

TRAJOS DE LABORATORIO

Con las muestras alteradas se realizaron ensayos de granulometría, límites de Atterberg y humedad natural del suelo, deduciendo con ello la clasificación por el sistema unificado (SUCS) y clasificación AASHTO (Ver resultados de los ensayos).

CARACTERÍSTICAS DEL SUBSUELO


De los resultados del estudio realizado se concluye que el suelo en general conserva la similitud con respecto a los sitios estudiados anteriormente, es decir las mismas características físicas y resistentes.

RECOMENDACIONES PARA LAS CIMENTACIONES

Se mantiene las mismas recomendaciones indicadas en el primer informe a excepción de las estructuras E10 Y E11 que se encuentran ubicadas en suelo pantanoso de muy baja resistencia ($<0.3 \text{ Kg/cm}^2$).

Para estas estructuras, si no se puede reubicar en sitios más estables se sugiere la sustitución del material de cimentación: **se retirará el suelo malo y se reemplazará por material granular tipo subbase en una amplitud y profundidad a ser determinado por un especialista.**

Atentamente



Ing. Anibal Avila M.

Especialista en Mecánica de Suelos y Pavimentos

Tif: 2 540-964 / 09 9 834-331

Restel

REGISTRO
DE LAS
PERFORACIONES

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA		PERF. E-28										MUESTRAS ALTERADAS										
UBICACIÓN: ESTRUCTURA E-28		RESUMEN GRAFICO DEL ESTUDIO (No. de golpes)										LIMITES										
PROF. (m)	Nº GOLFES	PERFIL ESTRA.	DESCRIPCION Tipo, color, consistencia	0 1 0 2 0 3 0										GRANULOMETRIA					G	SUCS		
													# 4	# 10	# 40	# 200	LL	IP	Wn (%)	G gr/cm3		
1.0	1		Limo arenoso color pardo claro.	[Graph showing blow counts vs depth]										100	100	97	84	188	91	158		MH
1.5	2		Limo arenoso color pardo rojizo.																			
2.0	2		Limo arenoso color pardo rojizo pálido.																			
2.5	2		Arcilla arenosa color amarillo pálido.																			
3.0	4																					
3.5	4																					
4.0	4																					
4.5	4																					
5.0	4																					

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E1		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color amarillo verdoso.

ESTRUCTURA E2		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento..
5,0		

ESTRUCTURA E3		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		
3,0		Limo arenoso color pardo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento..
5,0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E4		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E5		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento..
3,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
4,0		Arcilla arenosa color blanco..
5,0		

ESTRUCTURA E7		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color gris verdoso.
3,0		Limo arenoso color pardo claro.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color pardo.

ESTRUCTURA E8		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E9		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarill.
5,0		

ESTRUCTURA E10		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro (fango).
2,0		Limo arenoso orgánico muy blanco color gris verdoso (fango).
3,0		
4,0		Arcilla arenosa orgánica muy blanca color gris verdoso.
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E11		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		nivel frático a 2,50m.
4,0		Arcilla arenosa color pardo verdoso.
5,0		

ESTRUCTURA E12		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		

ESTRUCTURA E13		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		
2,0		sito no definido
3,0		
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E14		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		sito no definido
2,0		
3,0		
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E16		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		
2,0		sito no definido
3,0		
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E17		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		
2,0		sito no definido
3,0		
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E18		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		

ESTRUCTURA E19		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso orgánico color pardo.
3,0		Arcilla arenosa color amarillo.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E20		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E21		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso orgánico color pardo claro.
3,0		Arcilla arenosa color amarillito rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color amarillito pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E22		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillito.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color amarillito pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E24		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo claro.
4,0		Limo arenoso color amarillito.
5,0		Arcilla arenosa color amarillito pálido.

ESTRUCTURA E25		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color amarillito rojizo.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E26		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		
2,0		
3,0		
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E27		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		
2,0		
3,0		
4,0		
5,0		

sito no definido

ESTRUCTURA E29		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color amarillito.
4,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E30		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillito.
3,0		Limo arenoso color amarillito.
4,0		Arcilla arenosa blasnda color pardo amarillito.
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E31		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo(duro).
4,0		Arcilla arenosa color rojo pálido.
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E32		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillo.
4,0		Arcilla arenosa color rojo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E33		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color amarillo.
4,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E34		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillo.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E35		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color rojo.
5,0		

ESTRUCTURA E36		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		

ESTRUCTURA E37		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillo.
4,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E38		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color blanco.

ESTRUCTURA E39		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento..
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E41		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color gris verdoso.
3,0		Arcilla arenosa color blanco verdoso..
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E42		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

ESTRUCTURA E44		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color blanco verdoso.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarill.

ESTRUCTURA E45		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color gris verdoso.
2,0		Arcilla arenosa color blanco verdoso.
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo ama-
5,0		riliento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E47	
PROF. (m)	PERFIL ESTRA. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo amarillento. verdoso.
2,0	Limo arenoso color amarillo.
3,0	
4,0	Arcilla arenosa color blanco..
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E49	
PROF. (m)	PERFIL ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color negro.
2,0	Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0	
4,0	Arcilla arenosa color blanco..
5,0	

ESTRUCTURA E50	
PROF. (m)	PERF. ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0	Limo arenoso color pardo amarillento..
3,0	Arcilla arenosa color pardo ama- rillento.
4,0	
5,0	Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E51	
PROF. (m)	PERFIL ESTRA. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color negro.
2,0	Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0	Arcilla arenosa color blanco..
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E52	
PROF. (m)	PERFIL ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color negro.
2,0	Limo arenoso color pardo..
3,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0	Arcilla arenosa color blanco..
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E53	
PROF. (m)	PERF. ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color negro.
2,0	Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0	Arcilla arenosa color blanco.
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E55	
PROF. (m)	PERFIL ESTRA. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color negro.
2,0	Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0	Limo arenoso color amarillo pálido.
4,0	Arcilla arenosa color blanco.
5,0	Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E56	
PROF. (m)	PERFIL ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0	Limo arenoso color pardoamarillento.
3,0	
4,0	Arcilla arenosa color blanco.
5,0	

ESTRUCTURA E57	
PROF. (m)	PERF. ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0	
3,0	Arcilla arenosa color rojo.
4,0	
5,0	

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA

UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES

FECHA:

ESTRUCTURA E58		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		Arcilla arenosa color rojo.
3.0		Arena arcillosa color rojo oscuro.
4.0		Arcilla arenosa color rojo.
5.0		

ESTRUCTURA E59		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo oscuro.
2.0		Arena arcillosa color rojo oscuro.
3.0		Arcilla arenosa color rojo oscuro.
4.0		Arcilla arenosa color rojo.
5.0		

ESTRUCTURA E60		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo claro.
3.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5.0		Arcilla arenosa color blanco..

ESTRUCTURA E61		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4.0		Arcilla arenosa color blanco.
5.0		

ESTRUCTURA E62		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		Arcilla arenosa color amarillito pálido.
4.0		Arcilla arenosa color blanco.
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E63		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		Limo arenoso color pardo .
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color blanco.
5.0		

ESTRUCTURA E64		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color blanco.
5.0		

ESTRUCTURA E65		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color gris verdoso.
3.0		Arcilla arenosa color blanco.
4.0		
5.0		

ESTRUCTURA E66		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		Limo arenoso color gris verdoso.
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color gris verdoso.
5.0		

PROYECTO: L/T PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E67		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4.0		
5.0		

ESTRUCTURA E68		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Limo arenoso color amarill pálido.
4.0		Arcilla arenosa color blanco..
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E69		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color negro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E70		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color gris rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color amarill rojizo.
5.0		Arcilla arenosa color rojo.

ESTRUCTURA E71		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color paro oscuro.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5.0		

ESTRUCTURA E72		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color rojo pálido.
5.0		Arcilla arenosa color rojo.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E73		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E75		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
2,0		Limo arenoso color pardo claro.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color rojo pálido.

ESTRUCTURA E76		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo.
2,0		
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E78		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo.
2,0		
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E79		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arena limosa color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E80		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E81		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E82		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color blanco pálido.

ESTRUCTURA E83		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E84		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E85		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E86		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

ESTRUCTURA E87		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E88		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E90		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E91		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E92		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color amarillo verdoso.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Limo arenoso color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E93		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E94		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E95		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
4,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
5,0		

ESTRUCTURA E96		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.
4,0		
5,0		

ESTRUCTURA E98		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color negro.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Arcilla arenosa color blanco.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

ESTRUCTURA E99		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
2,0		
3,0		
4,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5,0		

ESTRUCTURA E100		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso pardo amarillento.
2,0		Limo arenoso color rojo intenso.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		
5,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E101		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color rojo intenso.
4,0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
5,0		

ESTRUCTURA E102		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo
2,0		Limo arenoso color pardo.
3,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5,0		Arcilla arenosa color amarillo pálido.

ESTRUCTURA E103		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERF. ESTR.	Tipo, color, consistencia
1,0		Limo arenoso orgánico color pardo osc.
2,0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3,0		Limo arenoso color amarillo.
4,0		Limo arenoso color pardo rojizo.
5,0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.

PROYECTO: LT PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

ESTRUCTURA E114		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		
2.0		
3.0		
4.0		
5.0		

sitio no definido

ESTRUCTURA E115		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color pardo oscuro.
5.0		

ESTRUCTURA E116		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc. Limo arenoso color pardo amarillento.
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.
4.0		Arcilla arenosa color rojo.
5.0		

ESTRUCTURA E117		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc. Limo arenoso color pardo rojizo.
2.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color rojo.
5.0		

ESTRUCTURA E118		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo. Limo arenoso color rojo amarillento.
2.0		
3.0		Arcilla arenosa color rojo.
4.0		
5.0		

ESTRUCTURA E119		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo oscuro.
2.0		
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		
5.0		Arcilla arenosa color pardo rojizo.

