

**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS:

**“CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS
ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR
PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO -HUANCAYO”**

PRESENTADO POR:

Bach. MIRANDA ALVAREZ, Lesly Tatiana

Línea de Investigación Institucional: Nuevas Tecnologías y Procesos

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2020

ASESOR:

Ph D Ing. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed

DEDICATORIA

Esta tesis está dedicada a:

A mi madre que me hace llenar de orgullo, te amo y no va haber manera de devolverte tanto que me has ofrecido, desde que incluso no hubiera nacido, a ti que me enseñaste el significado de esfuerzo, amor y valentía.

Te doy las infinitas gracias hasta el cielo, amada madre.

AGRADECIMIENTO

- Tengo mis agradecimientos para: Al finalizar un trabajo tan arduo y lleno de dificultades como el desarrollo de la tesis, es inevitable sentir alegría en mérito al aporte que se ha logrado. Debo agradecer de manera especial y sincera a mi asesor Ph. D. Mohamed Mehdi Hadi Mohamed quien con sus conocimientos hace un aporte importante a la ingeniería y sociedad.
- Mi más profundo agradecimiento a mis dignos jurados los MSC: Ing. Jorge Santiago López Yarango, Ing. Rando Porras Olarte, Ing. Carlos Gerardo Flores Espinoza; quienes con su apoyo permanente científico y tecnológico ha hecho posible la culminación de mi tesis.

HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

DR. CASIO A. TORRES LÓPEZ
PRESIDENTE

MSC. JORGE SANTIAGO LÓPEZ YARANGO
JURADO

ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO

ING. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO

MG. MIGUEL ANGEL, CARLOS CANALES
SECRETARIO DE DOCENTE

ÍNDICE

Contenido

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE	6
RESUMEN.....	10
ABSTRACT	11
INTRODUCCIÓN.....	12
CAPÍTULO I:	14
PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO	14
1.1. Planteamiento del problema de investigación -----	14
1.2. Formulación y sistematización del problema-----	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos.....	14
1.3. Justificación -----	14
1.3.1. Práctica o social.....	14
1.3.2. Científica o teórica	15
1.3.3. Metodología	15
1.4. Delimitación -----	15
1.4.1. Delimitación espacial	15
1.4.2. Delimitación temporal	15
1.4.3. Delimitación económica.....	16
1.5. Limitaciones -----	16
1.6. Objetivos -----	16
1.6.1. Objetivo general.....	16
1.6.2. Objetivos específicos.....	16
CAPÍTULO II	18
MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes -----	18
2.1.1. Antecedentes Nacionales	18
2.1.2. Antecedentes internacionales	22
2.2. Marco conceptual -----	27
2.2.1. Cimentaciones Superficiales	27
2.2.2. Funcionalidad del conjunto suelo estructura de cimentación.....	29
2.2.3. Comportamiento de acuerdo al tipo de suelo.....	30
2.2.4. Capacidad portante	31
2.2.4.1. La teoría de Terzagui.....	31
2.2.5. Coeficiente de Balasto.....	34
2.2.5.1. Concepto del coeficiente de balasto vertical	35
2.2.6. Sub estaciones eléctricas	41
2.2.7. Equipo utilizado en la sub estación de potencia	41
2.2.8. Consideraciones de diseño	42
2.2.8.1. Criterios de Diseño	43
2.3. Definición de términos: -----	46
2.4. Hipótesis -----	47
2.4.1. Hipótesis general:	47

2.4.2.	Hipótesis específicas:	47
2.5.	Variables:	47
2.5.1.	Definición conceptual de la variable:	47
2.5.2.	Definición operacional de la variable:	47
2.5.3.	Operacionalización de la variable	48
CAPÍTULO III		49
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		49
3.1.	Método de investigación	49
3.2.	Tipo de investigación	49
3.3.	Nivel de investigación	49
3.4.	Diseño de Investigación	49
3.5.	Población y muestra	50
3.5.1.	Población	50
3.5.2.	Muestra	50
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
3.7.	Procesamiento de la información	51
3.7.1.	Técnicas de procesamiento de datos	51
3.7.2.	Documentales (mediante el análisis documental)	51
3.7.3.	No documentales (Observación directa)	52
3.7.4.	Instrumentos	52
3.7.5.	Ficha técnica	52
3.7.6.	Guía de observación de campo	53
3.8.	Técnicas y análisis de datos	53
CAPÍTULO IV		54
RESULTADOS		54
4.1.	Generalidades del proyecto:	54
Transformador de Potencia 25mva		54
4.2.	Normas empleadas	55
4.2.1.	Especificaciones de materiales empleados	55
4.2.2.	Características del terreno y condiciones de cimentación	56
4.3.	ESTRUCTURAS Y CARGAS	56
4.3.1.	Configuración geométrica	56
4.3.2.	Estructuración	56
4.3.3.	Estados de cargas	56
4.3.4.	Combinaciones de cargas	57
4.4.	ANALISIS SISMICO	57
4.4.1.	Factores sísmicos para el análisis	57
CAPÍTULO V		66
DISCUSIÓN DE RESULTADOS		66
5.1.	Descripción de los resultados	66
CONCLUSIONES		68
RECOMENDACIONES		69
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS		70
ANEXOS		72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Tipos convencionales de cimentaciones superficiales, (Jiménez Salas,1981)	28
Figura 2.2 Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento con una sobrecarga debido a su peso	33
Figura 2.3 Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzagui.....	34
Figura 2.4 Factores de capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzagui	34
Figura. 2.5 Curvas Esfuerzo-Deformación para suelos con distintas rigideces	36
Figura. 2.6 Definición del Coeficiente de Balasto Vertical	37
Figura. 2.7 Sub Estación de Potencia- Parque Industrial.....	41
Figura. 2.8 Transformador de Potencia 25MVA.....	42
Figura 4.1 Imagen de ubicación del proyecto	54
Figura 4.2 Materiales del concreto.....	60
Figura 4.3 Propiedades del material del acero	61
Figura 4.4 Propiedades de la zapata.....	61
Figura 4.5 Propiedades del pedestal	62
Figura 4.6 Patrones de carga	62
Figura 4.7 Casos de cargas	63
Figura 4.8 Combinaciones de cargas por servicio	63
Figura 4.9 Combinaciones de cargas por resistencia	64
Figura 4.10 Resultados de presión de suelo	64
Figura 4.11 Resultados de presión de suelo	65
Figura 4.12 Resultados de cantidad de acero	65
Figura 5.1 distribución de acero en zapata de transformador	66
Figura 5.2 detalles de la cimentación 1.00 metro	67

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.1 Reglamento Nacional de Edificaciones	42
Tabla 2.2 Definición operacional de la variable	47
Tabla 2.3 Operacionalización de la variable	48
Tabla 2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	50
Tabla 4.1 parámetros sísmicos	57
Tabla 4.2 Cargas actuantes	58
Tabla 4.3 Cargas actuantes	58
Tabla 4.4 momentos resistentes y actuantes	59

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se formuló como problema general ¿Cómo calcular el diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?, así mismo el objetivo general fue Determinar el diseño de la cimentación de los equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo, la hipótesis general fue: Los resultados obtenidos del cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo es adecuado. El método de la investigación fue el sub método científico porque se refiere a la serie de etapas que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables, el tipo de investigación es aplicada porque se busca la generación de conocimientos teóricos donde se llevará a su aplicación directa de problemas, el nivel de estudio fue descriptivo, debido a que primero se describió la realidad existente sobre el problema luego se estudió la aplicación, se empleó un diseño de investigación no experimental de tipo corte transversal, la población está constituida por todas las cimentaciones de equipos eléctricos de potencia en la ciudad de Huancayo, Para el caso de nuestra investigación la muestra estará conformada por el transformador de potencia en la sub estación parque industrial - distrito de El Tambo - Huancayo, todo esto se llegó a la conclusión principal:

La presente investigación constituirá un aporte para el diseño, construcción y validación de los instrumentos de diseño bajo los parámetros técnicos normados, asimismo el desarrollo de la presente investigación tiene importancia académica en la medida que los resultados obtenidos beneficiarán a residentes de obra e Ingenieros Civiles encargados del diseño de infraestructuras de cimentaciones en sub estaciones eléctricas y fabricas con equipos eléctricos en la Región Junín.

Palabras clave: equipos eléctricos, cimentación, capacidad portante

ABSTRACT

The present research work was formulated as a general problem: How to calculate the foundation design for electrical equipment with the SAFE program - El Tambo Industrial Park sector - Huancayo? Likewise, the general objective was to determine the foundation design for electrical equipment With the SAFE program - El Tambo Industrial Park sector - Huancayo, the general hypothesis was: The results obtained from the calculation and design of foundations for electrical equipment with the SAFE program - El Tambo Industrial Park sector - Huancayo is adequate. The research method was the scientific sub method because it refers to the series of stages that must be traveled to obtain valid knowledge from the scientific point of view, using for this instruments that are reliable, the type of research is applied because it is seeks the generation of theoretical knowledge where it will lead to its direct application of problems, the level of study was descriptive, because first the existing reality about the problem was described then the application was studied, a non-experimental research design of cross-sectional type, the population is made up of all the foundations of power electrical equipment in the city of Huancayo. For the case of our research, the sample will be made up of the power transformer in the industrial park sub-station - El Tambo district - Huancayo, all this was reached to the main conclusion:

This research will constitute a contribution for the design, construction and validation of the design instruments under the regulated technical parameters, also the development of this research has academic importance insofar as the results obtained will benefit construction residents and Civil Engineers in charge of the design of foundation infrastructures in electrical substations and factories with electrical equipment in the Junín Region.

Keywords: electrical equipment, foundation, bearing capacity

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el país no está difundido un método analítico suficientemente contrastado y ampliamente difundido que nos permita efectuar el diseño de cimentaciones superficiales” de los equipos eléctricos de potencia “considerando los efectos de contacto entre el elemento estructural y el suelo que lo sustenta, dentro de los criterios de seguridad y confiabilidad.

Entender la mecánica conceptual de la interacción entre dos elementos de diferente comportamiento y poder llevarlo a la práctica del diseño cotidiano de elementos estructurales de cimentación, constituye un avance importante dentro del proceso de innovación a que se encuentran sujetas las materias en investigación dentro de las diversas ramas y en especial de la Geotecnia.

El presente trabajo de investigación está estructurado en cinco capítulos, los mismos que están desarrollados de la siguiente manera:

En el CAPITULO I: Planteamiento del problema; donde se plantea el problema general y los problemas específicos, la justificación práctica científica y metodológica; las delimitaciones espacial temporal y económica, limitaciones, y por último los objetivos tanto el general como los específicos

En el CAPITULO II: Marco teórico; se desarrolla los estudios previos y la literatura necesaria para nuestra investigación mediante los antecedentes como el marco conceptual. Así como la definición de términos, hipótesis general y específica, y las variables.

En el CAPITULO III: Metodología; se plantea la estructura medular de una investigación con el tipo de estudio, nivel de estudio, diseño de estudio, población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos; procesamiento de información, y las técnicas y análisis de datos.

En el CAPITULO IV: Resultados; en este capítulo se muestra los resultados obtenidos de la investigación en cada proceso que tiene el trabajo de investigación.

En el CAPITULO V: Discusión; en este capítulo se muestra la discusión de resultado con otras investigaciones previas para encontrar la diferencia o la similitud de las conclusiones para enriquecer el método científico.

Bach. Lesly Tatiana Miranda Álvarez

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema de investigación

La finalidad es elaborar un estudio detallado de los parámetros necesarios para el diseño de la cimentación de los equipos y maquinarias común mente utilizados en una subestación eléctrica, para brindar un apoyo técnico, teórico y práctico sobre el diseño de la cimentación de dicho equipos, maquinaria y estructura.

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo calcular el diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE -sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?

Problemas específicos

A ¿Cómo determinar si el tipo de suelo es óptimo en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?

B ¿Cómo determinar las cargas en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial - El Tambo - Huancayo?

C ¿Cómo determinar la geotecnia del suelo en el cálculo y diseño de la cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?

1.3. Justificación

1.3.1. Práctica o social

La presente investigación constituirá un aporte para el diseño, construcción y validación de los instrumentos de diseño bajo los parámetros técnicos normados, asimismo el desarrollo de la presente investigación tiene importancia académica en la medida que los resultados obtenidos beneficiarán a residentes de obra e Ingenieros Civiles encargados del diseño

de infraestructuras de cimentaciones en sub estaciones eléctricas y fabricas con equipos eléctricos en la Región Junín.

1.3.2. Científica o teórica

La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.

1.3.3. Metodología

El proyecto presenta una metodología explicativa con un diseño prospectivo porque nos permitirá tener un buen producto ya sustentado mediante las normativas y técnicas, siguiendo las pautas la normatividad actual, de la misma manera en el trabajo de investigación se clasifico de manera sistematizada los procesos que son necesarios durante la ejecución del proyecto de investigación, también se tabulo de manera secuencial todos los parámetros que son requeridos en cada proceso los mismos que son necesarios para el trabajo de gabinete así como el de campo, obteniendo una metodología propia y adecuada.

1.4. Delimitación

1.4.1. Delimitación espacial

La presente investigación que tiene de título: “CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO - HUANCAYO”, se encuentra ubicado en:

- Departamento : Junín
- Provincia : Huancayo
- Distrito : El Tambo
- Lugar : Av. Evitamiento S/N

1.4.2. Delimitación temporal

La presente investigación que tiene de título: “CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA

SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO - HUANCAYO”, se propuso el desarrollo desde enero del 2020 hasta agosto del 2020.

1.4.3. Delimitación económica

La presente investigación de título: “CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO - HUANCAYO”, La investigación que se realizó con los gastos propios del investigador, pero para una mejor evaluación podría darse la posibilidad de llevar a cabo estudio más específicos que por cuestiones económicas no se puede acceder.

1.5. Limitaciones

Las limitaciones de esta investigación de título: “CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO - HUANCAYO”, encontramos de acuerdo al factor económico se realizó en laboratorios estándares a los solicitado por las normatividad actual, no obstante si se contara con más inversión podríamos realizar ensayos en laboratorios de otros países, otra limitaciones que encontraron fue la parte técnica por existir pocos especialista del tema de investigación.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo general

Determinar el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo – Huancayo.

1.6.2. Objetivos específicos

A Determinar si el tipo de suelo es óptimo en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo – Huancayo.