ESTRUCTURA E120		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTRA.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso orgánico color pardo osc. Limo arenoso color pardo.
2.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
3.0		
4.0		Arcilla arenosa color pardo amarillento.
5.0		

ESTRUCTURA E121		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo
2.0		
3.0		
4.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
5.0		

ESTRUCTURA E122		DESCRIPCION
PROF. (m)	PERFIL ESTR.	Tipo, color, consistencia
1.0		Limo arenoso color pardo amarillento.
2.0		
3.0		Limo arenoso color pardo rojizo.
4.0		
5.0		

PROYECTO: L/T PUYO-MUSHULLACTA
 UBICACION: TORRES INTERMEDIAS ENTRE VÉRTICES
 FECHA:

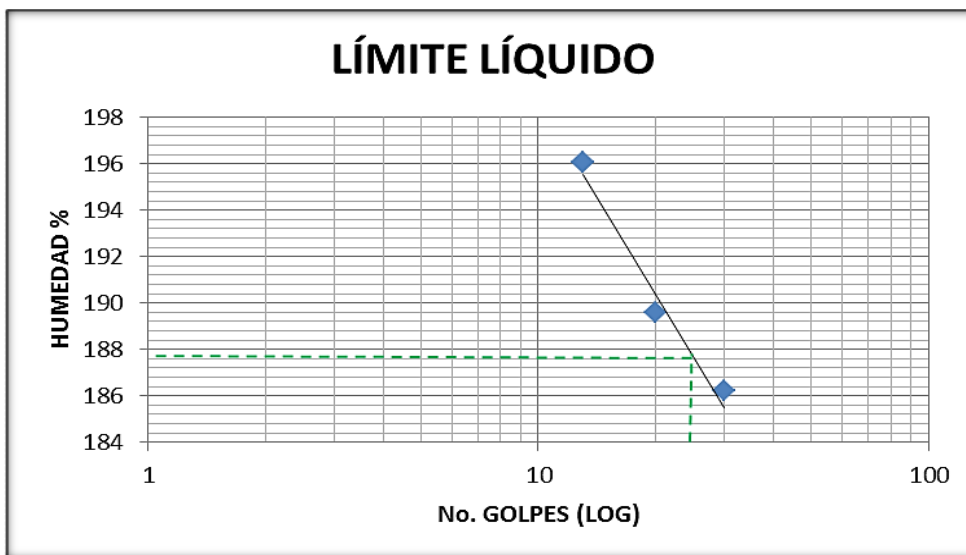
ESTRUCTURA E123	
PROF. (m)	PERFIL ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo.
2,0	
3,0	
4,0	
5,0	

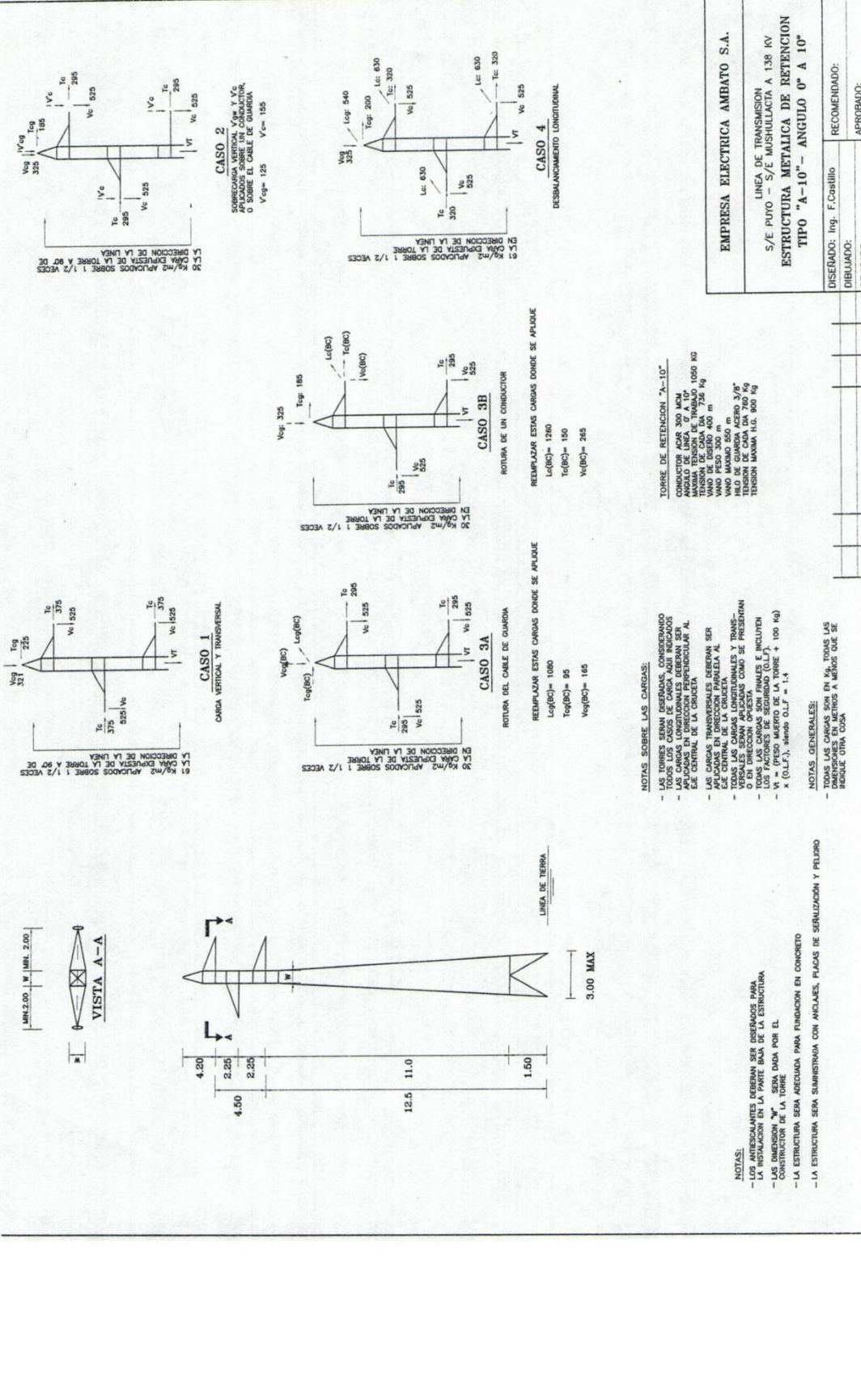
ESTRUCTURA E124	
PROF. (m)	PERFIL ESTR. DESCRIPCION Tipo, color, consistencia
1,0	Limo arenoso color pardo.
2,0	
3,0	
4,0	
5,0	

RESULTADOS
DE LOS
ENSAYOS

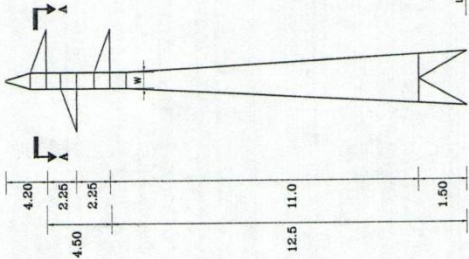
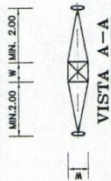
ENSAYOS DE CLASIFICACIÓN

PROY.: L/T PUYO - MUSHULLACTA		PERFORAC.: P-E28				
OBRA: CIMENTACION DE ESTRUCTURAS		MUESTRA: E28-1				
UBIC: S/E MUSHULLACTA		PROFUND.: 1,5-2,00 m				
FECHA:						
	GOLPES	W HUM.	W SECO.	W. CAPS	w %	RESULTADO
1.- CONTENIDO DE ...		64,19	35,69	17,65	157,98	
		log	46,74	29,11	17,95	157,97
2.- LIM. LIQUIDO		30	1,48	31,52	22,06	16,98
		20	1,30	33,41	24,12	19,22
		13	1,11	31,42	22,52	17,98
		13	1,11	31,42	22,52	17,98
						186,22
						189,59
						196,04
						196,04
						187,9
3.- LÍMITE PLÁSTICO		15,31	13,28	11,09	92,69	
		10,79	7,61	4,47	101,27	96,98
4.- GRANULOMETRÍA				5.- CLASIFICACIÓN		
W HUM. = 101,19		W SECO = 39,22		GRAVA 0		
TAMIZ		% RET.		% PASA		ARENA 16
1"		0,00		0,00		100
3/4"		0,00		0,00		100
1/2"		0,00		0,00		100
3/8"		0,00		0,00		100
N. 04		0,00		0,00		100
N. 10		0,00		0,00		100
N. 40		1,20		3,00		97
N. 200		6,21		16,00		84
				CLASIFICACIÓN:		
				SUCS: MH		
				AASHTO: A-7-5		
				IG (76): 99		



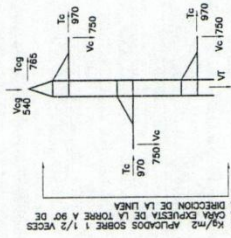


EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.	
LINEA DE TRANSMISION S/E PUJO - S/E MUSHUACIA A 138 KV	
ESTRUCTURA METALICA DE RETENCION TIPO "A-10" - ANGULO 0° A 10°	
DISEÑADO: Ing. F.Castillo	RECOMENDADO:
DIBUJADO:	APROBADO:
REVISADO:	



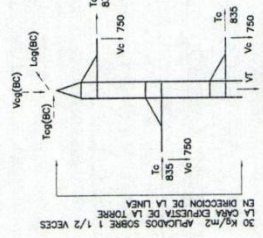
LINEA DE TIERRA

3.50 MAX



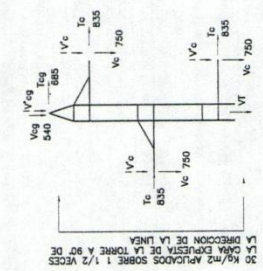
CASO 1
CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL

EN LA CARGA EXPOSTA DE LA TORRE A 90° DE LA DIRECCION DE LA LINEA



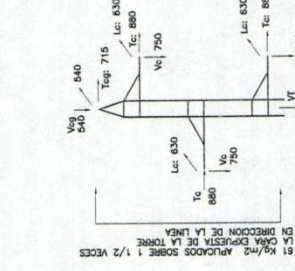
CASO 3A
ROTURA DEL CABLE DE GUARDIA

EN LA CARGA EXPOSTA DE LA TORRE A 90° DE LA DIRECCION DE LA LINEA



CASO 2
SOBRECARGA VERTICAL

EN LA CARGA EXPOSTA DE LA TORRE A 90° DE LA DIRECCION DE LA LINEA



CASO 3B
ROTURA DE UN CONDUCTOR

EN LA CARGA EXPOSTA DE LA TORRE A 90° DE LA DIRECCION DE LA LINEA

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

$L_c(BC) = 1260$
 $T_c(BC) = 340$
 $V_c(BC) = 375$

CASO 4
DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL

EN LA CARGA EXPOSTA DE LA TORRE A 90° DE LA DIRECCION DE LA LINEA

NOTAS SOBRE LAS CARGAS:

- LAS TORRES SERAN PIERRENGAS, CONSIDERANDO TODOS LOS CASOS DE CARGA AQUI INDICADOS
- LAS CARGAS LONGITUDINALES DEBERAN SER APLICADAS EN LA DIRECCION PERPENDICULAR AL EJE CENTRAL DE LA CRUCETA
- LAS CARGAS TRANSVERSALES DEBERAN SER APLICADAS EN LA DIRECCION PARALELA AL EJE CENTRAL DE LA CRUCETA
- TODAS LAS CARGAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES SERAN APLICADAS COMO SE PRESENTAN EN LA FIGURA
- TODAS LAS CARGAS SIN PAÑALES E INCLINEN LOS FACTORES DE SEGURIDAD (O.L.F.)
- $V_c(BC) = 1000$
- $T_c(BC) = 340$
- $V_c(BC) = 270$
- $V_c(BC) = 1000$
- $T_c(BC) = 340$
- $V_c(BC) = 270$
- $V_c(BC) = 1000$
- $T_c(BC) = 340$
- $V_c(BC) = 270$

TORRE DE RETENCION "A-30"

- CONDUCTOR AOR 300 100
- ANGULO DE LINEA 0° A 30°
- MAXIMA TENSION PERMISIDA 10500 KG
- VALOR DE DISEÑO 400 m
- VALOR MAXIMO 670 m
- VALOR MINIMO 300 m
- HELO DE GUARDA ACERO 3/8"
- TENSION DE CADA DA 700 Kg
- TENSION MAXIMA V.C. 900 Kg

NOTAS GENERALES:

- LAS TORRES SERAN DE PIEDRA EN LA PARTE SUPERIOR Y DE CONCRETO EN LA PARTE INFERIOR
- LAS DIMENSIONES EN METROS A MENOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA
- LA ESTRUCTURA SERA ADECUADA PARA FUNDACION EN CONCRETO
- LA ESTRUCTURA SERA SUMINISTRADA CON ANCLAJES, PLACAS DE SEMANIZACION Y PELDRO

NOTAS:

- LOS ANTICORROSIVOS DEBERAN SER DESEADOS PARA LA PARTE SUPERIOR DE LA ESTRUCTURA
- LA DIMENSION "W" DEBE SER LA DE LA TORRE PARA EL CONSTRUCTOR DE LA TORRE
- LA ESTRUCTURA SERA ADECUADA PARA FUNDACION EN CONCRETO
- LA ESTRUCTURA SERA SUMINISTRADA CON ANCLAJES, PLACAS DE SEMANIZACION Y PELDRO

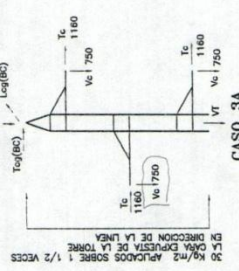
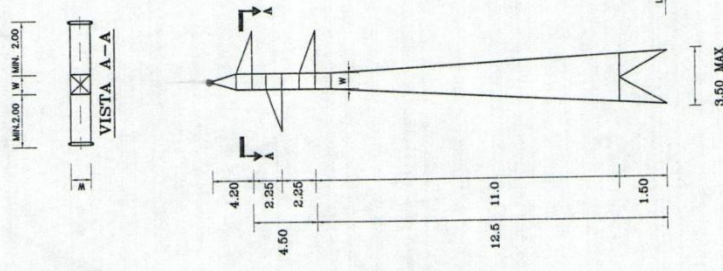
EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.

LINEA DE TRANSMISION
S/E PUYO - S/E MUSHULACTA A 138 KV
ESTRUCTURA METALICA DE RETENCION
TIPO "A-30" - ANGULO 0° A 30°

DISEÑADO: Ing. F. Coastillo	RECOMENDADO:
DIBUJADO:	APROBADO:
REVISADO:	FECHA:

Rev. N°	Fecha	Interventor	Por	Verif.	Aprob.

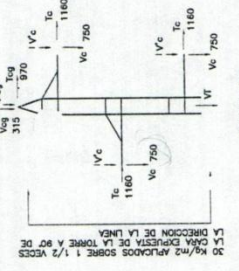
REF. P. 001-4



CASO 1
CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

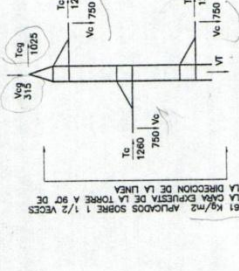
REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE



CASO 2
SOBRECARGAS DE VIENTO Y VIGAS

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

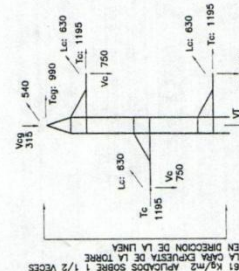
REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE



CASO 3A
ROTURA DEL CABLE DE GUARDIA

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

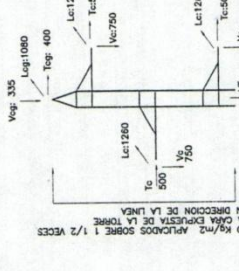
REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE



CASO 4
DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

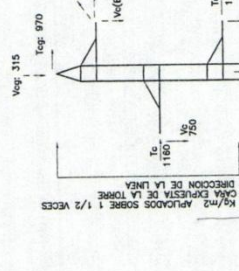
REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE



CASO 4
RETENCION TERMINAL

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE



CASO 3B
ROTURA DE UN CONDUCTOR

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

REEMPLAZAR ESTAS CARGAS DONDE SE APLIQUE

EMPRESA ELECTRICA AMBATO S.A.

LINEA DE TRANSMISION
S/E PUJO - S/E MUSHULLACTA A 138 KV
ESTRUCTURA METALICA DE RETENCION
TIPO "A-45" - ANGULO 0° A 45°

HOJA DE ESC.

DISEÑADO: Ing. F. Cantillo
RECOMENDADO:
DIBUJADO:
APROBADO:
REVISADO:
FECHA:

Rev. N°	Fecha	Intervención de la Revisión	Por	Verif. Aprob.

NOTAS:

- LAS TORRES SERAN DISEÑADAS, CONSIDERANDO LAS CARGAS LONGITUDINALES DEBERAN SER APLICADAS EN DIRECCION PERPENDICULAR AL PLANO DE LA TORRE.
- LAS CARGAS TRANSVERSALES DEBERAN SER APLICADAS EN DIRECCION PARALELA AL PLANO CENTRAL DE LA GUARDIA Y TRANSVERSALES SERAN APLICADAS COMO SE PRESENTAN O EN DIRECCION OPUESTA FINALES E INCLUIDOS LOS FACTORES DE SEGURIDAD (O.L.F.).
- W = (PESO MUERTO DE LA TORRE + 100 Kg) x (O.L.F.), siendo O.L.F. = 1.4

NOTAS GENERALES:

- TODAS LAS CARGAS SON EN KG, TRAZAR LAS CARGAS A MANOS QUE SE INDIQUE OTRA COSA

NOTAS:

- LOS ANTESCALANTES DEBERAN SER DISEÑADOS PARA LA INSTALACION EN LA PARTE BAJA DE LA ESTRUCTURA
- LAS DIMENSIONES DE LA TORRE DEBERAN SER LAS DADAS POR EL DISEÑO
- LA ESTRUCTURA SERA ADECUADA PARA FUNDACION EN CONCRETO
- LA ESTRUCTURA SERA SUMINISTRADA CON ANCLAJES, PLACAS DE SEÑALIZACION Y PULIDO

ANEXO 4

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES

PROYECTO: LIT: SIE PUYO - SIE MUSHULLACTA TORRE TIPO: **A45** CALCULADO POR: Ing. M.A.M
 OBRA: CIMENTACIONES TORRES TORRE NUMERO: Fecha:
 SECTOR:

ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA

DATOS DE LA TORRE Y CARGAS

Cuerpo Torre	1100 m	Dist cruceta alta - punta torre	4.20 m	Peso Torre	3000kg
Extensión de cuerpo	0.00 m	Altura de la torre	21.20 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	2585 kg
Extensión de pata	1.50 m	Dist entre patas en base de la torre	3.50 m	Carga Vertical Total	5585 kg
Dist. Cruceta mas baja	12.50 m	Peso ocoond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0.40 m2/m de torre
Dist. Entre crucetas	2.25 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	335 kg	Área equiva de acción del viento	8.48 m ²

FUERZAS

LONGITUDINAL

HIPOTESIS DE CARGA	1ra			2da			3ra			1ra			2da			3ra			Viento			Presion			Carga						
	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	Cor Vy	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra				
1.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	776	1260	1260	1260	1025	1260	1260	1260	776	1260	1260	1260	1025	1260	1260	1260	61	776	5581	
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	1080	0	0	0	1080	0	0	0	1462	1160	1160	1160	485	1160	1160	1160	382	1160	1160	1160	485	1160	1160	30	382	4347		
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	0	1260	0	0	0	1260	0	0	0	1642	1160	1160	1160	970	1160	1160	1160	382	1160	1160	1160	970	1160	1160	30	382	4252		
4A.- RETENCION TERMINA	1260	1260	1260	1080	0	0	0	1080	0	0	0	5242	500	500	500	400	500	500	500	776	500	500	500	400	500	500	30	382	2282		
4B.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	630	630	630	540	61	61	61	540	61	61	61	3206	1195	1195	1195	990	1195	1195	1195	776	1195	1195	1195	990	1195	1195	61	776	5351		
ALTURA DE AMARRE	12,5	14,75	17	21,2	d=	9,54	d=	21,2	d=	9,54	d=	3206	12,5	14,75	17	21,2	12,5	14,75	17	3206	12,5	14,75	17	21,2	12,5	14,75	17	d=	9,54	d=	9,54

MOMENTOS

LONGITUDINAL Ms

1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	1ra			2da			3ra			1ra			2da			3ra			Viento			Presion			Carga						
	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra	Cor Vy	1ra	2da	3ra	HG	1ra	2da	3ra				
1.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7402	15750	18585	21420	21730	15750	18585	21420	7402	15750	18585	21420	21730	15750	18585	21420	77485	7402	84887	
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	22896	0	0	0	22896	0	0	0	26536	14500	17110	19420	10282	14500	17110	19420	3640	14500	17110	19420	10282	14500	17110	61612	3640	65252		
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	0	21420	0	0	0	21420	0	0	0	25060	14500	17110	19860	20564	14500	17110	19860	3640	14500	17110	19860	20564	14500	17110	62034	3640	65674		
4A.- RETENCION TERMINA	15750	18585	21420	22896	78651	3640	82291	6250	7375	8500	8480	30605	3640	30605	3640	30605	3640	30605	3640	7402	30605	3640	3640	30605	3640	30605	3640	30605	3640	34245	
4B.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	7875	9293	10710	11448	39326	7402	46728	14938	17626	20315	20988	73867	7402	73867	7402	73867	7402	73867	7402	7402	73867	7402	73867	7402	73867	7402	73867	7402	73867	7402	81269