- B** Determinar, las cargas verificando la normativa actual en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.
- C** Determinar, la geotecnia del suelo con un estudio geotécnico en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Nacionales

(MERINO CABALLERO & RUIZ VERGARA, 2015), con tesis: **“DISEÑO DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES ISOSTÁTICAS SOPORTADAS POR PROGRAMA DE SIMULACIÓN COMPUTARIZADO”**, de la Universidad privada Antenor Orrego facultad de Ingeniería Escuela profesional de Ingeniería Civil para optar título de Ingeniero Civil, manifiesta que: La presente tesis tiene como objetivo diseñar cimentaciones superficiales isostáticas de tal manera que puedan ser soportadas por programa de simulación computarizado, para ello se basara en el Reglamento Nacional de Edificaciones. Se ha seleccionado diferentes tipos de cimentaciones superficiales, tales como: zapatas aisladas, zapatas combinadas, zapatas conectadas, zapatas corridas y únicamente incluimos pilotes con cabezales rígidos de cimentaciones profundas. Dentro de las zapatas aisladas también tuvimos en cuenta el diseño de zapatas aisladas excéntricas y esquinas, muchas de ellas el suelo trabaja en tracción y para ello no será aplicable la fórmula de Navier para el cálculo del esfuerzo máximo, de la misma manera el RNE no diseñar cimentaciones superficiales en tracción. El dimensionamiento, verificaciones de servicio, verificaciones de punzonamiento y cortante en una dirección y finalmente diseño de la cimentación se han realizado de acuerdo a los requerimientos de las normas NTE. E020: (Cargas), NTE E.030 (Diseño Sismorresistente), NTE E.050 (Suelos y Cimentaciones) y NTE E.060 (Concreto Armado) de nuestro Reglamento Nacional de Edificaciones. Se ha desarrollado todo el procedimiento de las cimentaciones superficiales en funciones de variables, la zapata individual tiene diferente tipos de columnas las que son más empleadas en nuestro medio, en zapatas combinadas de la misma manera se tienen diferentes columnas, igualmente en zapatas conectadas y en zapatas corridas estará aplicado una carga distribuida linealmente producidas por el muro portante de albañilería; finalmente para

el caso de cimentaciones profundas se usaran desde 2 hasta 5 pilotes con cabezales rígidos. Es importante mencionar que el proceso de las cimentaciones será únicamente elaborado y analizado por el programa, finalmente se mostraran únicamente datos de entrada y de salida, donde llega a las siguientes conclusiones: (1) En el proceso de diseño de las cimentaciones se ha considerado el criterio de que éstas son rígidas con una distribución de presiones lineal y están apoyadas sobre un suelo flexible, recomendamos para posteriores investigaciones considerar una distribución de presiones no lineales y cimentaciones no rígidas. (2) El programa calcula un peralte (d) inicial en base a la cuantía mínima para las zapatas aisladas, combinadas y conectadas; este valor es bastante conservador para las verificaciones posteriores, pero el programa FONDAZIONI 1.0 calculara un “d” automático en base a la inicial, siempre y cuando no cumplan con las verificaciones por punzonamiento y Cortante.

(PAREDES PEÑAFIEL, 2017) Con tesis: **“ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES DE UN EDIFICIO DE CONCRETO ARMADO DE 5 PISOS PARA DIFERENTES SUELOS. REGIÓN LIMA 2017”**, El título de estudio es “Análisis de cimentaciones superficiales de un edificio de concreto armado de 5 pisos para diferentes suelos. Región Lima 2017”, cuyo objetivo general fue determinar la relación existente entre las cimentaciones superficiales y los diferentes suelos en un edificio de concreto armado de 5 pisos, en la región Lima 2017, respecto a los suelos, se tomó la teoría del Dr. Braja M. Das quien señala la necesidad de evaluar sus componentes, origen y tipos de suelos, en cuanto a las cimentaciones superficiales, el investigador José Calavera Ruiz propone la clasificación, criterios de diseño y diseño de estructuras. La metodología utilizada en este estudio es de tipo cuantitativo no experimental con un muestreo intencionado no probabilístico ya que la muestra será el diseño estructural de una edificación de 5 pisos y se analiza en tres tipos de suelo de diferente capacidad portante, los instrumentos utilizados son fichas de recolección de datos, estudios de mecánica de suelo, software de procesamiento ETABS, SAFE y el diseño estructural de una edificación de 5 pisos de concreto armado. Se realizaron

los análisis de las cimentaciones superficiales en diferentes tipos de suelos dándonos como resultado que existe una correlación entre el suelo y las cimentaciones superficiales, esta relación es lineal e inversamente proporcional, se describió su fórmula matemática concluyendo que el suelo influye en la clasificación, diseño y estructura de una cimentación.

(GIL SÁNCHEZ, 2015) Con tesis: “**CAPACIDAD DE CARGA EN CIMENTACIÓN DE PLANTA INDUSTRIAL**”, La presente investigación fue realizada con el fin de analizar la capacidad de carga de una cimentación sobre suelo arenoso, así como de realizar el análisis de asentamientos elásticos y licuación del mismo. La cimentación en análisis corresponde a un Sector de una Planta Industrial que actualmente se encuentra en funcionamiento y cuya construcción fue entregada en el año 2013. Se han realizado Ensayos de Penetración Estándar y Cono Peck como parte de las Exploraciones Geotécnicas del Estudio de Suelos. Para desarrollar este análisis se han establecido las correlaciones entre los resultados de los ensayos, antes mencionados, con los parámetros elásticos y cortantes del suelo. Posteriormente se ha calculado la capacidad de carga admisible por corte, por asentamientos y por sismo, así como los asentamientos elásticos. Los resultados del análisis de la capacidad de carga admisible de las cimentaciones estudiadas se muestran en las siguientes figuras: Finalmente, a partir de los resultados obtenidos, se establecieron comparaciones que permitieron corroborar que la capacidad de carga admisible de cimentaciones superficiales en este tipo de terreno arenoso es generalmente controlada por la capacidad de carga admisible por asentamientos, al ser estos valores menores a la capacidad de carga por corte.

(JIMÉNEZ JUÁREZ, 2014), con tesis: “**DISEÑO DE CIMENTACIÓN SOMETIDA A VIBRACIÓN INDUCIDA POR BOMBA CENTRÍFUGA HORIZONTAL IMBIL UBICADA EN LA CALDERA DE PLANTA MAPLE ETANOL**”, la presente tesis tiene como objetivo principal realizar el análisis, cálculo y diseño de la cimentación para la bomba Imbil de 11 toneladas ubicada en la caldera de la Planta Maple Etanol”, “distrito La Huaca,

provincia Paita, departamento Piura; y con funcionamiento las 24 horas del día. Se da a conocer los diferentes tipos de cimentaciones para equipo vibratorio, así como las consideraciones principales y los criterios de diseño para proyectar cimentaciones seguras y eficientes. Mediante esta investigación del tipo descriptiva, se propone un procedimiento de cálculo para resolver cimentaciones sujetas a cargas dinámicas cíclicas basado en el método conocido como semi-espacio, ya que de manera general toma en cuenta la rigidez del suelo sobre el que se desplanta la cimentación, la cual junto con las propiedades inerciales del bloque de concreto y los datos de la máquina (Peso, velocidad de operación, fuerzas dinámicas) permiten resolver las ecuaciones del comportamiento del sistema suelo cimentación-maquinaria. El dimensionamiento de la cimentación que resulta del análisis dinámico utilizando el método del semiespacio garantiza que el sistema suelo-cimentación-maquinaria suministre un funcionamiento estable, seguro, eficiente, continuo y confiable.

(PAZ SOLDÁN RIVAS, 2017), con tesis: **“SISTEMA ELECTRÓNICO DE MEDICIÓN DE VIBRACIONES PARA UN MÓDULO MECÁNICO DE TRANSMISIBILIDAD EN LA CIMENTACIÓN DE MÁQUINAS. MÓDULO DE FUERZA”**, Debido al constante crecimiento industrial, el campo de las maquinarias comprende equipos cada vez más potentes y robustos. A pesar de esta notable mejora, se suele dejar de lado el estado de los mecanismos de seguridad de estas máquinas como lo es su cimentación, que puede ir deteriorándose producto de las vibraciones que se presentan. Sin previo aviso, el motor industrial podría entrar en el fenómeno de resonancia en el cual las vibraciones son muy elevadas y las fuerzas que producen son suficientemente poderosas para colapsar la cimentación y poner en riesgo la vida de ingenieros, operarios o cualquier persona en la zona de operación. El presente trabajo de tesis se basa en el diseño e implementación de un sistema electrónico de medición de las vibraciones mecánicas producidas por la resonancia. Para ello, se cuenta con un módulo mecánico de transmisibilidad que simula el comportamiento de un sistema en resonancia. El módulo cuenta con un motor eléctrico controlado manualmente por un

variador de velocidad, un juego de engranajes con masas desbalanceadas y resortes que permiten apreciar las vibraciones producidas con mayor claridad. Para el análisis de la transmisibilidad del sistema y el efecto de la resonancia en la cimentación, es necesario conocer tres magnitudes importantes: la fuerza transmitida a los soportes del módulo, la aceleración que éste experimenta y la velocidad de giro que posee el motor en ese momento. Por lo tanto, se emplearon sensores que nos permitieran determinar estas variables; entre ellos tenemos celdas de carga (sensores de fuerza), un acelerómetro digital (sensor de aceleración) y un sensor óptico (sensor de detección de flancos). Una vez realizado su montaje, se obtuvieron una cantidad considerable de muestras que eran enviadas a una etapa de control, manejada por un ATmega8L, para ser posteriormente enviadas a una PC. Sin embargo, cada magnitud censada requirió de un acondicionamiento antes de ser llevadas a la etapa de control. La señal de fuerza presentaba mucha distorsión debido al ruido producido por el motor del módulo principalmente, por lo que fue necesario filtrarla de estas impurezas. La señal de aceleración poseía un nivel de voltaje menor al ATmega8L, por lo tanto, necesitaba una adaptación de niveles de voltaje para que no sufriera daños. Cuando se reciben todas las muestras, se procesa la información mediante una interfaz gráfica, desarrollada en MATLAB. Con este equipo, se podrá analizar al detalle las vibraciones presentes en el módulo didáctico y tal vez, llevarlo más adelante al campo industrial.

2.1.2. Antecedentes internacionales

(Cobos Lucio & Marcillo Castro, 2017) con tesis: "IDENTIFICACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICO-MECÁNICAS DEL SUELO, CIUDADELA LOS CEIBOS - JIPIJAPA PARA CIMENTACIÓN DE EDIFICACIONES DE CATEGORÍA BAJA", Este proyecto fue realizado para identificar las características físico-mecánicas del de suelo de la ciudadela Los Ceibos que servirán al momento de realizar la cimentación en una edificación de categoría baja, este estudio servirá como un aporte para la ciudad de Jipijapa ya que uno de los principales problemas ocasionados por los

terremotos se deben a la falta de estudios geotécnicos, los cuales se realizaron a través del método de ensayo de penetración estándar (S.P.T.) para esto se tomaron 36 muestras alteradas en los diferentes puntos del suelo del sector en estudio para la realización de los diferentes ensayos de suelos y posteriormente su clasificación de suelos S.U.C.S. (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos), y realizar los cálculos referentes a la capacidad portante del suelo y su ángulo de fricción teniendo como resultado que la ciudadela Los Ceibos posee un suelo tipo E, F1, tomando en cuenta que su nivel freático esta entre los 2,00 m y 3,00 m de profundidad, también se realizó un estudio a la susceptibilidad a la licuación de los suelos los cuales dieron como resultado que el suelo de la ciudadela los ceibos no es susceptible a la licuación.

(Farina Bravo & Huapaya Farfán, 2017) con tesis: **“FORMULACIÓN DE CIMENTACIÓN SUPERFICIAL PARA UN CENTRO COMERCIAL DE 3 PISOS EN UNA ZONA CON SUELOS LICUABLES EN LA ENCANTADA – CHORRILLOS”**, En el año 1964 los estudios al fenómeno de licuación tomaron gran importancia debido a lo acontecido en Niigata. Así mismo, suelos como los de Pisco, Villa El Salvador y Chorrillos son muy susceptibles al fenómeno, donde el primero de los mencionados sufrió dichos efectos en el 2007. En el caso de Chorrillos, La Encantada es probablemente un suelo con potencial de licuación. La urbanización La Encantada en Chorrillos cuenta con las características necesarias para que se licue. Por ello, es necesario tomar medidas de mejoramiento del suelo y luego formular una cimentación adecuada. Del mismo modo, la presencia de un centro comercial en una zona residencial revalorizaría la zona y sería de provecho de los que viven en las cercanías. Para solucionar este problema se empleó la metodología de la Society of Japanese Mechanics and Foundation Engineering el cual propone una evaluación de 3 grados. Como resultado de la investigación el potencial de licuación nos da un valor de 0.856, lo que indica que el suelo es potencialmente licuable y debe mejorarse o reemplazarse. Se eligió el reemplazo de suelo por material gravoso. Luego, una vez cumplidas las verificaciones sobre el material gravoso, la elección

de la cimentación superficial depende del aspecto económico. Así mismo, se formuló una zapata con ancho de $B = 2.40$ m. y un desplante de $D_f = 0.8$ m. Y, además, se listó una serie de anchos diferentes, para diferentes profundidades de desplantes que también funcionarían, pero incrementarían su valor económico.

(GARZÓN ROCA & TORRIJO ECHARRI, 2019) con tesis: “CÁLCULO GEOTÉCNICO DE UNA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL EN BASE A LA FORMULACIÓN ANALÍTICA DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN”, La forma más habitual de cimentación superficial es mediante el uso de zapatas, elemento tridimensional prismático, normalmente con dos dimensiones algo mayores a la tercera, que se empotra en el terreno para transmitir adecuadamente las cargas de una estructura al terreno. El diseño geotécnico de una cimentación superficial debe asegurar la integridad de la propia infraestructura cimentada, así como su funcionalidad, para lo cual es necesario garantizar que las sollicitaciones de la infraestructura puedan ser absorbidas por el terreno y que los asentamientos potenciales no sean excesivos. No existe una formulación totalmente común en cuanto al cálculo geotécnico de cimentaciones superficiales, de forma que las diferentes normativas y códigos existentes proporcionan formulaciones analíticas que, si bien si bien se basan en la misma ecuación original, pueden conducir a resultados ligeramente diferentes. En este artículo se seguirán las directrices básicas presentadas en el Código Técnico de la Edificación (Ministerio de Fomento, 2007), norma habitual en España y de obligado cumplimiento en edificación.

(Cataño Gil, 2015) con tesis: **“TIPIFICACIÓN DEL DISEÑO DE CIMENTACIONES PARA EQUIPOS DE SUBESTACIONES DE ALTA TENSIÓN”**, I.S.A. se encuentra ante la necesidad de sistematizar sus procesos con el fin de ser competitiva a la hora de licitar, obtener y construir proyectos de infraestructura eléctrica. En el caso de las cimentaciones para equipos de subestaciones de alta tensión esta sistematización no se había

realizado, lo cual implicaba el gasto de valiosos recursos humanos (horas hombre) y financieros, a la hora de calcularlas para cada proyecto. Se realizó un estudio que permitirá a ISA contar con un manual sistematizado del diseño y utilización de cimentaciones para los equipos de patio de las subestaciones de alta tensión. Para lograrlo se hizo una investigación acerca de los diferentes métodos utilizados actualmente para diseñar cimentaciones superficiales sometidas a momentos biaxiales y se analizó según sus ventajas y desventajas cuál era el más apropiado para el presente trabajo. Posteriormente se realizó una clasificación de los equipos de patio que utiliza la compañía en sus diferentes proyectos, ésta tuvo en cuenta factores como el peso, la altura, el centro de gravedad y otras características físicas importantes para el diseño. Finalmente, antes de empezar con el diseño se seleccionaron aquellos factores que podían afectar de una forma u otra el resultado final del diseño como el tipo de equipo a soportar, las características sísmicas, de viento, geológicas y geotécnicas del sitio donde se van a fundar los equipos, así como la corriente de corto circuito de la subestación. El resultado fue un programa donde se seleccionan las principales variables de diseño y éste devuelve las características geométricas de la cimentación, así como la fuerza dominante del diseño y el comportamiento mecánico esperado de la cimentación; éste programa está conectado a una base de datos que se construyó con el resultado de diseñar cada equipo para las diferentes combinaciones de los factores previamente seleccionados. Adicionalmente se cuenta con un plano por tipo de equipo con las especificaciones técnicas de diseño para cada una de las posibles cimentaciones que pueden obtenerse.

(YUQUE ANCCASI, 2015) con tesis: "INNOVACION PARA EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN DE CIMENTACIONES ESPECIALES CON PERNOS DE ANCLAJE PARA EL MONTAJE DE ESTRUCTURAS METÁLICAS Y EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS", "La presente tesis está basada en el diseño y construcción de cimentaciones especiales con pedestales y pernos de anclaje para en montaje de estructuras metálicas y equipos electromecánicos, dentro de la planta concentradora de la Unidad Minera Austria Duvaz que está ubicada en el distrito de Morococha, provincia de

Yauli, La Oroya en la Región Junín. La tesis contiene cuatro capítulos con el desarrollo del diseño y construcción de dichas cimentaciones .

(LIMAICO ÁLVAREZ, 2015) con tesis: “ESTUDIO DINÁMICO Y ESTÁTICO DE CIMENTACIONES QUE SOPORTAN EQUIPO PETROLERO E INDUSTRIAL”, Dentro del campo de la ingeniería civil aplicada a la industria, encontramos un aspecto importante que trata sobre las cimentaciones de maquinaria como equipos mecánicos y maquinaria en general. En todos los sectores productivos como la minería, la siderurgia, el sector petrolero, el sector energético, etc. se requiere utilizar maquinaria pesada con la necesidad de cimentaciones que a más de resistir su peso estático deben ser capaces de soportar todos los esfuerzos dinámicos que estas máquinas generan, que llegan a ser determinantes en ciertos casos específicos. Las cimentaciones de equipos estáticos pueden ser diseñadas con métodos convencionales, aplicando ingeniería de cimentación convencional, controlando los estados límites de falla y de servicio, conociendo las características físicas propias de cada equipo y determinando las propiedades mecánicas del suelo. Pero se debe considerar que maquinaria de gran envergadura e importancia, dentro de las industrias antes mencionadas, generan esfuerzos dinámicos producto de su funcionamiento normal, los cuales a su vez generan esfuerzos y deformaciones (vibraciones) que deben ser controladas mediante un diseño adecuado de su cimentación, puesto que una falla de la misma puede llegar a causar problemas al correcto funcionamiento de dicha maquinaria. El presente trabajo tiene como finalidad, describir los parámetros de diseño para resolver cimentaciones sujetas a cargas dinámicas El objetivo general del diseño de una cimentación que soporte cargas dinámicas es cumplir con los estados límites de carga y de falla, es decir, que las vibraciones del sistema máquina-cimentación-suelo tengan el comportamiento esperado y especificado en la norma vigente para que tenga un correcto funcionamiento y serviciabilidad, considerando además todas las fuerzas a las que podría estar sujeto el sistema mencionado a lo largo de su vida útil, como cargas estáticas, sísmicas, de temperatura, de viento, etc. En resumen, en la presente disertación se abordarán los siguientes temas: En el capítulo 1, se determinará los tipos de

maquinaria petrolera utilizadas en la industria, sus cargas estáticas, así como también los esfuerzos dinámicos que estas producen, considerando los siguientes equipos: compresores, generadores, turbinas, bombas.

2.2. Marco conceptual

Como parte del diseño de los elementos estructurales en contacto con el suelo se requieren establecer conceptos ligados a la distribución de esfuerzos y asentamientos en la interfaz dentro de un enfoque racional del tema. Cada edificación demanda la necesidad de plantear y resolver un problema de cimentación. En la práctica comúnmente se usan cimentaciones superficiales o cimentaciones profundas, las cuales presentan importantes diferencias en cuanto a su geometría, al comportamiento del suelo, a su funcionalidad estructural y procedimientos constructivos.

2.2.1. Cimentaciones Superficiales

Se define como cimentación superficial a un elemento estructural cuya sección transversal es de dimensiones grandes con respecto a la altura y cuya función es trasladar las cargas de una edificación a profundidades relativamente cortas”, “menores de 4 metros aproximadamente con respecto al nivel de la superficie natural de un terreno o de un sótano. Se proyectan este tipo de elementos cuando el suelo es de buena calidad.

En una cimentación superficial la reacción del suelo se equilibra con las fuerzas transmitidas por la estructura. Esta reacción de fuerzas, que no tiene un patrón determinado de distribución, se realiza en la interface entre el suelo y la base de la cimentación que está en contacto con él. En este caso, el estado de esfuerzos laterales no reviste mayor importancia. En tal sentido, el comportamiento estructural de una cimentación superficial, puede adoptar las características de una viga o de una placa.

Las cimentaciones superficiales, cuyos sistemas constructivos generalmente no revisten mayores dificultades pueden ser de varios tipos, según su función: zapata aislada, zapata combinada, zapata corrida y losa de cimentación. En una estructura de tipo zapata aislada, que puede ser

concéntrica, medianera o esquinera, se caracteriza por soportar y trasladar al suelo la carga de un apoyo individual; una zapata combinada por soportar y trasladar al suelo la carga de varios apoyos ; y una losa de cimentación por sostener y transferir al suelo la carga de todos los apoyos.

La zapata aislada se opta como solución para casos sencillos, en suelos de poca compresibilidad, suelos duros, con cargas de la estructura moderadas pudiendo ser edificios hasta de 6 pisos. Con el fin de darle rigidez lateral al sistema de cimentación, en la mayoría de los casos las zapatas aisladas siempre deben interconectarse en ambos sentidos por medio de vigas de amarre.

Las zapatas combinadas son convenientes en casos intermedios, esto es, suelos de mediana compresibilidad y cargas no muy altas. Con esta solución se busca una reducción de esfuerzos, dándole cierta rigidez a la estructura, de modo que se restrinjan algunos movimientos relativos. La losa de cimentación por lo general ocupa toda el área de la edificación y es competente cuando el suelo tiene limitada capacidad portante, ver Figura 1.1. Mediante esta solución se disminuyen los esfuerzos en el suelo y se minimizan los asentamientos diferenciales.

Cuando se tenga que transmitir al suelo las fuerzas de un muro de carga con una longitud ampliamente superior a su ancho, se usa una zapata continua o corrida, cuyo comportamiento es similar al de una viga. Se debe dar la rigidez suficiente a la cimentación a fin de impedir que el muro absorba las sollicitaciones inducidas por asentamientos diferenciales.

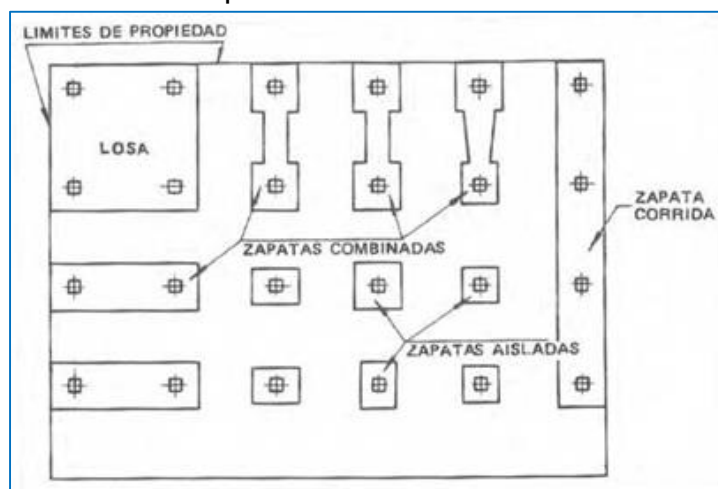


Figura 2.1 Tipos convencionales de cimentaciones superficiales, (Jiménez Salas, 1981)

2.2.2. Funcionalidades de los conjuntos suelos estructuras de cimentaciones

En el caso en que el suelo es solicitado por un incremento de esfuerzos sufre deformaciones horizontales, normales y cortantes. Las cargas que transmite la cimentación dan lugar a desplazamientos totales y diferenciales en la interface de la estructura de cimentación y el suelo. La estructura de la cimentación en conjunto con las cargas que actúan sobre ella y las reacciones que ocurren en el suelo están comprendidas en el mismo escenario que el suelo adoptaría como producto de las reacciones que este aporta a la estructura de cimentación para su equilibrio. La configuración de esfuerzos y deformaciones en la superficie de contacto depende de la rigidez de la estructura, de la rigidez de la cimentación, la deformabilidad del suelo y la distribución de cargas aplicadas sobre la estructura de la cimentación, (Wood D.M, 1990).

De ello se desprende el concepto de interacción cimiento terreno, que consiste en un sistema de reacciones que aplicadas a la estructura de cimentación y al suelo producen la misma configuración de desplazamientos entre los dos elementos, es decir, establecer expresiones de compatibilidad para el cálculo de los esfuerzos de contacto entre la cimentación y el suelo. (Zeevaert, 1980).

Las primeras aplicaciones en la ingeniería civil del método de interacción suelo estructura de cimentación fueron efectuadas por Zimmerman en 1888 quien empleó este modelo para calcular las tensiones que producían las obras ferroviarias sobre el terreno. Posteriormente el desarrollo de estos métodos llevó a que se aplicaran en losas y zapatas combinadas.

El tratamiento del problema así planteado considera dentro del análisis los siguientes aspectos:

- Efecto del proceso constructivo.
- Distribuciones de las cargas.
- Rigidezes y deformaciones del suelo a corto y largo plazo.
- Rigidezes de la estructuras de cimentaciones y de la superestructura.

La teoría elástica considera la masa de suelo donde se apoya la estructura de cimentación como un medio continuo en el que una acción en un punto i de la masa ejerce influencia en otro punto j de ella; (Zeevaert, 1980). Un modelo más avanzado se aboca al estudio de la fase sólida considerando el comportamiento esfuerzo-deformación-tiempo de la estructura del suelo. Los desplazamientos verticales se estiman determinando el cambio de esfuerzos por medio de soluciones aproximadas de la teoría de la elasticidad. Para cada estrato se determina la deformabilidad para el nivel medio de esfuerzos efectivos estimando el tipo de esfuerzo aplicado: estático, transitorio o dinámico.

2.2.3. Comportamientos de acuerdo a los tipos de suelos

Un suelo granular es apto para cimentar si el espesor del estrato es suficiente y la compacidad es media o alta. Los asientos en estos suelos se acusan de forma inmediata frente a cargas estáticas y con magnitudes considerables frente a cargas dinámicas. En los suelos cohesivos o de granulometría fina, la consistencia varía con la humedad, y el asiento bajo carga estática es lento pero importante. Según el grado de humedad, la arcilla tendrá una consistencia fluida, plástica o seca. Los puntos de inflexión entre un estado y otro se llaman límites de consistencia. Estos límites se usan para clasificar un suelo y conocer el comportamiento de estos materiales.

Saber el carácter de deformabilidad de un suelo, nos permitirá poder calcular los previsible asientos. No todos los suelos se deforman igual, ya que las arcillas se caracterizan por su gran compresibilidad y capacidad de retener el agua en relación a las arenas. El estudio de la compresibilidad se realiza para suelos arcillosos y en estado de saturación.

Es de prioridad estudiar la compresibilidad de los estratos situados entre el plano de la cimentación y una profundidad igual o mayor al ancho del edificio. La ejecución de un ensayo de campo normalizado al menos nos permitirá tener una idea de la calidad del suelo. A partir de ensayos en laboratorio sobre muestras inalteradas podremos conocer con buena aproximación las características geotécnicas de resistencia y deformabilidad del suelo

(cohesión, ángulo de rozamiento interno, módulo de deformación bajo carga constante).

Para simular el carácter de deformabilidad de un suelo cohesivo es imprescindible la realización del ensayo edométrico, así como el tiempo requerido para su consolidación a mediano y largo plazo.

2.2.4. Capacidad portante

En cimentaciones se denomina capacidad portante a la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno tal que no se produzcan un fallo por cortante del suelo o un asentamiento diferencial excesivo. Por tanto, la capacidad portante admisible debe estar basada en uno de los siguientes criterios funcionales: (German López, 2010).

2.2.4.1. La teoría de Terzagui

Esta teoría cubre el caso más general de suelos con cohesión y fricción; es la teoría más usada para el cálculo de la capacidad de carga en cimientos poco profundos. Se aplica a cimentaciones en las que el ancho B es mayor o igual a la profundidad de desplante D_f . De la parte superior se despreja la resistencia al esfuerzo cortante τ , haciendo la equivalencia del suelo, arriba del nivel de desplante, como una sobrecarga q , fig.2.2. Con base en los estudios de Prandtl en suelos cohesivos, Terzaghi los extendió a suelos cohesivo-friccionantes, proponiendo el mecanismo de falla mostrado en la fig. 2.3. En este mecanismo la zona I es una cuña que se mueve como cuerpo rígido con el cimiento, verticalmente hacia abajo. Una zona II es de deformación tangencial radial. La zona III es una zona de estado plástico pasivo de Rankine. Para que el cimiento penetre deberá de vencer las fuerzas resistentes, como son la cohesión en las superficies AC y la resistencia pasiva en esas mismas superficies. En el caso de la falla incipiente, estos empujes forman un ángulo ϕ , la dirección es vertical.