1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL

MOMENTO MAXIMO= 84887 kg - m

POR TORRE:

VALORES DE DISEÑO POR PATA:

PESO DE LA TORRE	3000 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	3,5 m	CARGA DE COMPRES. POR PA'	13,52 t
MOMENTO DE DISEÑO	84887 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN	12,13 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PA'	10,73 t
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	5585 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	1,4 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PA'	1,4 t
CORTANTE DE DISEÑO	5581 kg	PESO DE LA TORRE	3 t		

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES												
PROYECTO:	LT: SIE PUYO - SIE MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	A30		CALCULADO POR:	Ing. M.A.M				
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:			Fecha:	ago-09				
SECTOR:												
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA												
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS												
Cuerpo Torre	11,00 m	Dist cruceta alta - punta torre	4,20 m	Peso Torre	3000kg							
Extensión de cuerpo	0,00 m	Altura de la torre	21,20 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	2790 kg							
Extensión de pata	1,50 m	Dist entre patas en base de la torre	3,50 m	Carga Vertical Total	5790 kg							
Dist. Cruceta mas baja	12,50 m	Peso cocond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0,40 m2/m de torre							
Dist. Entre crucetas	2,25 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	540 kg	Área equival de acción del viento	8,48 m2							
FUERZAS												
LONGITUDINAL												
HIPOTESIS DE CARGA	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Cor Vy
1A.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	776	970	970	970	785	61	776
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	382	835	835	835	685	30	382
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	1080	30	382	835	835	835	345	30	382
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	1280	0	30	382	835	835	835	685	30	382
4.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	630	630	630	540	61	776	3206	880	880	715	61	776
ALTURA DE AMARRE	12,5	14,75	17	21,2	d=	9,54	12,5	14,75	17	21,2	d=	9,54
MOMENTOS												
LONGITUDINAL Mz												
1A.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	7402	7402	12125	14308	16490	16218	59141
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	3640	3640	10438	12316	14195	14522	51471
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	22896	22896	3640	26536	10438	12316	14195	7314	44263
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	21420	0	21420	3640	25060	10438	12316	7140	14522	44416
4.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	7875	9293	10710	11448	39326	7402	46728	10000	12980	14960	15158	54098
1A.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL												
MOMENTO MAXIMO=												
66543 kg - m												
TRANSVERSAL My												
1A.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	7402	7402	12125	14308	16490	16218	59141
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	3640	3640	10438	12316	14195	14522	51471
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	22896	22896	3640	26536	10438	12316	14195	7314	44263
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	21420	0	21420	3640	25060	10438	12316	7140	14522	44416
4.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	7875	9293	10710	11448	39326	7402	46728	10000	12980	14960	15158	54098
1A.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL												
MOMENTO MAXIMO=												
66543 kg - m												
HIPOTESIS CRITICA:												
POR TORRE:												
PESO DE LA TORRE	3000 kg	POR PATA:		SEPARACION ENTRE PATAS	3,5 m	VALORES DE DISEÑO POR PATA:		CARGA DE COMPRES. POR PA'	10,95 t			
MOMENTO DE DISEÑO	66543 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN'	9,51 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PA'	8,06 t							
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	5790 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	1,45 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PA'	1,11 t							
CORTANTE DE DISEÑO	4451 kg	PESO DE LA TORRE	3 t									

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES																
PROYECTO:	L/T: SIE PUYO - SIE MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	A10		CALCULADO POR:			Ing. M.I.A.M						
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:			Fecha:			ago-09						
SECTOR:																
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA																
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS																
Cuerpo Torre	11,00 m	Dist crucea alta - punta torre	4,20 m	Peso Torre	2500kg											
Extensión de cuerpo	0,00 m	Altura de la torre	21,20 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1900 kg											
Extensión de pata	1,50 m	Dist entre patas en base de la torre	3,50 m	Carga Vertical Total	4400 kg											
Dist. Crucea mas baja	12,50 m	Peso coond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0,40 m2/m de torre											
Dist. Entre cruceas	2,25 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	325 kg	Area equival de acción del viento	8,48 m2											
FUERZAS																
LONGITUDINAL					TRANSVERSAL											
HIPOTESIS DE CARGA	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vy
1A.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	776	776	776	375	375	375	321	61	776	776	2222
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	382	382	382	295	295	295	185	30	382	382	1452
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	1080	30	382	382	1462	295	295	295	95	30	382	382	1362
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	1260	0	30	382	382	1642	295	295	295	150	30	382	382	1307
4.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	630	630	630	540	61	776	776	3206	320	320	320	200	61	776	776	1936
ALTURA DE AMARRE	12,5	14,75	17	21,2	d=	9,54			12,5	14,75	17	21,2	d=	9,54		
MOMENTOS																
LONGITUDINAL Mz					TRANSVERSAL Mj											
1A.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	7402	7402	7402	4688	5531	6375	6805	23399	7402	30801	
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	3640	3640	3640	3688	4351	5015	3922	16976	3640	20616	
3A.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	22896	22896	3640	26536	3688	3688	4351	5015	2014	15068	3640	18708	
3B.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	21420	0	21420	3640	25060	3688	3688	4351	2550	3922	14511	3640	18151	
4.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	7875	9293	10710	11448	39326	7402	46728	4000	4720	5440	4240	18400	7402	25802		
4.- DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL										MOMENTO MAXIMO= 46728 kg - m						
HIPOTESIS CRITICA:																
POR TORRE:										POR PATA:		VALORES DE DISEÑO POR PATA:				
PESO DE LA TORRE	2500 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	3 m	CARGA DE COMPRES. POR PA'	8,89 t											
MOMENTO DE DISEÑO	46728 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN	7,79 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PA'	6,69 t											
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	4400 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	11 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PA'	0,8 t											
CORTANTE DE DISEÑO	3206 kg	PESO DE LA TORRE			2,5 t											

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES

PROYECTO: LIT: SIE PUYO - SIE MUSHULLACTA TORRE TIPO: TSP CALCULADO POR: Ing. M.A.M
 OBRA: CIMENTACIONES TORRES TORRE NUMERO: Fecha: ago-09
 SECTOR:

ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA

DATOS DE LA TORRE Y CARGAS		1ra	2da	3ra	HG	Viento	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Carga	Cor Vy
Cuerpo Torre	14,00 m					Dist cruceta alta - punta torre	2,80 m						Peso Torre	2000kg
Extensión de cuerpo	0,00 m					Altura de la torre	27,20 m						Peso Tot Conductor (carga vert)	1865 kg
Extensión de pata	6,00 m					Dist entre patas en base de la torre	1,30 m						Carga Vertical Total	3865 kg
Dist. Cruceta mas baja	20,00 m					Peso ocond. (Carg vert)	3	500 kg					Coef de área de acción del viento	0,40 m ² /m de torre
Dist. Entre crucetas	2,20 m					Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	365 kg						Área equival de acción del viento	10,88 m ²

LONGITUDINAL

FUERZAS	LONGITUDINAL														
	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga
HIPOTESIS DE CARGA															
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	996	996	996	305	305	305	195	61	996	2106
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	490	490	490	175	175	175	120	30	490	1135
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	490	1030	175	175	175	60	30	30	490	1075
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	490	1120	175	175	175	90	120	30	490	1050
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	182	61	996	1718	220	220	220	145	61	996	1801	
ALTURA DE AMARRE	20	22,2	24,4	27,2	d=	12,24		20	22,2	24,4	27,2	d=	12,24		

LONGITUDINAL Mz

MOMENTOS	LONGITUDINAL Mz														
	Mcar	Mvie	Mlx	Mcar	Mvie	Mlx	Mcar	Mvie	Mlx	Mcar	Mvie	Mlx	Mcar	Mvie	Mlx
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	0	12185	6100	6771	7442	5304	25617	12185	37802	
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	0	5993	3500	3885	4270	3264	14919	5993	20912	
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	14688	14688	20681	20681	3500	3885	4270	1632	13287	5993	19280	
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	15372	0	15372	21365	21365	3500	3885	4270	3264	12845	5993	18838	
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	3600	3600	4392	4950	16938	29124	29124	4400	4884	5368	3944	18596	12185	30781	

1-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL

HIPOTESIS CRITICA:		MOMENTO MAXIMO= 37802 kg - m	
POR TORRE:		VALORES DE DISEÑO POR PATA:	
PESO DE LA TORRE	2000 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	1,3 m
MOMENTO DE DISEÑO	37802 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN)	14,54 t
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3865 kg	CARGA DE TRACCIÓN POR PATA	13,57 t
CORTANTE DE DISEÑO	2106 kg	CORTANTE DE DISEÑO POR PATA	0,53 t
		PESO DE LA TORRE	2 t

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES									
PROYECTO:	L/T: S/E PUYO - S/E MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	TSP	CALCULADO POR:	Ing. M.A.M		
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:		Fecha:	ago-09		
SECTOR:									
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA									
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS									
Cuerpo Torre	14.00 m	Dist cruceta alta - punta torre	2.80 m	Peso Torre	2000kg				
Extensión de cuerpo	0.00 m	Altura de la torre	24.20 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1865 kg				
Extensión de pata	3.00 m	Dist entre patas en base de la torre	1.30 m	Carga Vertical Total	3865 kg				
Dist. Cruceta mas baja	17.00 m	Peso coond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0.40 m ² /m de torre				
Dist. Entre crucetas	2.20 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	365 kg	Area equival de acción del viento	9.68 m ²				
FUERZAS									
LONGITUDINAL									
HIPOTESIS DE CARGA									
	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vx	Cor Vy
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	886	61	886	886	1996
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	436	30	436	436	1081
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	30	436	30	1021
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	30	436	30	996
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	182	61	61	886	1608	1691
ALTURA DE AMARRE	17	19,2	21,4	24,2	d=	d=	10,89	17	19,2
MOMENTOS									
LONGITUDINAL Mz									
					Mcar	Mvie	Mlx	Mvle	Mly
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	0	9645	5185	6527
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	0	4744	2975	3745
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	13068	13068	4744	17812	2975	3745
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	13482	0	13482	4744	18226	2975	3745
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	3600	3456	3852	4404	14772	9645	24418	3740	4224
1-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL									
MOMENTO MAXIMO= 31932 kg - m									
TRANSVERSAL									
					HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vy
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	195	61	886	886	1996
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	120	30	436	436	1081
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	60	30	30	436	30	1021
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	90	0	30	30	436	30	996
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	220	220	220	220	145	61	886	1681	1691
ALTURA DE AMARRE	17	19,2	21,4	24,2	d=	d=	10,89	17	19,2
MOMENTOS									
LONGITUDINAL Mz									
					Mcar	Mvie	Mlx	Mvle	Mly
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	0	9645	5185	6527
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	0	4744	2975	3745
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	13068	13068	4744	17812	2975	3745
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	13482	0	13482	4744	18226	2975	3745
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	3600	3456	3852	4404	14772	9645	24418	3740	4224
1-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL									
MOMENTO MAXIMO= 31932 kg - m									
TRANSVERSAL									
					HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vy
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	195	61	886	886	1996
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	120	30	436	436	1081
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	60	30	30	436	30	1021
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	90	0	30	30	436	30	996
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	220	220	220	220	145	61	886	1681	1691
ALTURA DE AMARRE	17	19,2	21,4	24,2	d=	d=	10,89	17	19,2
VALORES DE DISEÑO POR PATA:									
POR TORRE:									
PESO DE LA TORRE	2000 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	1,3 m	CARGA DE COMPRES. POR PA'	13,25 t				
MOMENTO DE DISEÑO	31932 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN	12,28 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PA'	11,31 t				
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3865 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	0,97 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PA'	0,5 t				
CORTANTE DE DISEÑO	1996 kg	PESO DE LA TORRE	2 t						