Despreciando el peso de la cuña y considerando el equilibrio de fuerzas verticales se tiene:

$$q.c.B. = 2.P.p. + 2.C.f. \\ \text{sen } \varphi \quad (3)$$

donde:

q.c.: carga de falla en el cimiento

P.p.: empuje pasivo

C.f.: fuerza de cohesión

Desarrollando los términos del segundo miembro y despejando qc se llega a la siguiente expresión:

$$q.c. = c.N.c. + \gamma DfNq + (1/2)\gamma BN\gamma \quad (4)$$

que permite calcular la presión máxima que puede darse al cimiento por unidad de longitud, sin provocar su falla, se expresa en unidades de presión.

Nc, Nq y N γ , son factores de capacidad de carga, función del ángulo de fricción interna del suelo φ .

La ecuación anterior es la fundamental de la teoría de Terzaghi y permite calcular, en principio, la capacidad de carga última de un cimiento poco profundo de longitud infinita, con carga vertical. Los valores de los factores de capacidad de carga se obtienen a partir de la fig.2.4.

Puede observarse en dicha figura curvas de línea llena y curvas de línea punteada. Las primeras corresponden al mecanismo de falla general representado por la fig. 2.3, que supone que al ir penetrando el cimiento en el suelo se produce cierto desplazamiento lateral, de modo que los estados plásticos desarrollados inicialmente se amplían hasta los puntos E y E', de tal manera que, en el instante de falla, toda la superficie trabaja al esfuerzo límite. En materiales arenosos sueltos o arcillas muy blandas donde la deformación crece mucho cerca de la carga de falla, el cimiento penetra, pero no logra desarrollarse el estado plástico hasta los puntos E y E', sino que la falla ocurre antes, a carga menor, al llegar a un nivel de asentamiento que para el cimiento equivale a la falla del mismo. A este mecanismo se le conoce como falla local.

Para tomar en cuenta la posibilidad de una falla local, la capacidad de carga última del sistema suelo-cimiento se puede calcular empleando la misma ec. 4 pero adoptando factores de capacidad de carga reducidos, esto es, N'_c , N'_q y N'_γ .

El decidir si el sistema suelo-cimiento podrá experimentar una falla general o local depende fundamentalmente de la geometría del cimiento y de la compacidad o consistencia del suelo de apoyo. En la fig. 8' se muestra un gráfico, reportado por Vesic, que permite pronosticar el tipo de falla, en el caso de arenas.

En el caso de falla general, Terzaghi propone las siguientes expresiones, para calcular la capacidad de carga última:

➤ **Cimientos cuadrados**

$$q.c. = 1.3 c N.c. + \gamma D.f.$$

$$N.q. + 0.4 \gamma B N.\gamma. \quad (5)$$

➤ **Cimientos circulares**

$$q_c = 1.3 c N.c. + \gamma D.f. N.q. + 0.6 \gamma R.N.\gamma \quad (6)$$

para suelos puramente cohesivos $\phi = 0$, en este caso

$$N_c = 5.7; N_q = 1 \text{ y } N_\gamma = 0.$$

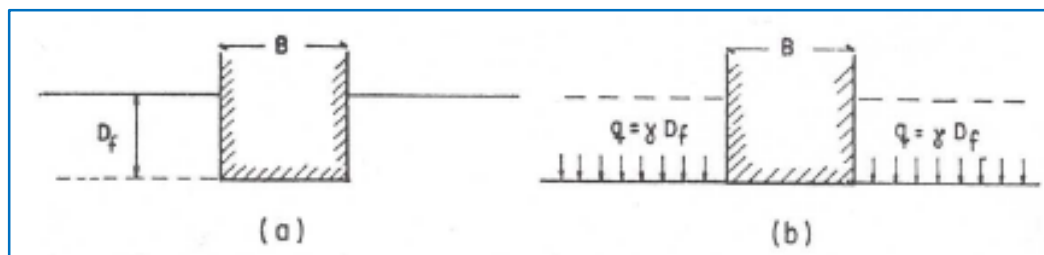


Figura 2.2 Equivalencia del suelo sobre el nivel de desplante de un cimiento con una sobrecarga debido a su peso

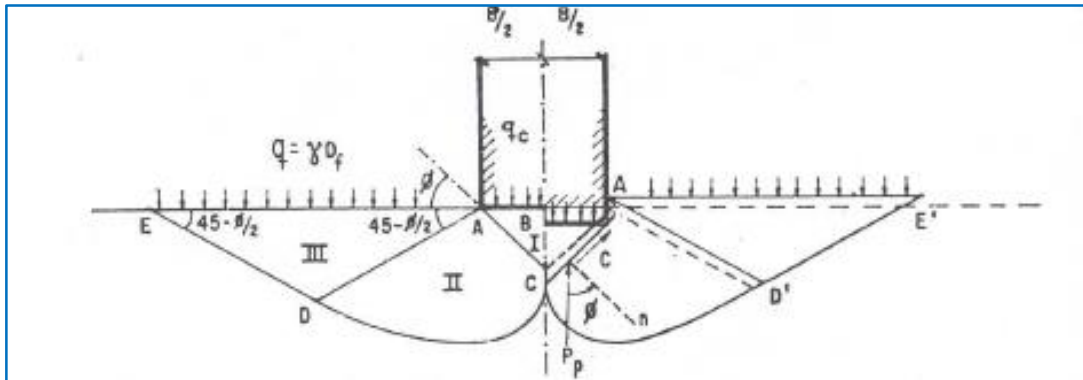


Figura 2.3 Mecanismo de falla de un cimiento continuo poco profundo según Terzagui

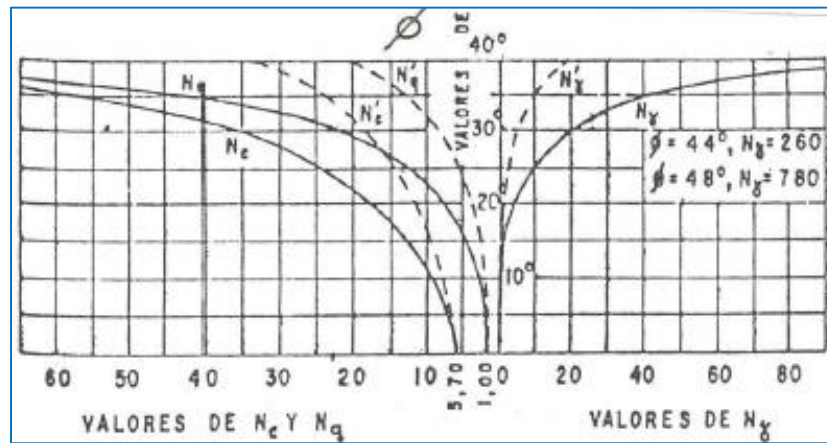


Figura 2.4 Factores de capacidad de carga para aplicación de la teoría de Terzagui

2.2.5. Coeficiente de Balasto

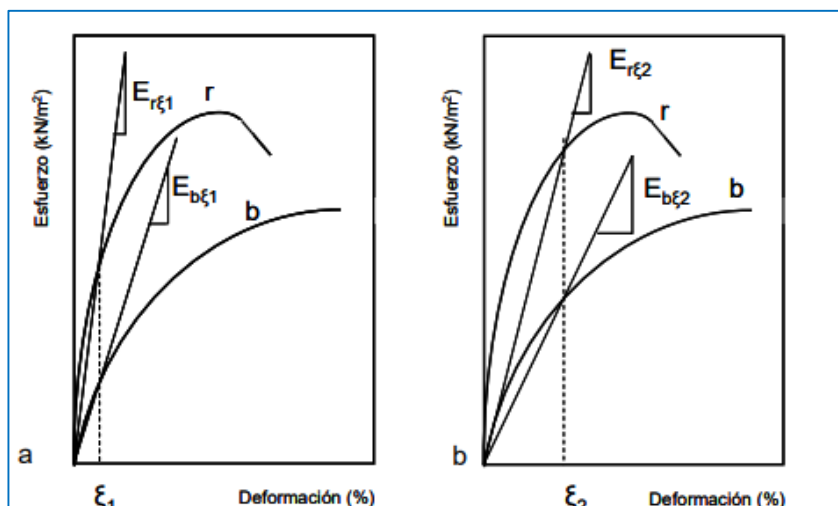
El coeficiente de balasto K_s es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto, p , y el asiento que se produce, y , es decir $K_s = p/y$. Este parámetro tiene dimensión de peso específico y, aunque depende de las propiedades del terreno (esto no se le escapa a nadie) no es una constante del mismo ya que también depende de las dimensiones del área que carga contra el terreno (esto es lo no toda la gente no tiene tan claro). (Agudelo Zapata, 2015)

2.2.5.1. Conceptos de los coeficientes de balasto vertical

En todo análisis estructural es necesario conocer o estimar las deformaciones asociadas con las cargas que transfiere una fundación al terreno natural. Para realizar el análisis estructural de las fundaciones se modela el suelo representándolo por un número infinito de resortes cada uno de los cuales no es afectado por el otro. La constante que define la función fuerza-desplazamiento de estos resortes es conocida como el coeficiente de balasto y puede ser vertical u horizontal, dependiendo de la dirección de las fuerzas analizadas. (Echezuría 2015).

Es oportuno indicar que el coeficiente de balasto no es un parámetro intrínseco del suelo, sino que el mismo depende de las dimensiones de la fundación y las propiedades mecánicas del terreno. Esto se debe a que al cargar una fundación se generan esfuerzos en la masa de suelos los cuales dependen del tamaño y la geometría de la fundación. Ahora bien, las deformaciones, y por ende los asentamientos, debajo de una fundación dependen del módulo de elasticidad del suelo. Por eso, varios autores utilizan el módulo de elasticidad del suelo para generar fórmulas que permitan calcular el coeficiente de balasto a la vez que introducen factores de corrección para tomar en consideración el tamaño y la geometría de la fundación, tal como explicaremos más adelante.

Debido a que el módulo de elasticidad del suelo no es un valor constante, sino que varía dependiendo del nivel de deformación considerado, es necesario establecer una 4 aproximación lineal para el valor de dicho módulo, tal como se ilustra en la Fig. 2.1. La práctica común para esta



aproximación es utilizar el módulo secante entre el origen y un valor de la deformación que esté de acuerdo con los niveles de deformación esperados para las cargas aplicadas”.

Figura. 2.5 Curvas Esfuerzo-Deformación para suelos con distintas rigideces

Es bueno destacar que la naturaleza no lineal del comportamiento del suelo se debe a que el mismo es un agregado de partículas, el cual es muy difícil de modelar de manera correcta con las teorías convencionales de la mecánica. Es por ello que se hace necesario verificar por separado los problemas de capacidad de soporte y deformaciones de las fundaciones. La solución de un caso, por ejemplo, la capacidad de soporte, no garantiza que los asentamientos o desplazamientos laterales estarán satisfechos y es necesario verificar dicha condición. El diseño es entonces controlado por la condición más desfavorable de ambas.

En tal sentido, es necesario establecer el rango apropiado de deformaciones asociadas con el caso en estudio para la adecuada selección del módulo de elasticidad del suelo, pues, como ya hemos mencionado, la curva esfuerzo-deformación de un suelo es no-lineal desde su inicio, véase la Fig. 2.5. Ahora bien, cuando un suelo es relativamente rígido su curva de respuesta esfuerzo-deformación es como la identificada con la letra, r, en la Fig. 2.5 Sin embargo, si el suelo es poco rígido, su curva esfuerzo deformación es como la curva denominada, b, en la Fig. 2.5

Es evidente que, a una deformación dada de pequeña magnitud, ξ_1 , la reacción generada por el suelo con la curva, r, será mayor que la reacción del suelo identificado con la curva, b. En otras palabras, el coeficiente de balasto dado por la pendiente de la línea que une el origen con el punto correspondiente al suelo más rígido es mayor que para el suelo menos rígido. Véase la Fig. 2.5.a.

Para un valor mayor de la deformación, ξ_2 , el coeficiente de balasto para el mismo suelo, digamos el identificado con la letra, a, será menor que en el caso anterior, tal como se muestra en la Fig.2.5b. Esto es lo queremos decir cuando afirmamos que el módulo de elasticidad de un suelo no es constante, sino que depende del rango de deformaciones asociados con el caso de carga considerado.

En la Fig. 2.6 se representa la definición del coeficiente de balasto vertical como la recta secante que une el esfuerzo capaz de generar un asentamiento de 0,05” de una placa de 30 cm x 30 cm de lado (un pie cuadrado) en el terreno. La penetración de 0,05” equivale a 1,27 mm. En otras palabras, el coeficiente de balasto vertical es la pendiente de la recta que une el origen de coordenadas con el punto de la curva “esfuerzo – asentamiento” para un asentamiento de la placa de 1,27 mm. La curva esfuerzo-asentamiento es homóloga a la de esfuerzo-deformación en el sentido de que ambas reflejan la no linealidad en la respuesta del suelo ante las cargas externas.

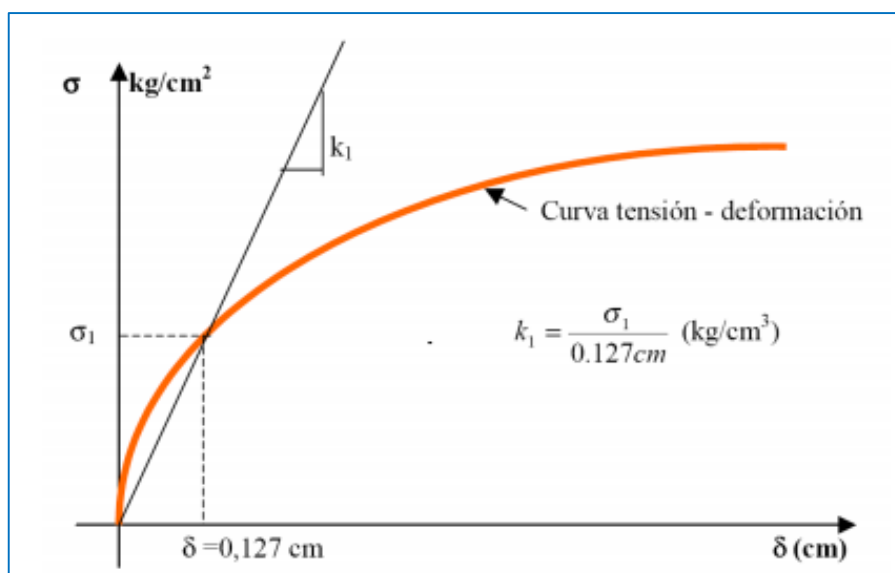


Figura. 2.6 Definición del Coeficiente de Balasto Vertical

El valor de 1,27 mm para el asentamiento se considera apropiado ya que el bulbo de esfuerzos para un plato de 30 cm de lado (un pie) alcanza unos 75,6 cm por debajo del mismo, con lo cual la deformación vertical estaría en el orden de 0,17% a 0,2%, es decir, bastante por debajo del 1%. Considerando que en general el pico de las curvas esfuerzo deformación de la mayoría de los suelos se obtiene a deformaciones entre 0,3% y 2% para ensayos triaxiales y de compresión sin confinar, el módulo obtenido al 0,2% de deformación es adecuado para trabajar en la zona inicial de carga antes de alcanzar el pico de la resistencia del suelo.

Ahora bien, para el caso de una fundación de ancho, B, en el terreno la zona de influencia dada por el bulbo de esfuerzos se extiende hasta una profundidad de al menos dos veces y 6 media el lado de la fundación (2,5 B). Para esas condiciones debemos limitar los asentamientos verticales, z, tal que,

$$z / (2,5 B) \leq 0,2 \%$$

Lo anterior implica asentamientos por debajo de 10 mm para una fundación de 2 m de ancho, lo cual es generalmente satisfecho. En caso de no satisfacer esta condición, el suelo tomará menos carga y se deformará más de lo esperado al acercarse al pico de la curva esfuerzo deformación. Nótese que las unidades del coeficiente de balasto vertical se expresan en kg/cm²/cm, es decir, el cambio en el esfuerzo por cada cm de desplazamiento. En ocasiones algunos autores lo expresan como kg/cm³.

a) Obtención de coeficientes de balasto verticales para fundaciones tipo placa

Para obtener el coeficiente de balasto vertical diversos autores han desarrollado fórmulas que toman en cuenta el módulo de elasticidad del suelo (E) y el coeficiente de Poisson (v). Los parámetros del suelo (módulo de elasticidad y coeficiente de Poisson, pueden ser obtenidos, preferiblemente, a partir de ensayos triaxiales (CIU, CAU, UU) y de compresión sin confinar (CSC) realizados en muestras no perturbadas o inalteradas.

Alternativamente, para suelos granulares dichos parámetros pueden ser obtenidos a partir de correlaciones con otros ensayos de exploración del subsuelo. Esto se debe a que es muy difícil obtener muestras inalteradas de suelos granulares en las que se pueda llevar seguimiento apropiado de los cambios en la relación de vacíos y en la estructura original del suelo durante el proceso de toma de las muestras. Toda vez que los parámetros de los suelos granulares son extremadamente sensibles a los cambios de la estructura y de la relación de vacíos se han desarrollado las correlaciones con otros parámetros tales como el número de golpes (Nspt) del ensayo de

penetración normal (SPT) y la resistencia a la penetración (q_c y f_c) del ensayo de cono holandés (CPT).

Para el caso de una fundación de ancho, B , y de longitud, L , soportando una carga, Q , y apoyada a una profundidad, D , en un terreno elástico, uniforme, con un módulo de elasticidad constante con la profundidad, E , que transmite al terreno donde se apoya un esfuerzo, q , podremos decir que el asentamiento que la misma experimentará por deformación elástica del terreno puede ser aproximado por la expresión:

donde,

$$y = \frac{q * B * (1 - \nu^2) * I}{E}$$

ν , es el coeficiente de Poisson y

I , "es un coeficiente que tienen en cuenta la forma del área cargada y la rigidez de la base.

Considerando a definición dada anteriormente, el coeficiente de balasto nos quedaría expresado como:

$$k = \frac{q}{y} = \frac{E}{[B * (1 - \nu^2) * I]} = \frac{C_c * E}{B}$$

Donde C_c es una constante que se estima a partir de las dimensiones de la fundación y el tipo de suelo tal como se indica a continuación:

Suelos Arcillosos:

Considerando una placa cuadrada ($B = L$), apoyada sobre una superficie se tiene la siguiente expresión:

Donde k es el coeficiente de balasto y E es el módulo de elasticidad del suelo.

$$k = 1,5 \frac{E}{B}$$

Para suelos granulares se utiliza la siguiente expresiones:

Cuando se tienen fundaciones rectangulares de ancho B y largo L en donde

$$k = 1,30 \frac{E}{B}$$

la relación de L./ B.>.1, la expresión 1 es multiplicada por un factor de

$$k = k' = \left(\frac{L + 0,5 * B}{[1,5 * L]} \right)$$

corrección por forma k':

En el caso que se tenga placas rectangulares sobre suelos cohesivos, donde L es mucho más grande que B la expresión se reduce a:

Donde B es el lado menor de las fundaciones.

$$k = \frac{E}{B}$$

Las expresiones anteriores se basan en el módulo de elasticidad del suelo sin considerar la prueba con el plato de un pie cuadrado. En caso de que se conozca el resultado de una prueba de carga realizada con dicho plato

$$k = k_1 \left[\frac{B + 30}{2 * B} \right]^n$$

se tiene que para suelos granulares", es decir, sin cohesión, el coeficiente de balasto puede ser estimado a partir de la siguiente expresión:

Donde B es expresado en centímetros y el valor de n varía entre 2 < n

El termino k1 representa el valor obtenido de la prueba de carga.

En el caso en que la fundación esté empotrada a una profundidad D, se multiplica por la siguiente expresión:

$$f = \left(1 + 2 * \frac{D}{B} \right)$$

2.2.6. Subestaciones eléctricas

Una subestación eléctrica es la exteriorización física de un nodo de un sistema eléctrico de potencia, en el cual la energía se transforma a niveles a niveles adecuados de tensión para su transporte, distribución o consumo, con determinados requisitos de calidad. Es decir, una subestación es aquella parte de la red eléctrica, donde confluyen líneas de tensión y que se encarga de repartir y transformar el flujo de energía (Ramírez, 2003).



Figura. 2.7 Sub Estación de Potencia- Parque Industrial

- **La electricidad:** La electricidad es sin lugar a dudas una de las formas de energía más utilizadas a nivel mundial, debido principalmente a su facilidad de utilización y a su gran versatilidad”. “El uso de la electricidad se evidencia tanto en el ámbito residencial, como en el industrial, comercial y en general en todos los ámbitos involucrados en el desarrollo socio económico de los países del mundo. La gran cantidad de usos que tiene la electricidad hace que reemplazarla sea algo indispensable, al menos en el corto plazo, y que de su disponibilidad dependa el correcto funcionamiento de la mayoría de sociedades a nivel mundial (Abur et al, 2002).

2.2.7. Equipo utilizado en la sub estación de potencia

Transformador: Se denomina transformador a una máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico.

Transformador de potencia: Son los equipos que se utilizan para subestaciones y transformación de energía en media y alta tensión. Se aplican en sub estaciones centrales de generación y usuarios de gran potencia. Para el caso de la presente tesis se tiene el transformador de aceite que se caracterizan principalmente por que el núcleo ferromagnético se encuentra totalmente sumergido en aceite, consta de un tanque con tapa, intercambiadores de calor, bombas y cubículo para el aceite



Figura. 2.8 Transformador de Potencia 25MVA

2.2.8. Consideraciones de diseño

La presente tesis considera para el Diseño de la cimentación las siguientes Normas (teniendo como prioridad las Normas y Reglamentos Nacionales). Todos los cálculos de diseño, procedimientos y especificaciones de materiales y equipos han tenido como base de referencia a las normas en mención:

Tabla 2.1 Reglamento Nacional de Edificaciones

Ítem	Norma
Cargas	Normas Técnicas E.0.20 (RNE)
Diseño Sismo resistente	Normas Técnicas E.0.30 (RNE)
Suelos y cimentaciones	Normas Técnicas E.0.50 (RNE)
Concretos Armados	Normas Técnicas E.0.60 (RNE)
Albañilería	Norma Técnica E.070 (RNE)

Normas adicionales:

ACI-318: American Concrete Institute

ASTM: American Standard of Testing Materials

En cada caso respectivo, se usará las normas correspondientes en su última versión vigente y teniendo siempre presente que las exigencias de las Normas se consideran mínimas, por lo que serán complementadas si el caso fuera necesario.

2.2.8.1. Criterios de Diseño

Para el presente proyecto se ha tenido en cuenta los siguientes criterios de cálculo:

A) Diseño en Concreto Armado:

El método utilizado es el de diseño por carga máxima; método en el cual se determina las secciones transversales de los elementos estructurales, considerando las cargas de servicio multiplicadas por un factor de seguridad establecidas por el reglamento de edificaciones, tanto para la carga muerta, así como para las cargas vivas. De igual manera para determinar el área de acero se considera la capacidad de resistencia del concreto y del acero a su resistencia máxima.

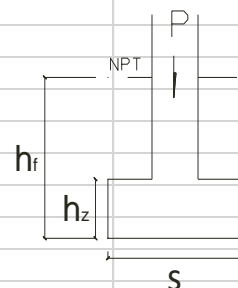
B) Diseño Sismorresistente:

Para el diseño estructural de la cimentación del transformador, se tiene en consideración los momentos generados por la excentricidad de la estructura.
Pre dimensionamiento de cimentación de transformador

CALCULO CIMENTACIÓN DE TRANSFORMADOR DE POTENCIA DE 25 MVA

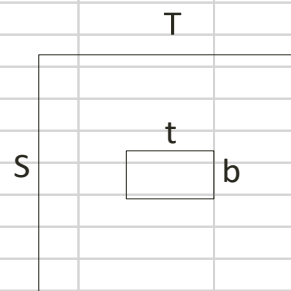
CARGAS ACTUANTES

Peso del equipo (W_e) =	51.40 Ton
Altura del equipo (H_4) =	5.19 m
Peso de armadura metálica (W_s) =	0.00 Ton
Altura de la armadura metálica (H_3) =	0.00 m
Peso del pedestal (W_p) =	36.48 Ton
Altura del pedestal (H_2) =	1.00 m
Peso de la zapata (W_z) =	14.59 Ton
Altura de la zapata (H_1) =	0.40 m
Sobrecarga =	0.50 Ton
Carga por Servicio (T_n):	102.97 Tn
Carga Factorada (T_n):	144.31 Tn



CARACTERÍSTICAS

Capacidad portante del terreno =	20.30 Tn/m ²
Densidad del terreno (γ) =	1.76 Tn/m ³
Angulo de fricción (ϕ) =	33.00
Factor de seguridad (FS) =	3.00
Profundidad de Cimentación h_f =	1.20 m
Sobrecarga del Terreno =	0.25 Tn/m ²
f'_c del Concreto =	210.00 Kg/cm ²
f'_y del Acero =	2400.00 Kg/cm ²
Dimension t de Pedestal =	4.00 m
Dimension b de Pedestal =	3.80 m



VERIFICACION POR CARGA DE SISMO

FACTOR	Tipo	Característica	Valor
Factor de zona (Z):	2	Sismicidad media	0.300
Condiciones Geotécnicas (S):	2	Suelos intermedios	1.200
Categoría de la Edificación (U):	1	Edificación Esencial	1.500
Coeficiente de reducción (R):	6	Concreto armado: muros e	6.000
Periodo Fundamental (T)	2	Pórticos y placas	0.142
Factor de Amplificación Sísmica (C)			2.500
Aceleración Sísmica			0.225

MOMENTOS RESISTENTES

	Fsismo	Lx (m)	Ly (m)	Mx (Ton-m)	My (Ton-m)
ZAPATA	14.59	2.00	1.90	29.18	27.72
PEDESTAL	36.48	2.00	1.90	72.96	69.31
ESTRUCTURA METÁLICA	0.00	2.00	1.90	0.00	0.00
EQUIPO	51.40	2.00	1.90	102.80	97.66
SUELO	0.00	1.2	1.2	0.00	0.00
	H (m)	γ (ton/m ³)	ϕ (°)	Ea (Ton)	Ma (Ton-m)
PRESION ACTIVA	1.20	1.76	33.00	0.27	0.11
			TOTAL	205.05	194.80

MOMENTOS ACTUANTES					
	Peso (Ton)	Hx (m)	Hy (m)	Mx (ton-m)	My (ton-m)
ZAPATA	3.28	0.2	0.2	0.657	0.657
PEDESTAL	8.21	0.9	0.9	7.387	7.387
ESTRUCTURA METALICA	0.00	1.4	1.4	0.000	0.000
EQUIPO	11.57	3.9955	3.9955	46.208	46.208
			TOTAL	54.252	54.252
FS x-x =	3.780	Cumple			
FS y-y =	3.591	Cumple			
DISEÑO					
Capacidad portante neta del terreno =		17.94	Tn/m ²		
Area neta de la zapata =		8.05	m ²		
Lado Teórico L =		2.84	m		
Valor Teórico T =		2.94	m		
Valor Teórico S =		2.74	m		
Dimensión T de la zapata =		4.00	m		
Dimensión S de la zapata =		3.80	m		
Cálculo del Peralte de la zapata =		0.15	m		(peralte mínimo 0.15 m)
Peralte a usar d =		0.25	m		
		0.40	m		(Recubrimiento de 10 cm)
VERIFICACIÓN DE CORTANTE					
Resistencia al Cortante Concreto =		72.96	Tn		
Esfuerzo Cortante último =		-9.02	Tn		Cumple
DISEÑO POR FLEXIÓN					
En dirección Principal					
Momento Último =		0.00	Tn.m		
Calculo del acero de refuerzo =		17.10	cm ²		
Diámetro del Acero a usar =		3/8	"		
Distribución del acero =		24 varillas, @ 0.16m			
En dirección Transversal					
Cálculo del acero de refuerzo =		18.00	cm ²		
Diámetro del Acero a usar =		3/8	"		
Distribución del acero =		26 varillas, @ 0.15m			
TRANSFERENCIA DE FUERZA EN LA INTERFASE COLUMNA CIMENTACION					
Resistencia al aplastamiento sobre la columna					
Carga nominal =		206.16	Tn		
Resistencia al aplastamiento en la columna =		27132.00	Tn		Cumple
Resistencia al aplastamiento en el concreto de la cimentación					
Carga nominal =		206.16	Tn		
Resistencia al aplastamiento en la zapata =		27132.00	Tn		Cumple

2.3. Definición de términos:

- **Capacidad portante:** Es la capacidad del terreno para soportar las cargas aplicadas sobre él. Técnicamente la capacidad portante es la máxima presión media de contacto entre la cimentación y el terreno.
- **Cimentación:** Se denomina cimentación al conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo.
- **Carga viva:** Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos movibles soportados por la edificación.
- **Carga muerta:** Es el peso de los materiales equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo.
- **Carga sísmica:** Define las acciones que un sismo provoca sobre la estructura de un edificio y que deben ser soportadas por esta. Se transmiten a través del suelo, las estructuras adyacentes o el impacto de las olas de los maremotos.
- **Coeficiente de balasto:** balasto K_s es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto, p , y el asiento que se produce, y , es decir $K_s=p/y$.
- **Losa de cimentación:** son aquellas Cimentaciones Superficiales que se disponen en plataforma, la cual tiene por objeto transmitir las cargas de la edificación al terreno distribuyendo los esfuerzos uniformemente.
- **Transformador:** máquina eléctrica que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico.
- **Transformador de potencia:** equipos que se utilizan para subestaciones y transformación de energía en media y alta tensión.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general:

Los resultados obtenidos del cálculo y diseño de cimentación para los equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo es adecuado.