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES													
PROYECTO:	LIT: SIE PUYO - SIE MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	TSP	CALCULADO POR:	Ing. M.A.M						
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:		Fecha:	ago-09						
SECTOR:													
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA													
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS													
Cuerpo Torre	14.00 m	Dist cruceta alta - punta torre	2.80 m	Peso Torre	2000kg								
Extensión de cuerpo	0.00 m	Altura de la torre	21.20 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1865 kg								
Extensión de pata	0.00 m	Dist entre patas en base de la torre	1.30 m	Carga Vertical Total	3865 kg								
Dist. Cruceta mas baja	14.00 m	Peso coond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0.40 m ² /m de torre								
Dist. Entre crucetas	2.20 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	365 kg	Área equivil de acción del viento	8.48 m ²								
FUERZAS													
LONGITUDINAL													
HIPOTESIS DE CARGA	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Cor Vy	
					Presion	Carga					Presion	Carga	
1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	776	305	305	305	195	61	776	
2.-SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	382	175	175	175	120	30	382	
3.-ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	382	175	175	175	60	30	382	
4.-ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	382	175	175	90	120	30	382	
5.-DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	182	61	776	1498	220	220	145	61	776	
ALTURA DE AMARRE	14	16,2	18,4	21,2	d=	9,54	14	16,2	18,4	21,2	d=	9,54	
MOMENTOS													
LONGITUDINAL Mx													
					Mcar	Mvie	Mlx			Mcar	Mvie	Mly	
1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	7402	7402	4270	4941	4134	18957	26359	
2.-SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	3640	3640	2450	2835	2544	1049	14689	
3.-ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	11448	11448	3640	15088	2450	2835	1272	9777	13417	
4.-ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	11592	0	11592	3640	15232	2450	2835	2544	9485	13125	
5.-DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	2520	2916	3312	3858	12806	7402	20009	3080	3564	3074	13766	21168	
1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL													
MOMENTO MAXIMO=													
26359 kg - m													
HIPOTESIS CRITICA:													
POR TORRE:													
PESO DE LA TORRE	2000 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	1,3 m	VALORES DE DISEÑO POR PATA:									
MOMENTO DE DISEÑO	26359 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN	10,14 t	CARGA DE COMPRES. POR PA	11,11 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PA1	9,17 t						
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3865 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	0,97 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PA	0,47 t								
CORTANTE DE DISEÑO	1886 kg										PESO DE LA TORRE		
										2 t			

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES																	
PROYECTO:	L/T: S/E PUYO - S/E MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	TSL	CALCULADO POR: Ing. M.A.M											
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:		Fecha: ago-09											
SECTOR:																	
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA																	
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS																	
Cuerpo Torre	14,00 m	Dist crucea alta - punta torre	1,60 m	Peso Torre	1500kg												
Extensión de cuerpo	0,00 m	Altura de la torre	25,10 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1575 kg												
Extensión de pata	6,00 m	Dist entre patas en base de la torre	1,45 m	Carga Vertical Total	3075 kg												
Dist. Crucea mas baja	20,00 m	Peso cocond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0,40 m ² /m de torre												
Dist. Entre cruceas	1,75 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	300 kg	Área equival de acción del viento	10,04 m ²												
FUERZAS																	
LONGITUDINAL																	
HIPOTESIS DE CARGA	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Presion	Carga	Cor Vy	
1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	30	452	919	185	185	185	105	61	30	452	919	1579
2.-SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	30	452	452	85	85	85	50	30	30	452	757	757
3.-ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	30	452	992	85	85	85	25	30	30	452	732	732
4.-ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	30	452	1082	85	85	45	50	30	30	452	717	717
5.-DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	185	61	919	919	1644	115	115	115	30	61	61	919	1324	1324
ALTURA DE AMARRE	20	21,75	23,5	25,1	d=	11,30	d=	11,30	20	21,75	23,5	25,1	d=	11,30	d=	11,30	
MOMENTOS																	
LONGITUDINAL Mx																	
					Mcar	Mx	Mvie	Mx						Mcar	Mvie	Mx	
1.-CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	10376	10376	3700	4024	4024	4348	2636	14707	10376	10376	25083	
2.-SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	5103	5103	1700	1849	1849	1998	1255	6801	5103	5103	11904	
3.-ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	13554	13554	18657	5103	1700	1849	1849	1998	628	6174	5103	5103	11277	
4.-ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	14805	0	14805	19908	5103	1700	1849	1849	1058	1255	5861	5103	5103	10964	
5.-DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL	3600	3915	4230	4644	16389	26765	10376	2300	2501	2703	1506	9010	10376	10376	10376	19386	
5.-DESBALANCEAMIENTO LONGITUDINAL																	
HIPOTESIS CRITICA:																	
MOMENTO MAXIMO= 26765 kg - m																	
VALORES DE DISEÑO POR PATA:																	
POR TORRE:																	
PESO DE LA TORRE	1500 kg	SEPARACION ENTRE PATAS	1,45 m														
MOMENTO DE DISEÑO	26765 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN)	9,23 t														
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3075 kg	CARGA VERTICALES POR PATA	0,77 t														
CORTANTE DE DISEÑO	1644 kg																

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES

PROYECTO: LIT: SIEPIUYO - SIE MUSHULLACTA TORRE TIPO: TSL CALCULADO POR: Ing. M.A.M
 OBRA: CIMENTACIONES TORRES TORRE NUMERO: Fecha: ago-09
 SECTOR:

ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA

DATOS DE LA TORRE Y CARGAS

Cuerpo Torre	14.00 m	Dist cruceta alta - punta torre	1.60 m	Peso Torre	1500kg
Extensión de cuerpo	0.00 m	Altura de la torre	22.10 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1575 kg
Extensión de pata	3.00 m	Dist entre patas en base de la torre	1.45 m	Carga Vertical Total	3075 kg
Dist. Cruceta mas baja	17.00 m	Peso ocond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0.40 m2/m de torre
Dist. Entre crucetas	1.75 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	300 kg	Area equivl de acción del viento	8.84 m2

FUERZAS LONGITUDINAL

HIPOTESIS DE CARGA	1ra			2da			3ra			4da			5da		
	1ra	2da	3ra	HG	Presion	Carga	Cor Vw	1ra	2da	3ra	HG	Presion	Carga	Cor Vy	
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	61	809	185	809	185	185	105	61	809	1469		
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	30	398	85	398	85	85	50	30	398	703		
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	398	938	85	85	25	30	398	678		
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	398	1028	85	85	45	30	398	663		
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	185	61	809	1534	115	115	60	61	809	1214		
ALTURA DE AMARRE	17	18,75	20,5	22,1	d=	9,95		17	18,75	20,5	22,1	d=	9,95		

MOMENTOS

	LONGITUDINAL Mx			TRANSVERSAL My		
	Mcar	Mvie	Mk	Mcar	Mvie	Mk
1- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	3145	3469	3793
2- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	1445	1594	1743
3- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	11934	1445	1594	1743
4- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	12915	1445	1594	1743
5- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	3060	3375	3690	1955	2156	2358
5.-DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL					MOMENTO MAXIMO=	22258 kg - m

HIPOTESIS CRITICA:

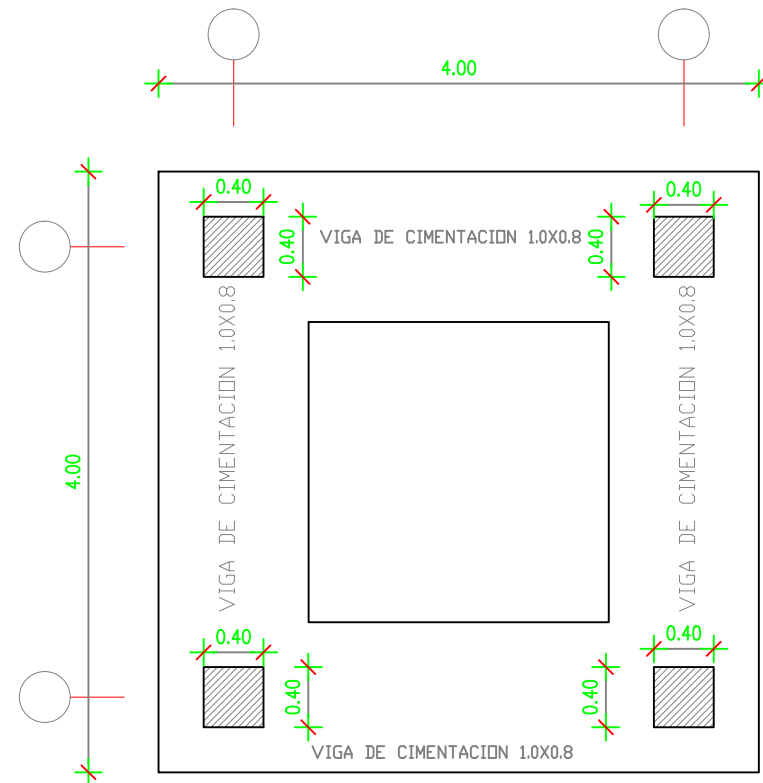
FOR TORRE:	VALORES DE DISEÑO POR PATA:
PESO DE LA TORRE	1500 kg
MOMENTO DE DISEÑO	22258 kg-m
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3075 kg
CORTANTE DE DISEÑO	1534 kg
	SEPARACION ENTRE PATAS
	1,45 m
	CARGA DE COMPRES. POR PA'
	8,44 t
	CARGA DE TRACCIÓN POR PA'
	6,9 t
	CORTANTE DE DISEÑO POR PA'
	0,38 t
	PESO DE LA TORRE
	1,5 t

CALCULO DE LOS ESFUERZOS PARA DISEÑO DE CIMENTACIONES DE TORRES														
PROYECTO:	L/T: S/IE PUYO - S/IE MUSHULLACTA			TORRE TIPO:	TSL		CALCULADO POR:	Ing. M.A.M						
OBRA:	CIMENTACIONES TORRES			TORRE NUMERO:			Fecha:	ago-09						
SECTOR:														
ANÁLISIS DE HIPOTESIS DE CARGA														
DATOS DE LA TORRE Y CARGAS														
Cuerpo Torre	14,00 m	Dist cruceta alta - punta torre	1,60 m	Peso Torre	1500kg									
Extensión de cuerpo	0,00 m	Altura de la torre	19,10 m	Peso Tot Conductor (carga vert)	1575 kg									
Extensión de pata	0,00 m	Dist entre patas en base de la torre	1,45 m	Carga Vertical Total	3075 kg									
Dist. Cruceta mas baja	14,00 m	Peso cocond. (Carg vert)	3	Coef de área de acción del viento	0,40 m ² /m de torre									
Dist. Entre crucetas	1,75 m	Pelo Hilo Guardia(Carg vert)	300 kg	Área equival de acción del viento	7,64 m ²									
FUERZAS														
LONGITUDINAL														
HIPOTESIS DE CARGA														
	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Carga	Cor Vx	1ra	2da	3ra	HG	Viento	Carga	Cor Vy
1.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	61	699	699	185	185	185	105	61	699	1359
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	30	344	344	85	85	85	50	30	344	649
3.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	540	30	344	884	85	85	85	25	30	344	624
4.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	630	0	30	344	974	85	85	45	50	30	344	609
5.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	180	180	180	185	61	699	1424	115	115	115	80	61	699	1104
ALTURA DE AMARRE	14	15,75	17,5	19,1	d=	8,60		14	15,75	17,5	19,1	d=	8,60	
MOMENTOS														
LONGITUDINAL Mz														
					Mcar	Mvie	Mz					Mcar	Mvie	Mly
1.- CARGA VERTICAL Y TRANSVERSAL	0	0	0	0	0	6008	6008	2590	2914	3238	2006	10747	6008	16755
2.- SOBRECARGA VERTICAL	0	0	0	0	0	2955	2955	1190	1339	1488	955	4971	2955	7926
3.- ROTURA DE CABLE DE GUARDIA	0	0	0	10314	10314	2955	13268	1190	1339	1488	478	4494	2955	7449
4.- ROTURA DE UN CONDUCTOR	0	0	11025	0	11025	2955	13980	1190	1339	788	955	4271	2955	7226
5.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL	2520	2835	3160	3534	12039	6008	18047	1610	1811	2013	1146	6580	6008	12588
5.- DESBALANCIAMIENTO LONGITUDINAL														
MOMENTO MAXIMO= 18047 kg - m														
HIPOTESIS CRITICA:														
POR TORRE:														
PESO DE LA TORRE	1500 kg	POR PATA:		SEPARACION ENTRE PATAS	1,45 m	VALORES DE DISEÑO POR PATA:				CARGA DE COMPRES. POR PATA	6,99 t			
MOMENTO DE DISEÑO	18047 kg-m	CARGA VERTICAL POR PATA (PAR DEL MOMEN		6,22 t	CARGA DE TRACCIÓN POR PATA				5,45 t					
CARGAS VERTICALES DE DISEÑO	3075 kg	CARGA VERTICALES POR PATA		0,77 t	CORTANTE DE DISEÑO POR PATA				0,36 t					
CORTANTE DE DISEÑO	1424 kg				PESO DE LA TORRE				1,5 t					

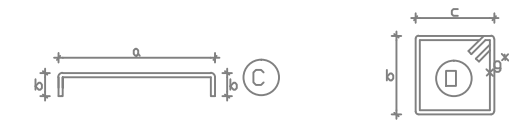
PLANILLA DE HIERROS

ACERO CORRUGADO

Mc	Tipo	Ø	Nº	Dimensiones					Long.Des.	Long. Tot.	Obs.
				a	b	c	d	g			
CIMENTACION											
10	C	18	36	3.86	2 X 0.66				5.18	186.48	
11	C	16	36	3.86	2 X 0.66				5.18	186.48	
13	C	10	144	0.86	2 X 0.66				2.18	313.92	
14	0	10	96		2 X 0.66	1 X 0.86		2 X 0.10	2.38	228.48	



TIPOS DE DOBLADO



RESUMEN DE HIERRO EN LAMINA

LONG. COME.	DIAMETRO DE VARILLAS COMERCIALES									
	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
6.00										
9.00										
12.00		45			16	16				
Kg		335			294	373				

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GENERALIDADES: EL DISEÑO DEL HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO ACI-318-99, EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO AISC-LRFD-93. LOS DETALLES QUE AQUÍ NO CONSTAN SE DEBERÁN REGIR POR DICHO CÓDIGO.

ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ PESO TOTAL: 1002 Kg

NOTA: Las dimensiones prevalecen sobre el dibujo.

RESUMEN DE HORMIGÓN EN LAMINA

CIMENTACIONES	9.6
HORMIGÓN $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$	9.6 M3

TRASLAPES

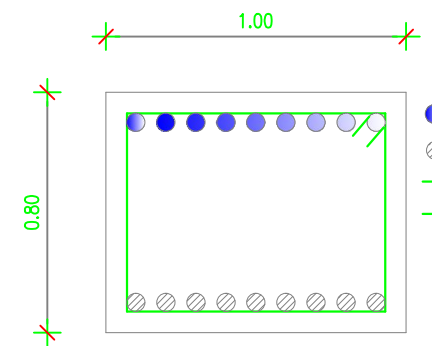
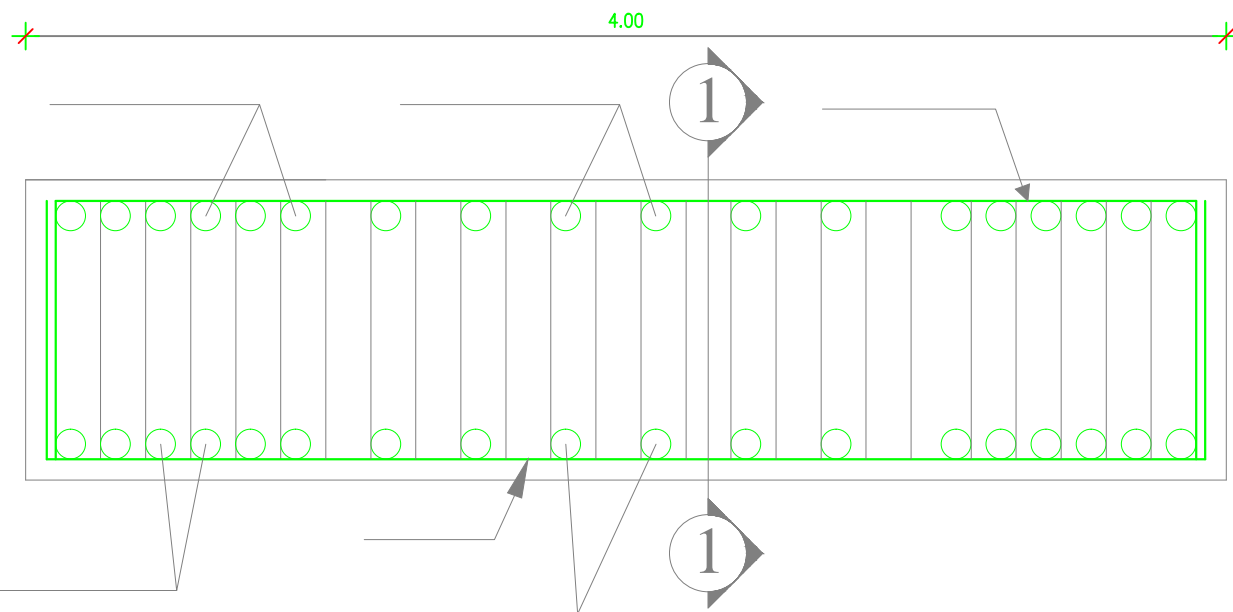
DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTOS	cm.
mm	cm		
10	40		
12	50	CIMENTACIONES	7.0
14	55		
16	65		
18	75		
20	80		
22	90		
25	100		
32	120		

ALIVIANAMIENTOS

10 x 20 x 40
15 x 20 x 40
20 x 20 x 40

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES:

- EL HORMIGÓN DEBERA TENER UN ESFUERZO UNITARIO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD $f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$.
- EL ACERO DEBERA TENER UN ESFUERZO UNITARIO A LA FLUENCIA $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- LOS NIVELES MÍNIMOS DE CIMENTACIÓN SERÁN LOS INDICADOS EN LOS PLANOS.
- LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SE HA ASUMIDO EN 5 T/m^2 , PARTICULAR QUE SERÁ OBLIGACIÓN DEL CONSTRUCTOR, VERIFICAR QUE SE CUMPLA EN EL SITIO.