2.4.2. Hipótesis específicas:

A El tipo de suelo es adecuado en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.

B Las cargas verificadas cumplen con la normativa actual en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.

C La geotecnia del suelo es apropiada para el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.

2.5. Variables:

2.5.1. Definición conceptual de la variable:

A. Variable independiente (X)

Cimentación: La cimentación es un grupo de elementos estructurales y su misión es transmitir las cargas de la construcción o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales

2.5.2. Definición operacional de la variable:

Tabla 2.2 Definición operacional de la variable

Concepto	Dimensiones	Definición
¿Cómo calcular el diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE -	suelo	Es el sustrato físico sobre el que se realizan las obras, del que importan las propiedades físico-químicas, especialmente las propiedades mecánicas.

sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?	cargas	Fuerza o conjunto de fuerzas externas que actúan sobre una estructura o sobre un elemento estructural
	Geotecnia	Estudia el comportamiento de suelos bajo su intervención de cualquier tipo de obra civil

2.5.3. Operacionalización de la variable

Tabla 2.3 Operacionalización de la variable

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
La cimentación: es un grupo de elementos estructurales y su misión es transmitir las cargas de la construcción o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales	suelo	%	Plasticidad Proctor modificado
		Kg/cm ²	Corte directo
		metros	flexometro
	Cargas sísmica	Tn/m ²	e.60
	Carga de equipos	Tn	Especificaciones de equipo
	Geotecnia	Rumbo	Sistema angular medición
		Azimut	Sistema angular medición

Fuente propia

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Método de investigación

Se refiere a la serie de etapas que hay que recorrer para obtener un conocimiento válido desde el punto de vista científico, utilizando para esto instrumentos que resulten fiables. Lo que hace este método es minimizar la influencia de la subjetividad del científico en su trabajo.

La sistematización de los métodos científicos es una materia compleja y difícil. Además, es importante tener en cuenta que ningún método es un camino infalible para el conocimiento, todos constituyen una propuesta racional para llegar a su obtención.

No existe una única clasificación, ni siquiera a la hora de considerar cuántos métodos distintos existen.

A pesar de ello aquí se presenta una clasificación o tipología que cuenta con cierto consenso dentro de la comunidad científica.

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación es aplicada porque se busca la generación de conocimientos teóricos donde se llevará a su aplicación directa de problemas

3.3. Nivel de investigación

El estudio por el nivel de profundidad fue descriptivo, debido a que primero se describió la realidad existente sobre el problema luego se estudió la aplicación.

3.4. Diseño de Investigación

Se empleó un diseño de investigación no experimental de tipo corte transversal cuyo esquema es el siguiente:

3.5. Población y muestra

3.5.1. Población

Para (Hernández, 2014, p. 65), **“una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones”**, para la presente investigación está constituida por todas las cimentaciones de equipos eléctricos de potencia en la ciudad de Huancayo.

3.5.2. Muestra

La Muestra será no probabilística, el tipo de muestreo será por conveniencia, según (carrasco, 2005, p. 243) considera **“el investigador selecciona sobre la base de su propio criterio las unidades de análisis”**. Para el caso de nuestra investigación la muestra estará conformada por el transformador de potencia en la sub estación parque industrial.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Primeramente, se deberá realizar estudios de suelo con la finalidad de determinar la capacidad portante del terreno.

Posteriormente se obtendrán los planos del transformador de potencia, estos serán adquiridos directamente del expediente técnico. Los planos nos ayudaran a determinar la estructura de la cimentación y demás componentes.

De la misma manera se utilizó técnicas e instrumentos tales como la observación y las ficha de donde se pueden obtener datos para mayor explicación se tiene el siguiente cuadro:

Tabla 1.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas	Instrumentos	Datos a observar
Fichaje	Fichas bibliográficas; Revisión del expediente de la obra (memoria descriptiva, planos, presupuesto, costos unitarios, cronogramas, cotizaciones), Reglamento Nacional de Edificaciones, Libros, tesis; resumen, transcripción y resumen	Marco teórico conceptual, recolectar y detectar la mayor cantidad de información relacionada con el trabajo de investigación

Encuesta	Cuestionarios sobre la apreciación de la variable cimentación.	Demanda a la cual se aplicara evaluaciones del tipo de cimentación a cierta profundidad
Trabajo de campo	Levantamiento topográfico con equipos e instrumentos con la finalidad de conocer desniveles (pendientes) del terreno Estudios de suelos para identificar las características propias del suelo	Planos diseñados elegido como muestra de nuestro estudio de investigación. Estudios técnicos de ensayos de suelos
Trabajo en gabinete	Utilización de software como: Excel, AutoCAD, SAFE para los modelamientos de las redes de agua	Para una adecuada documentación y diseño respectivo

Fuente propia

3.7. Procesamiento de la información

3.7.1. Técnicas de procesamiento de datos

En primer lugar, se tendrá en cuenta el análisis documental, donde se considerará las fichas bibliográficas, de resumen, de párrafo; que nos servirán para estructurar el marco teórico referencial y conceptual. Asimismo, se tendrá presente las no documentadas como son las: encuestas, y la ficha de observación propiamente dicha. En relación a la naturaleza del trabajo de investigación se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de acuerdo los parámetros que manifiesta las normatividades actuales.

3.7.2. Documentales (mediante el análisis documental)

Según (Carrasco, 2006, p.89) Señala que: Las técnicas para la recolección de información es mediante el análisis documental, donde todo objeto o elemento material que contiene información procesada sobre hechos, sucesos o acontecimientos naturales o sociales que se han dado en el

pasado y que poseen referencias valiosas (datos, cifras, fichas, índices, indicadores, etc.) para un trabajo de investigación.

3.7.3. No documentales (Observación directa)

Según (Valderrama, 2007, p.68), cita Teniendo en cuenta que la observación es una técnica de recopilación de datos semi primaria, la observación permite el logro de la información en la circunstancia en la que ocurren los hechos y no cuando estos ya pasaron. Se realizó una observación conductiva, en la cual las observaciones realizadas en la ampliación de las profundidades que se evaluaron los hechos observados, seguidamente se hizo una observación no conductiva por lo que se usó fuentes bibliográficas (libros), normas, manuales, entre otros documentos que tuvo relación con mi investigación.

3.7.4. Instrumentos

Según (Carrasco, 2006, p.91) Señala que: Están constituidos por todos aquellos objetos instrumentales físicos que permiten obtener y recoger datos e impresiones de los hechos y fenómenos de la realidad, En esta investigación fue muy importante determinar el instrumento de evaluación, la información será recogida mediante una ficha técnica y teniendo en cuenta las observaciones en campo anotando los datos en las fichas. cuya aprobación será por dos expertos de la inspección de la influencia que existe entre la profundidad de desplante con el tipo de cimentación.

3.7.5. Ficha técnica

Según (Carrasco, 2006, p.102) cita consiste en registrar o consignar información significativa y de interés para el investigador por escrito en tarjetas de diferentes tamaños llamadas fichas. La fuente de recopilación de información puede ser: libros, textos, enciclopedias revistas, boletines, periódicos, etc., en tal sentido existen fichas bibliográficas, textuales, de resumen y de comentario. Si bien estas técnicas son de gran utilidad en el proceso de investigación, hoy en día muy poco se usan, ya que existen otras formas y técnicas más adecuadas de registrar los datos.

3.7.6. Guía de observación de campo

Según (Ciro, 2014, p.103), se obtuvo datos próximos y puntos importantes que fueron observados en campo, además se realizó una evaluación de acuerdo a los temas que fueron analizados en la presente investigación. Los instrumentos utilizados son: lista de verificación, hojas de registro, cámara de videos. Se trabajó con el instrumento ya validado, con el objetivo de realizar la evaluación de la profundidad de la cimentación.

3.8. Técnicas y análisis de datos

Los resultados obtenidos en el procedimiento de información serán comparados entre ellos para determinar cuál sería la cimentación más adecuada para parque industrial basándonos en la economía, transferencia de cargas y resistencia a las presiones, para estos se realizará cuadros comparativos haciendo uso del software, donde se utilizaron los softwares que se detallaran a continuación:

- **Microsoft Excel:** utilizamos para sacar tablas y gráficos
- **SAFE:** utilizamos para el diseño de la cimentación.
- **ETABS:** software donde atenderemos las cargas de diseño
- **Auto CAD:** utilizamos para elaborar planos
- **Microsoft Word:** para optar resistido obtenidos para la tesis

De la misma manera las técnicas que nos permitirán el procesamiento de la información, se realizarán considerando las técnicas de conteo y tabulación de las muestras tomadas, empleando la media, moda y mediana, como parte de la estadística descriptiva en las dos secciones de experimentación, asimismo se utilizarán las técnicas de la estadística de dispersión para los resultados de la varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y las medidas de asimetría (Coeficiente de Pearson).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Generalidades del proyecto:



*Figura 4.1 Imagen de ubicación del proyecto
Fuente de Google earth*

El presente capítulo corresponde al análisis sísmico, cálculo estructural y diseño en concreto armado de los equipos proyectados para el: “CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO - HUANCAYO”. Ubicado en el distrito de El Tambo, Provincia Huancayo y departamento Junín.

Transformador de Potencia 25MVA

El diseño del transformador de potencia se realizó tomando en cuenta el volumen de aceite a recuperar, que son 3.5m³, para lo cual se recalculo el diseño del pozo colector de aceite.

4.2. Normas empleadas

Se sigue las disposiciones de los Reglamentos y Normas Nacionales e Internacionales descritos a continuación.

- Reglamento Nacional de Edificaciones (NTE¹)
 - N.T.E. E 020 - Cargas
 - N.T.E. E 030 - Diseño Sismo-resistente
 - N.T.E. E 050 - Suelos y cimentaciones
 - N.T.E. E 060 - Suelos y cimentaciones
 - N.T.E. E 070 - Albañilería

4.2.1. Especificaciones de materiales empleados

- **Concreto**

Resistencia a la compresión ($f'c$): 210 Kg/cm² (Zapatas, columnas, vigas y losas)

Módulo de elasticidad (E) : 217370.65 Kg/cm²

Módulo de Poisson (u) : 0.2

Peso específico (γ_c) : 2400 Kg/m³

- **Acero corrugado**

Límite de fluencia (f_y) : 4200 Kg/cm²

Módulo de elasticidad (E) : 2100000 Kg/cm²

Peso específico (γ_a) : 7840 Kg/m³

- **Recubrimientos mínimos**

Cimentaciones de equipos y zapatas : 7.50 cm

Columnas, losas y vigas : 4.00 cm

Pedestales : 4.00 cm

Placas y muros : 4.00 cm

Recubrimiento de pernos de anclaje : 10.00 cm (mínimo)

4.2.2. Características del terreno y condiciones de cimentación

Según los estudios de mecánica de suelos realizados con fines de cimentación se obtuvieron los siguientes resultados:

Peso específico	:	1.76 Ton/m ³
Angulo de fricción	:	33°
Cohesión	:	0.1 Ton/m ²
Clasificación SUCS	:	GW-GM

Cimentación superficial cuadrado (para un ancho B=1.2 m y Profundidad de desplante de hf=1.20 m)

Capacidad portante	:	2.03 Kg/cm ²
--------------------	---	-------------------------

La cimentación para la sala está considerada con zapatas y cimientos corridos, para las cimentaciones de equipos en el patio de llaves son cimentaciones superficiales de formas diferentes debido a la geometría de los equipos.

4.3. ESTRUCTURAS Y CARGAS

4.3.1. Configuración geométrica

Las configuraciones geométricas de las cimentaciones de los equipos se realizaron tomando en cuenta las dimensiones de las bases de la estructura metálica del equipo de transformador de potencia.

4.3.2. Estructuración

La estructuración del apoyo de cada viene dado en dos partes definidas:

Estructuración del pedestal de apoyo: Su configuración estructural viene dado por las dimensiones de la estructura a sostener, el diseño tomo en cuenta los esfuerzos de estos equipos, su altura y su peso que influyen en el diseño sísmico.

Estructuración de la zapata: su configuración estructural se basa en la capacidad portante del terreno y básicamente en el factor de seguridad contra el volteo.

4.3.3. Estados de cargas

Los estados de carga se definen como las posibles cargas que se presentan durante la vida útil de la estructura. Existen estados de carga de uso normal

de la estructura, cargas muertas y cargas vivas; estados de carga temporales como aquellas de viento, de sismo, o la misma construcción.

4.3.4. Combinaciones de cargas

El cómo combinar las cargas, depende de estudios probabilísticos en los cuales se tiene en cuenta la probabilidad de ocurrencia simultánea de estas. La norma de estructuras E-020 estipula unas combinaciones de carga básicas a tener en cuenta para este análisis:

- $CU = 1.4.C.M. + 1.7.C.V.$
- $CU = 1.25.(C.M. + C.V.) \pm S_x$
- $CU = 1.25.(C.M. + C.V.) \pm S_y$

4.4. ANALISIS SISMICO

4.4.1. Factores sísmicos para el análisis

Los parámetros sísmicos que estipula la Norma de Diseño Sismorresistente (NTEE.030) considerados para el Análisis en el Edificio son los siguientes:

Tabla 4.1 parámetros sísmicos

FACTOR	Tipo	Característica	Valor
Factor de zona (Z):	2	Sismicidad media	0.300
Condiciones Geotécnicas (S):	2	Suelos intermedios	1.200
Categoría de la Edificación (U):	1	Edificación Esencial	1.500
Coeficiente de reducción (R):	6	Concreto armado: muros estructurales	6.000
Periodo Fundamental (T)	2	Pórticos y placas	0.083
Factor de Amplificación Sísmica ©			2.500
Aceleración Sísmica			0.225

Fuente: Reglamento nacional de edificaciones

El diseño del transformador de potencia se realizó tomando en cuenta el volumen de aceite a recuperar, que son 3.5m³, para lo cual se recalculo el diseño del pozo colector de aceite.

4.1 CARGAS ACTUANTES

Las cargas actuantes utilizadas para el diseño de la cimentación son los que se detallan en el siguiente cuadro, así como también las dimensiones necesarias que se tomaran en cuenta para un análisis sísmico.