EGDA GABRIELA CAÑAR

PROYECTO:

PARRILLA DE CIMENTACION TORRE

DIRECCION:

PUYO-PASTAZA

CONTIENE:

PLANTA DE CIMENTACION Y CORTES

ESCALAS INDICADAS

CALCULO ESTRUCTURAL

REVISO

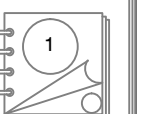
FECHA

DICIEMBRE 2011

LAMINA ESTRUCTURAL NUMERO:

DIBUJO

G C

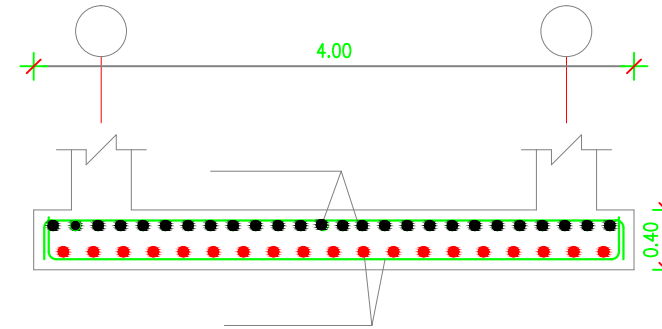
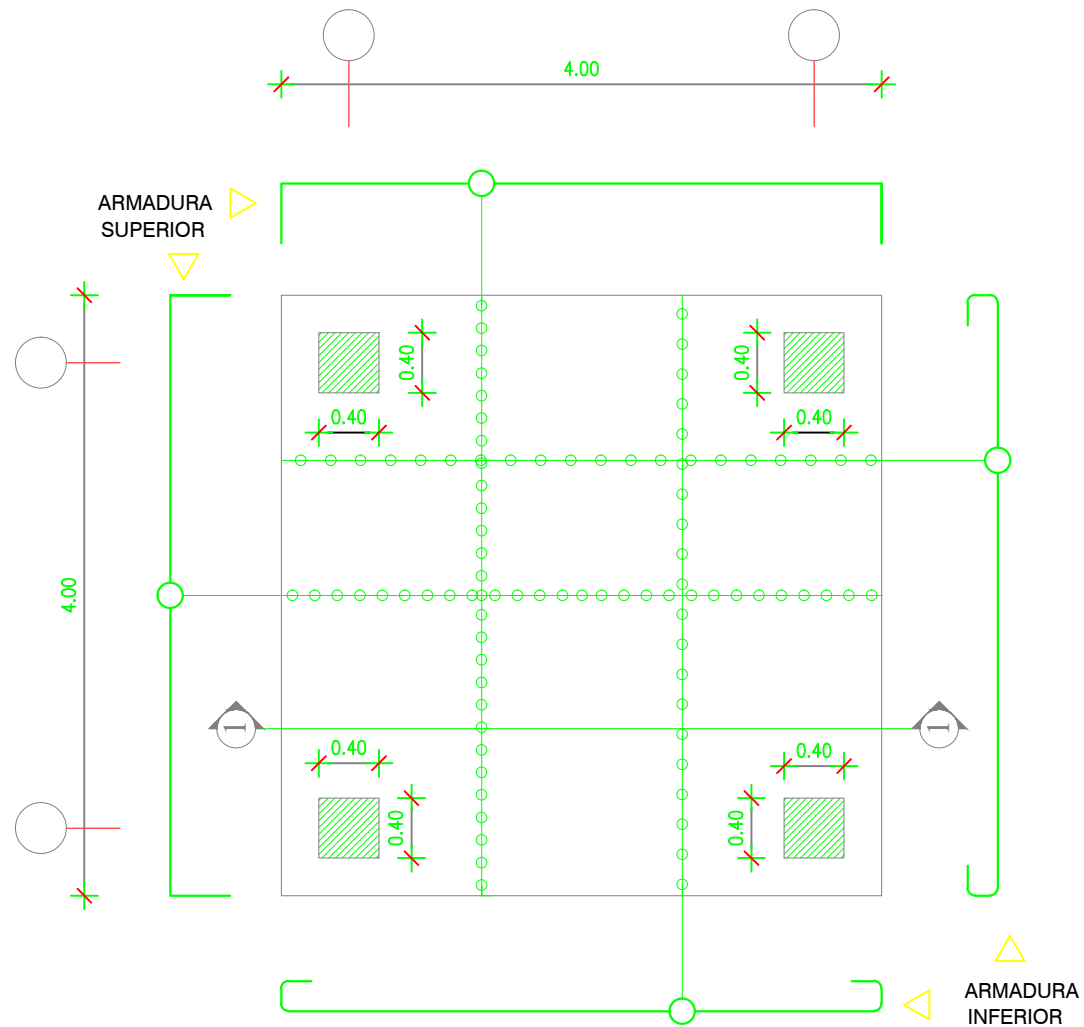


EGDA GABRIELA CAÑAR

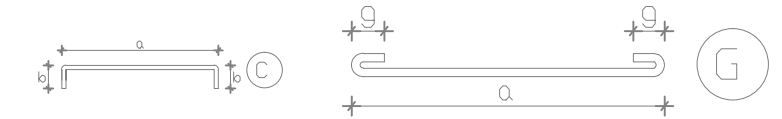
PLANILLA DE HIERROS

ACERO CORRUGADO

Mc	Tipo	Ø	Nº	Dimensiones					Long.Des.	Long. Tot.	Obs.
				a	b	c	d	g			
LOSA DE CIMENTACION											
13	C	14	54	3.86	2 X 0.26				4.38	236.52	
14	G	16	40	3.86				2 X 0.20	4.26	170.40	



TIPOS DE DOBLADO



RESUMEN DE HIERRO EN LAMINA

LONG. COME.	DIAMETRO DE VARILLAS COMERCIALES									
	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28
6.00										
9.00										
12.00				20	14					
Kg				286	269					

ESPECIFICACIONES TECNICAS

GENERALIDADES: EL DISEÑO DEL HORMIGÓN ARMADO CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO ACI-318-99, EL DISEÑO DEL ACERO ESTRUCTURAL CUMPLE CON LAS NORMAS TÉCNICAS DEL CÓDIGO AISC-LRFD-93. LOS DETALLES QUE AQUÍ NO CONSTAN SE DEBERÁN REGISTRAR POR DICHO CÓDIGO.

ACERO $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$ PESO TOTAL: 555 Kg

NOTA: Las dimensiones prevalecen sobre el dibujo.

RESUMEN DE HORMIGÓN EN LAMINA

CIMENTACIONES	6.4	
	mm	cm
	10	40
	12	50
	14	55
	16	65
	18	75
	20	80
	22	90
	25	100
	32	120

TRASLAPES

DIAMETRO	LONGITUD	ELEMENTOS	cm.
		CIMENTACIONES	7.0

RECUBRIMIENTOS

ALIVIANAMIENTOS	
10 x 20 x 40	
15 x 20 x 40	
20 x 20 x 40	

HORMIGÓN $f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$ 6.4 M3

ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES:

- EL HORMIGÓN DEBERÁ TENER UN ESFUERZO UNITARIO ÚLTIMO A LA COMPRESIÓN A LOS 28 DÍAS DE EDAD $f'_c = 240 \text{ Kg/cm}^2$.
- EL ACERO DEBERÁ TENER UN ESFUERZO UNITARIO A LA FLUENCIA $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$.
- LOS NIVELES MÍNIMOS DE CIMENTACIÓN SERÁN LOS INDICADOS EN LOS PLANOS.
- LA CAPACIDAD PORTANTE DEL SUELO SE HA ASUMIDO EN 5 T/m^2 , PARTICULAR QUE SERÁ OBLIGACIÓN DEL CONSTRUCTOR, VERIFICAR QUE SE CUMPLA EN EL SITIO.

EGDA GABRIELA CAÑAR

PROYECTO:

LOSA DE CIMENTACION

DIRECCIÓN:

PUYO-PASTAZA

CONTIENE:

LOSA DE CIMENTACION Y CORTES DE FRANJA TIPO

ESCALAS INDICADAS

CALCULO ESTRUCTURAL

REVISO

FECHA

DICIEMBRE 2011

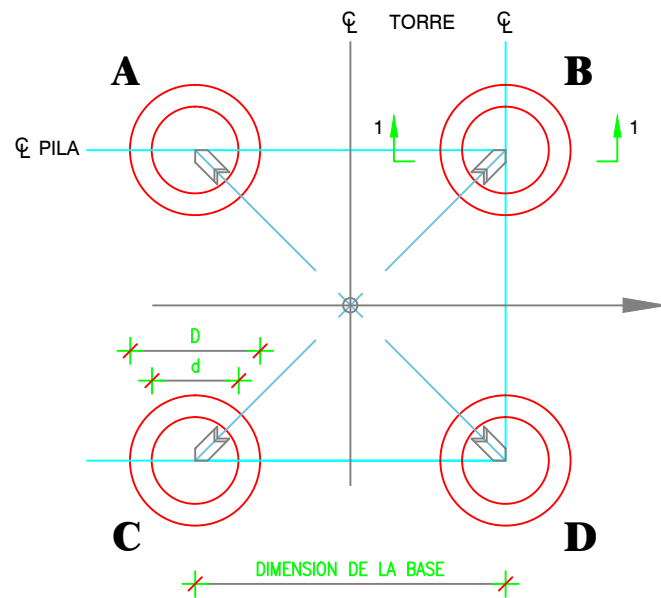
LAMINA ESTRUCTURAL NUMERO:

DIBUJO

G C

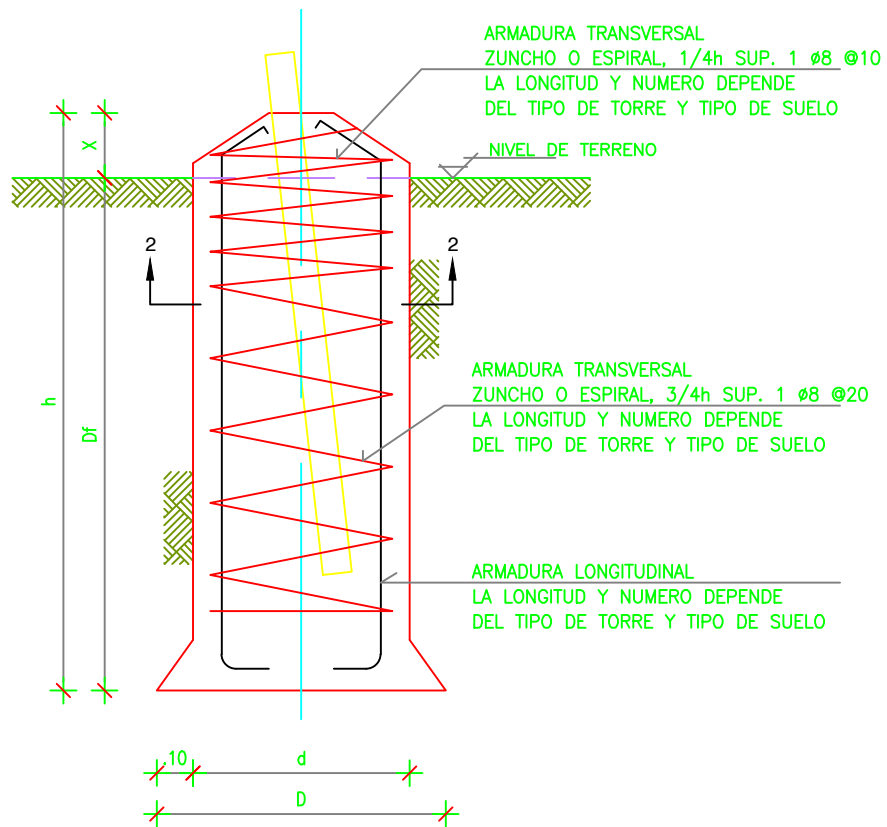
2

EDGA: GABRIELA CAÑAR



PLANTA TÍPICA TORRE

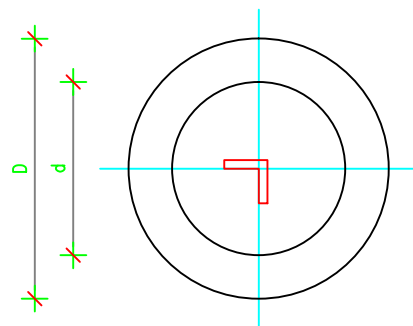
SIN ESCALA



PILAS, TIPO I $q_a = 5.00 \text{ t/m}^2$

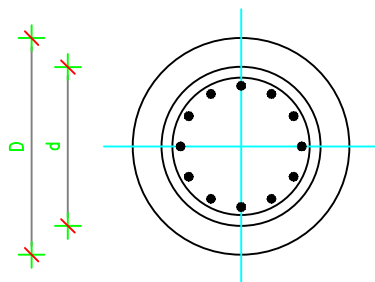
CORTE 1-1

SIN ESCALA



PLANTA

SIN ESCALA



CORTE 2-2

SIN ESCALA

RESUMEN DE HIERROS

CIMENTACION TIPO:	UNID.	PILA		
		A10	A30	A45
TORRE TIPO:	SUCS	MH-CH	MH-CH	MH-CH
TIPO DE SUELO DIAMETRO DE LA PILA LONGITUD DE LA PILA X PROF. DE CIMENT. Df, AMPLIACION BASE	m	1.00	1.00	1.00
	m	2.30	2.50	2.70
	m	0.30	0.30	0.30
	m	2.00	2.20	2.20
	m	0.00	0.10	0.15
As LONGITUD. PO As Ø8 a 20 cm por PATA	Nº	13 Ø12	13 Ø12	13 Ø12
	Nº	15 Ø8	16 Ø8	17 Ø8

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- Se usará hormigon de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- Se usará acero de refuerzo de $f_y = 4200/\text{cm}^2$ corrugado, grado 60 según normas A.S.T.M. A-615
- El recubrimiento de la fundación será de 7cm en pilas y monobloques.
- El espaciamiento del zuncho o espiral en la pila y estribos en monobloque sera en los 3/4 inferior de 20cm y en el 1/4 superior sra de 10cm
- El replanteo se hara de acuerdo a las dimensiones reales de la torre.
- El constructor deberá comprobar la resistencia del suelo para aplicar el tipo de cimentacion aquí propuesto.

EGDA GABRIELA CAÑAR

PROYECTO: **CIMENTACION TIPO PILA**

DIRECCION: PUYO-PASTAZA

CONTIENE: PLANTA TÍPICA Y CORTES

ESCALAS INDICADAS

CALCULO ESTRUCTURAL

REVISO

FECHA

DICIEMBRE 2011

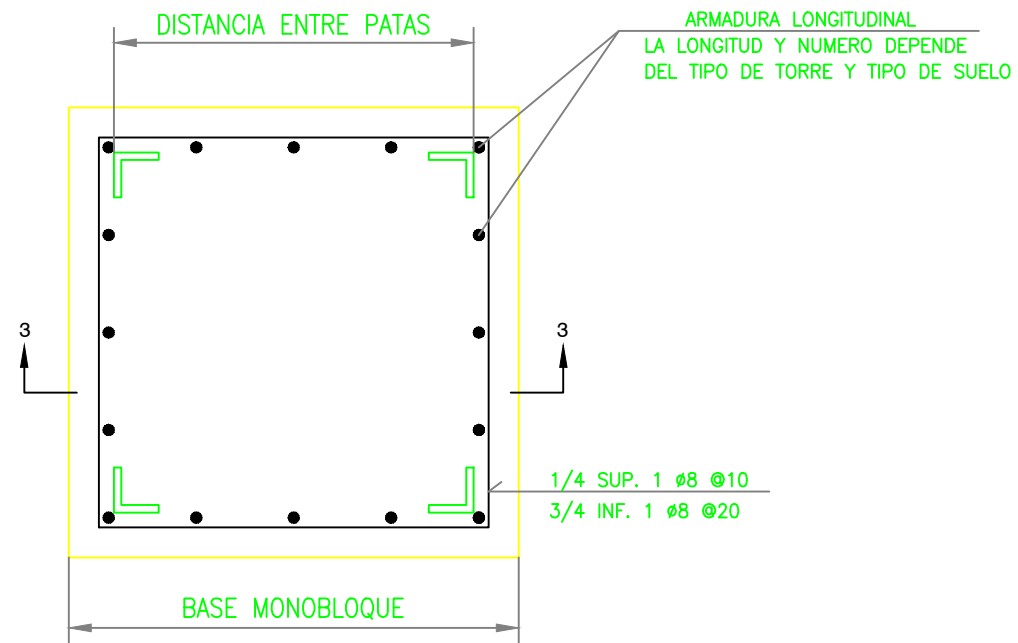
LAMINA ESTRUCTURAL NUMERO:

DIBUJO

G C

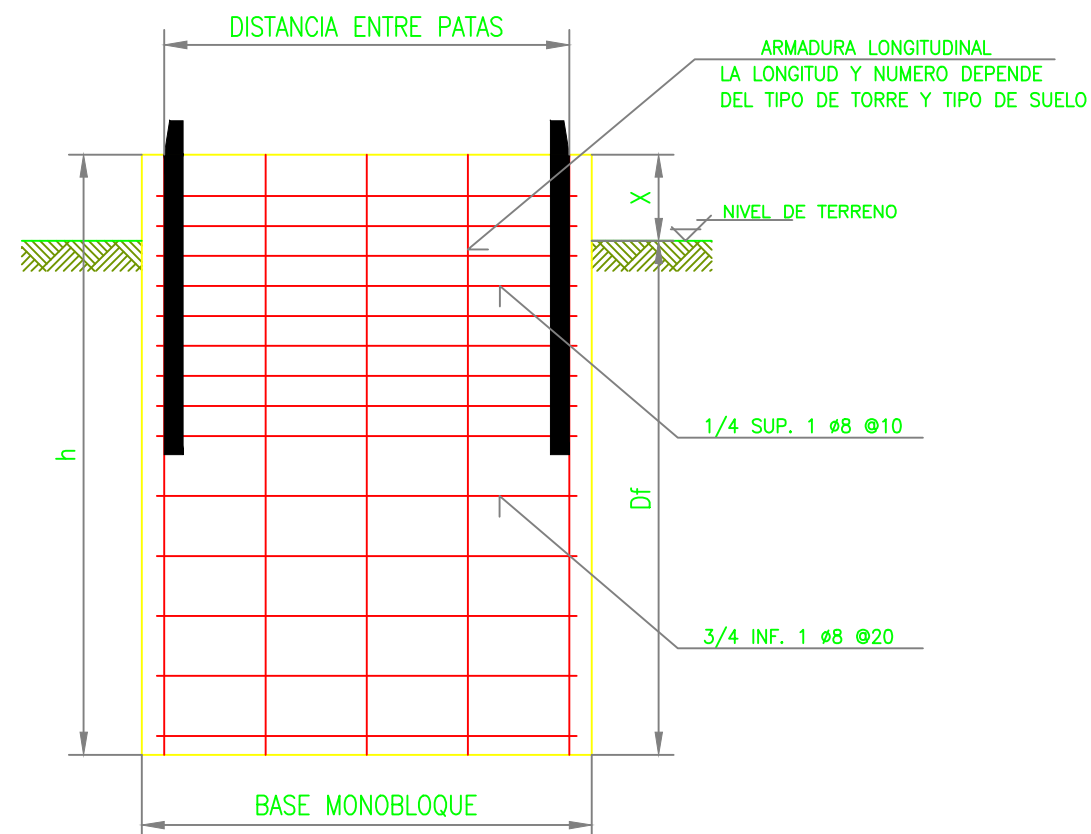
3

EGDA:GABRIELA CAÑAR



PLANTA

SIN ESCALA



MONOBLOQUE $q_a = 5.00 \text{ t/m}^2$

CORTE 3-3

SIN ESCALA

RESUMEN DE HIERROS

CIMENTACION TIPO MONOBLOQUE

TORRE TIPO:	TSL + 0	TSL + 3	TSL + 6	TSL + 0	TSL + 3	TSL + 6
TIPO DE SUELO	MH-CH	MH-CH	MH-CH	MH-CH	MH-CH	MH-CH
MONOBLOQUE BASE	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
MONOBLOQUE h	2.20	2.50	2.70	2.60	2.80	3.00
DADO BASE	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60	1.60
DADO h	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
As LONGITUD	30 Ø14	30 Ø14	30 Ø14	30 Ø14	30 Ø14	30 Ø14
As p Ø8 a 20 y 10 cm	14	16	17	17	19	19
As p Ø8 a 10 cm	4	4	4	4	4	4
ESCAVACIÓN, BLOQUE	5.63	6.40	6.91	6.66	7.18	7.68
HORMIGON, BLOQUE	6.40	7.17	7.68	7.42	7.95	8.45
HIERRO, BLOQUE	137.70	153.23	162.80	163.85	167.06	174.18

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- Se usará hormigon de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$
- 2.- Se usará acero de refuerzo de $f_y = 4200/\text{cm}^2$ corrugado, grado 60según normas A.S.T.M. A-615
- 3.- El recubrimiento de la fundación será de 7cm en pilas y monobloques.
- 4.- El espaciamiento del zuncho o espiral en la pila y estribos en monobloque sera en los 3/4 inferior de 20cm y en el 1/4 superior sra de 10cm
- 5.- El replanteo se hara de acuerdo a las dimensiones reales de la torre.
- 6.- El constructor deberá comprobar la resistencia del suelo para aplicar el tipo de cimentacion aquí propuesto.

EGDA GABRIELA CAÑAR

PROYECTO: **CIMENTACION MONOBLOQUE**

DIRECCION: PUYO-PASTAZA

CONTIENE: PLANTA TÍPICA Y CORTES

ESCALAS INDICADAS

CALCULO ESTRUCTURAL

REVISO

FECHA

DICIEMBRE 2011

LAMINA ESTRUCTURAL NUMERO:

DIBUJO

G C

4

EGDA:GABRIELA CAÑAR