Tabla 4.2 Cargas actuantes

Peso del equipo (W_e) =	51.40	Ton
Altura del equipo (H_4) =	5.19	m
Peso de armadura metálica (W_s) =	0.00	Ton
Altura de la armadura metálica (H_3) =	0.00	m
Peso del pedestal (W_p)=	36.48	Ton
Altura del pedestal (H_2)=	1.00	m
Peso de la zapata (W_z)=	14.59	Ton
Altura de la zapata (H_1)=	0.40	m
Sobrecarga =	0.50	Ton
Carga por Servicio (T_n):	102.97	Tn
Carga Factorada (T_n):	144.31	Tn

Fuente: Especificaciones Técnicas del equipo

4.2 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO Y MATERIALES

Las características se obtuvieron del análisis de suelo realizado para este proyecto, así como también la resistencia a compresión del concreto a utilizar, la resistencia del acero, sobrecarga del terreno siendo los resultados los siguientes:

Tabla 4.3 Cargas actuantes

Capacidad portante del terreno =	20.30	Tn/m ²
Densidad del terreno (γ)=	1.76	Tn/m ³
Angulo de fricción (ϕ) =	33.00	
Factor de seguridad (FS) =	3.00	
Profundidad de Cimentación h_f =	0.75	m
Sobrecarga del Terreno =	0.25	Tn/m ²
f'_c del Concreto =	210.00	Kg/cm ²

f _y del Acero =	2400.00	Kg/cm ²
Dimensión t de Pedestal =	4.00	m
Dimensión b de Pedestal =	3.80	m

Fuente: propia

4.3 VERIFICACIÓN POR CARGA DE SISMO

La verificación por carga de sismo se realizó tomando en cuenta los parámetros sísmicos dados en la norma E-030.

Una vez definidos los parámetros sismoresistentes de acuerdo a la condición del proyecto se procede a hacer el análisis por volteo para lo cual primeramente calculamos los momentos resistentes:

Tabla 4.4 momentos resistentes y actuantes

MOMENTOS RESISTENTES

	F _{sismo}	L _x (m)	L _y (m)	M _x (Ton-m)	M _y (Ton-m)
ZAPATA	14.59	2.00	1.90	29.18	27.72
PEDESTAL	36.48	2.00	1.90	72.96	69.31
ESTRUCTURA METÁLICA	0.00	2.00	1.90	0.00	0.00
EQUIPO	51.40	2.00	1.90	102.80	97.66
SUELO	0.00	0.75	0.75	0.00	0.00
	H (m)	Y (ton/m ³)	φ (°)	E _a (Ton)	M _a (Ton-m)
PRESION ACTIVA	1.20	1.76	33.00	0.27	0.11
			TOTAL	205.05	194.80

MOMENTOS

ACTUANTES

	Peso (Ton)	H _x (m)	H _y (m)	M _x (ton-m)	M _y (ton-m)
ZAPATA	3.28	0.2	0.2	0.657	0.657
PEDESTAL	8.21	0.675	0.675	7.387	7.387
ESTRUCTURA METALICA	0.00	0.95	0.95	0.000	0.000

EQUIPO	11.57	2.45	2.45	46.208	46.208
			TOTAL	54.252	54.252

4.4 MODELACIÓN DEL PROGRAMA SAFE

4.4.1 DATOS

a) Propiedades del material de concreto $f_c = 210 \text{ kg/cm}^2$:

Material Property Data

General Data

Material Name: Concreto 210 Kg/cm2

Material Type: Concrete

Material Display Color: Change...

Material Notes: Modify/Show Notes...

Material Weight

Weight per Unit Volume: 2.4E+00 Tonf/m3

Isotropic Property Data

Modulus of Elasticity, E: 2188197.89 Tonf/m2

Poisson's Ratio, U: 0.2

Coefficient of Thermal Expansion, A: 9.9E-06 1/C

Shear Modulus, G: 911749.12 Tonf/m2

Other Properties for Concrete Materials

Specified Concrete Compressive Strength, f'_c : 2100 Tonf/m2

Lightweight Concrete

Shear Strength Reduction Factor:

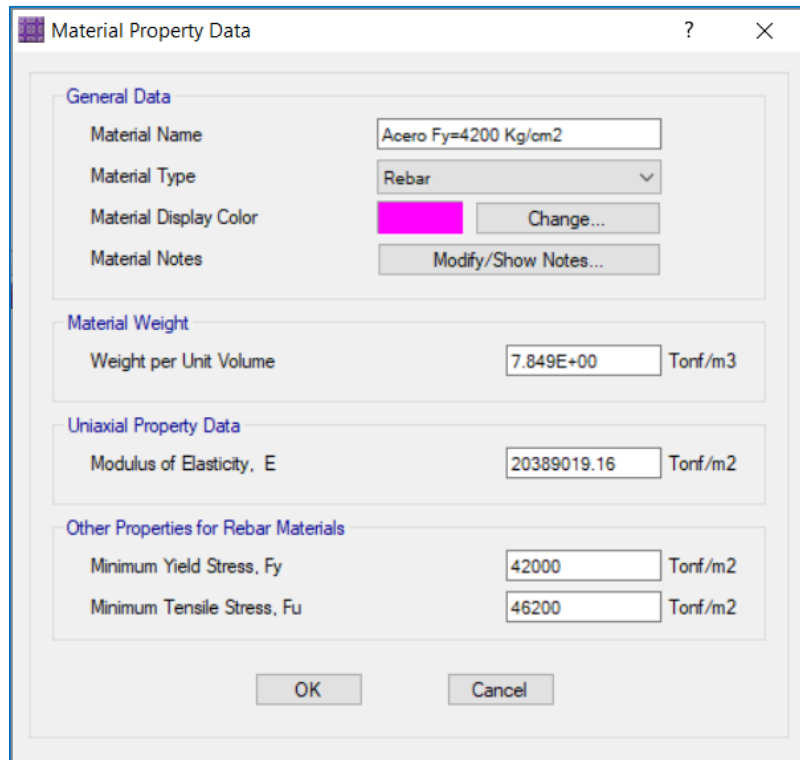
Modulus of Rupture for Cracked Deflections

Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)

User Specified

OK Cancel

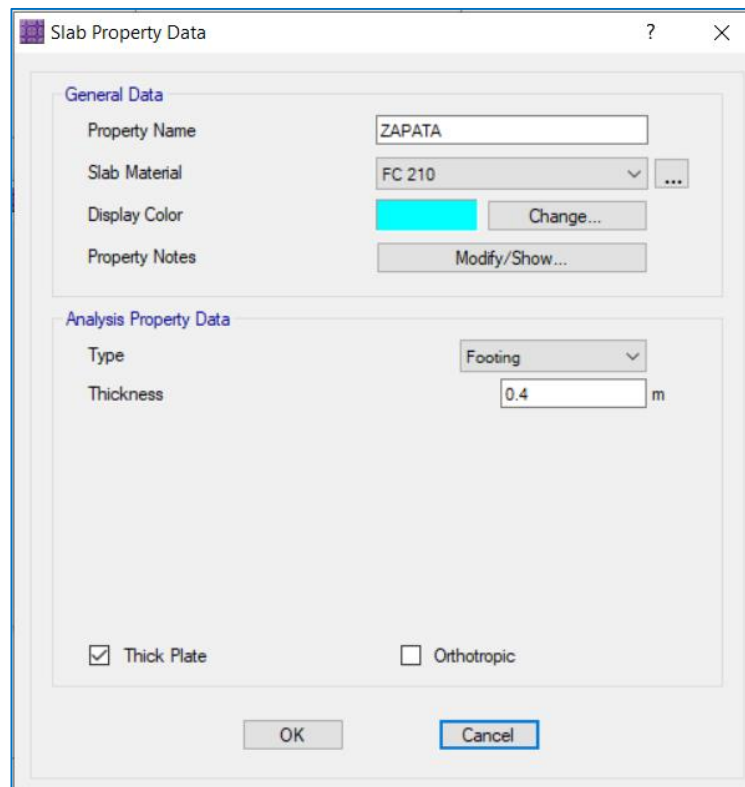
Figura 4.2 Materiales del concreto

b) Propiedades del material de acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$:

The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box. It is divided into several sections:

- General Data:**
 - Material Name: Acero $f_y=4200 \text{ Kg/cm}^2$
 - Material Type: Rebar
 - Material Display Color: A pink color swatch with a 'Change...' button.
 - Material Notes: A 'Modify/Show Notes...' button.
- Material Weight:**
 - Weight per Unit Volume: $7.849\text{E}+00$ Tonf/m³
- Uniaxial Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 20389019.16 Tonf/m²
- Other Properties for Rebar Materials:**
 - Minimum Yield Stress, f_y : 42000 Tonf/m²
 - Minimum Tensile Stress, f_u : 46200 Tonf/m²

At the bottom, there are 'OK' and 'Cancel' buttons.

*Figura 4.3 Propiedades del material del acero***c) Propiedades de la zapata:**

The screenshot shows the 'Slab Property Data' dialog box. It is divided into several sections:

- General Data:**
 - Property Name: ZAPATA
 - Slab Material: FC 210
 - Display Color: A cyan color swatch with a 'Change...' button.
 - Property Notes: A 'Modify/Show...' button.
- Analysis Property Data:**
 - Type: Footing
 - Thickness: 0.4 m

At the bottom, there are two checkboxes: 'Thick Plate' (checked) and 'Orthotropic' (unchecked). Below them are 'OK' and 'Cancel' buttons.

Figura 4.4 Propiedades de la zapata

d) Propiedades del pedestal:

Slab Property Data

General Data

Property Name: PEDESTAL

Slab Material: FC 210

Display Color: Change...

Property Notes: Modify/Show...

Analysis Property Data

Type: Stiff

Thickness: 0.4 m

Thick Plate Orthotropic

OK Cancel

Figura 4.5 Propiedades del pedestal

e) Patrones de cargas:

Load Patterns

Load Patterns

Load	Type	Self Weight Multiplier	Notes
PP	DEAD	1.0000	
SC	LIVE	0.0000	
CM	DEAD	0.0000	
SX	QUAKE	0.0000	
SY	QUAKE	0.0000	
VX	WIND	0.0000	
VY	WIND	0.0000	

Click To:

Add Load Pattern

Delete Load Pattern

OK

Cancel

Note: Double click cell in the Notes column to expand it.

Figura 4.6 Patrones de carga

f) Casos de cargas:

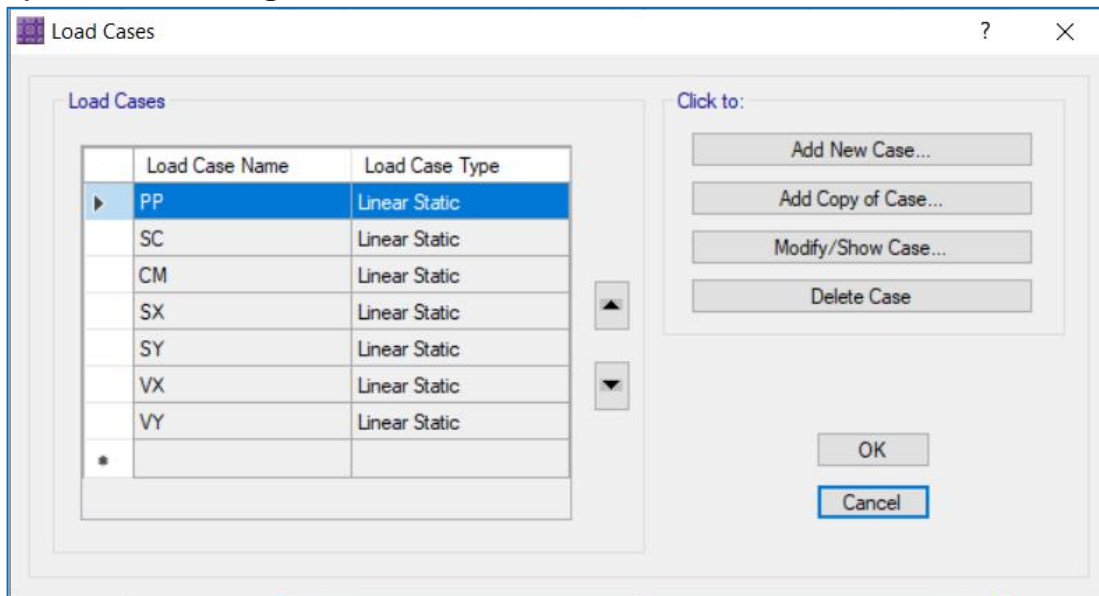


Figura 4.7 Casos de cargas

g) Combinaciones de cargas por servicio:

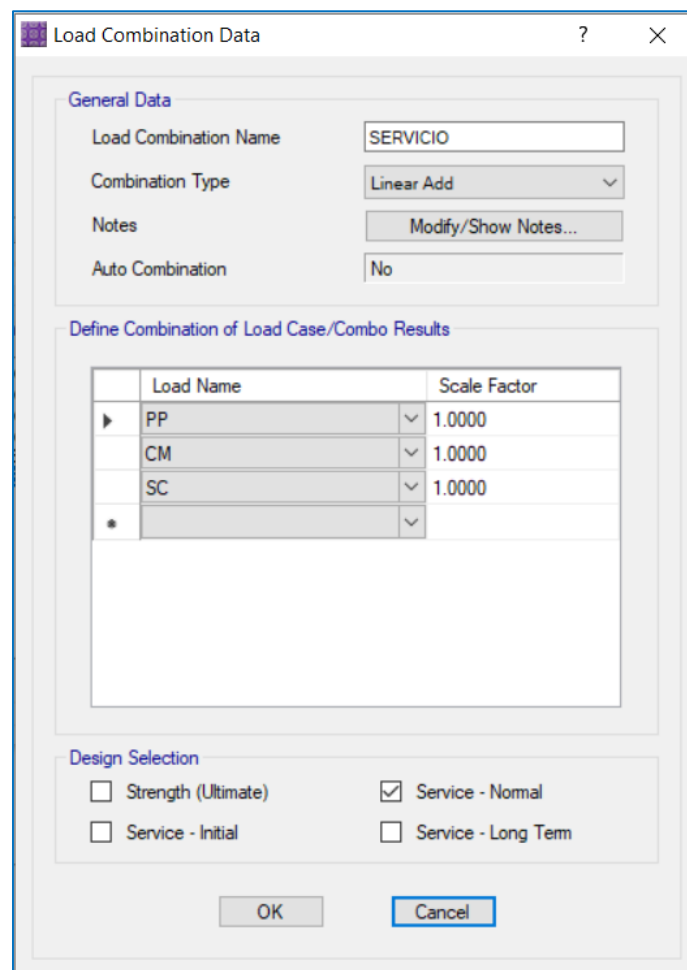


Figura 4.8 Combinaciones de cargas por servicio

h) Combinaciones de cargas por resistencia:

Load Combination Data

General Data

Load Combination Name: RESISTENCIA

Combination Type: Linear Add

Notes: Modify/Show Notes...

Auto Combination: No

Define Combination of Load Case/Combo Results

Load Name	Scale Factor
PP	1.4000
CM	1.4000
SC	1.7000
*	

Design Selection

Strength (Ultimate) Service - Normal

Service - Initial Service - Long Term

OK Cancel

Figura 4.9 Combinaciones de cargas por resistencia

i) Resultado presión de suelo:

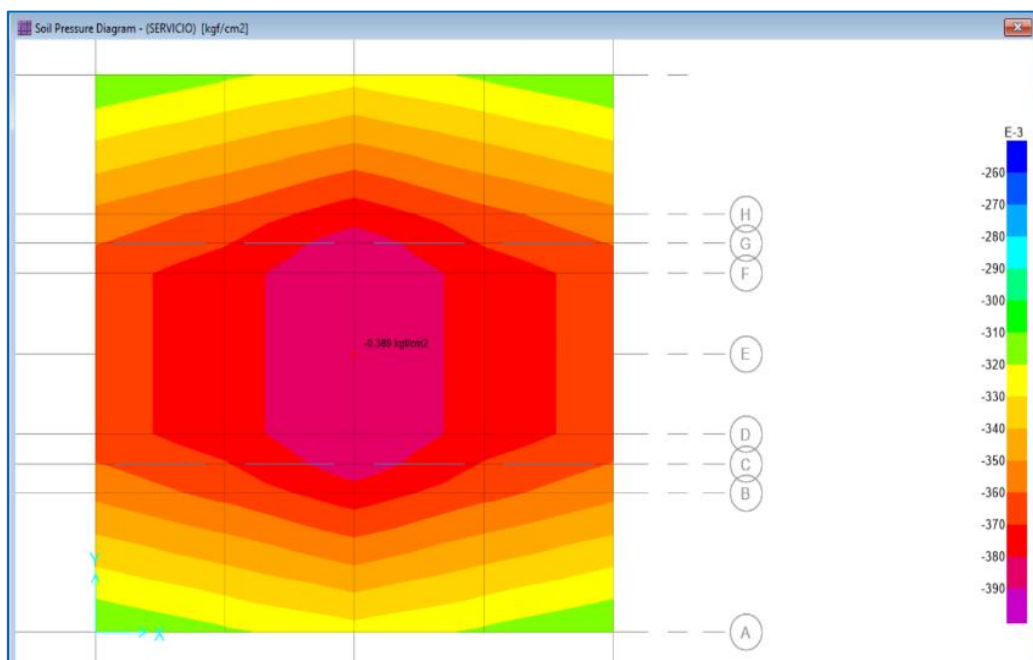


Figura 4.10 Resultados de presión de suelo

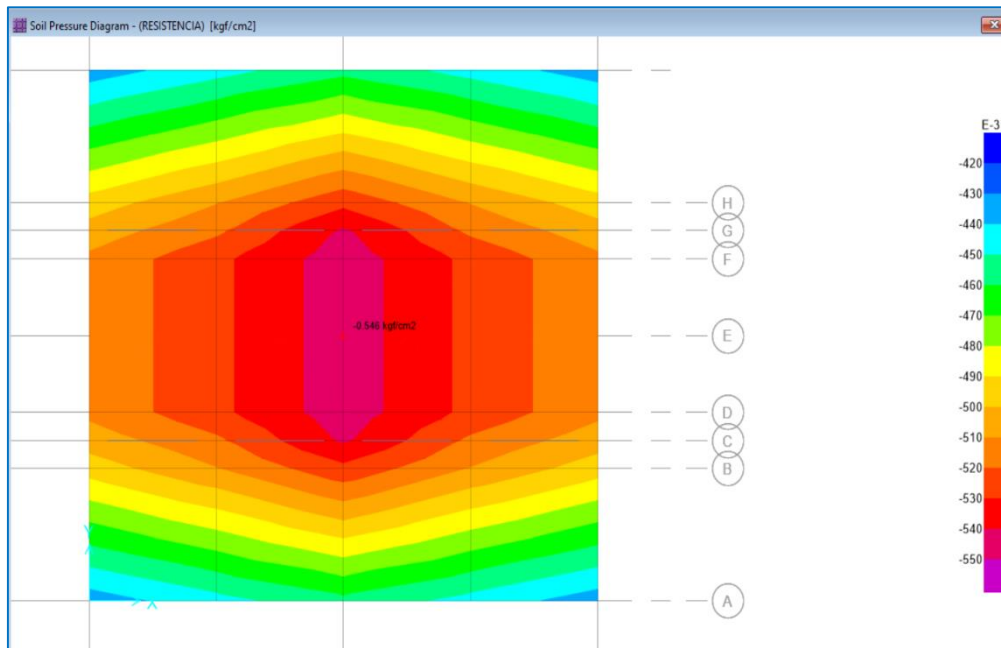


Figura 4.11 Resultados de presión de suelo

j) Resultado cantidad de acero:

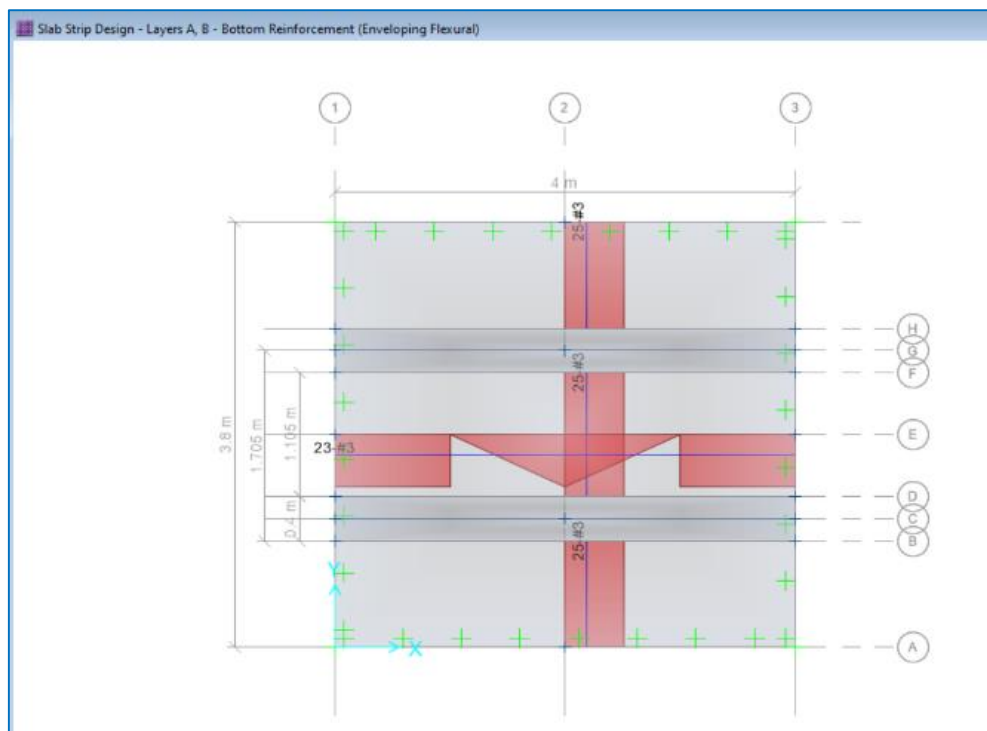


Figura 4.12 Resultados de cantidad de acero

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Descripción de los resultados

Para llevar a cabo la presente investigación se propuso el desplante para la **para la profundidad de 1.00** metro, se considera una capacidad portante de $\sigma = 2.03 \text{ kg/cm}^2$ con fines de modelamiento y coeficiente de balasto igual a 4.06 kg/cm^3 , de igual manera se consideró un concreto de 210 kg/cm^2 y recubrimientos de 10 cm, donde se plantea la simetría estructural las cargas aplicadas a cada pedestal, se propuso el diseño de una cimentación basada en zapatas combinada, en la siguiente tabla podemos observar sus dimensiones y las cantidades, para estos los desplazamientos máximos se produce en la zapata del eje 1 - A el cual es de 0.10 cm, este resultado es menor al asentamiento máximo permisible igual a 2.54cm.

En la figura anterior se observa que la presión máxima producida en las zapatas es igual a 7.71 Tn/m^2 por lo tanto la Losa de cimentación cuentan con las dimensiones adecuadas. Esta modelación está cumpliendo las especificaciones que la norma tenía actual.

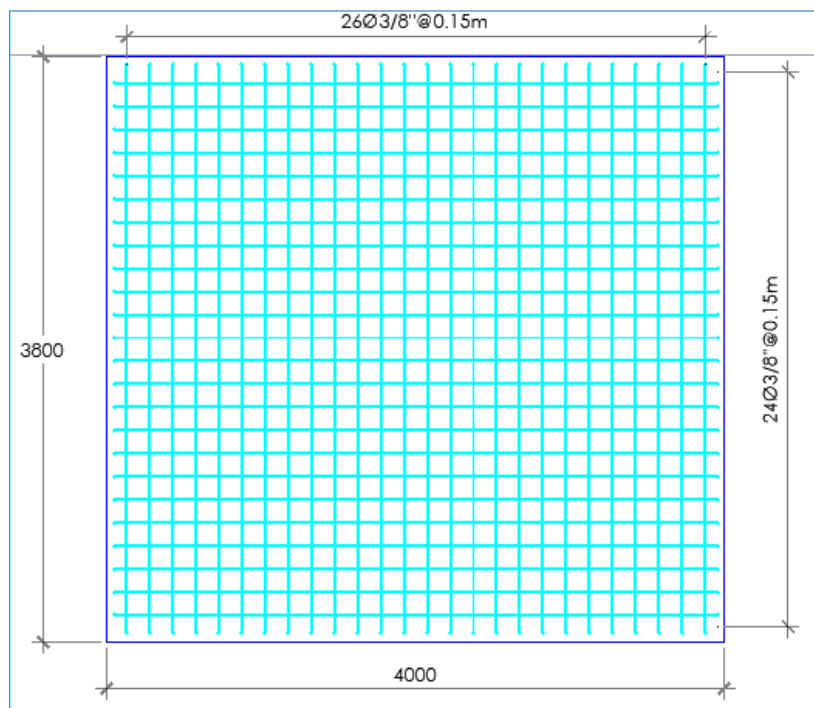


Figura 5.1 distribución de acero en zapata de transformador

Fuente propia

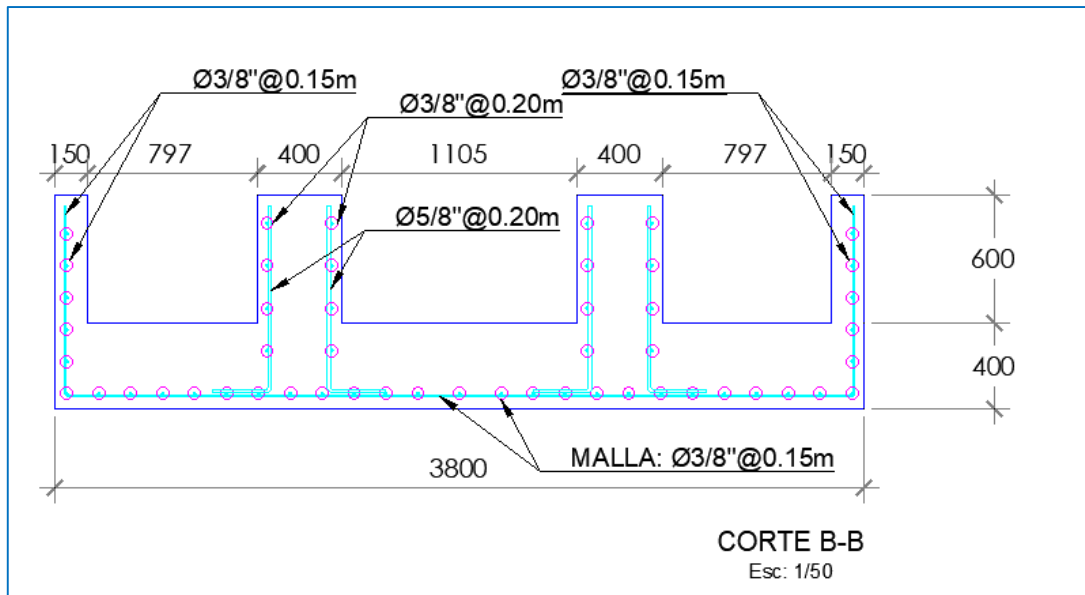


Figura 5.1 detalles de la cimentación 1.00 metro

Fuente propia

CONCLUSIONES

- Se determinó la influencia de la profundidad de desplante en la cimentación del transformador de potencia, de las SET parque Industrial de El tambo – Huancayo, la cual es favorable para la estructura ya que, a mayor profundidad, la capacidad portante aumenta su resistencia, ocasionando que las dimensiones de las losa de cimentación disminuyan y esto a su vez beneficia a la economía, también ayuda a disminuir el asentamiento de la estructura evitando grietas en la unión con el pedestal, por ultimo ayuda a disminuir las presiones sobre la losa previniendo su colapso.
- Se determinó la capacidad portante del suelo para la cimentación del transformador de potencia, el cual es 2.03 kg/cm².
- Se determinó que la estructura del transformador de potencia, de las SET parque Industrial de El tambo – Huancayo es Sismorresistente debido a que los desplazamientos reales no superan el 0.007 en los ejes X – X e Y – Y, de igual manera la fuerza cortante dinámica es mayor a la fuerza cortante estática por lo tanto las cargas están balanceadas.
- Se determinó la cimentación del transformador de potencia, de las SET parque Industrial de El tambo – Huancayo, en la cual se puede observar que a mayor profundidad las losa va disminuyendo su área favoreciendo a la economía, de igual manera disminuyen el asentamiento y las presiones beneficiando la estabilidad de la estructura.

RECOMENDACIONES

- Para diseñar la cimentación de una estructura, debemos determinar la influencia de la profundidad de desplante con la finalidad de obtener cimentaciones más económicas y estables.
- Comprobar la capacidad portante durante la ejecución del proyecto.
- Respetar la estructura planteada para la cimentación del transformador de potencia, de las SET parque Industrial de El tambo – Huancayo ya que se pudo comprobar que esta es Sismo-Resistente.
- La cimentación del transformador de potencia, de las SET parque Industrial de El tambo – Huancayo a una profundidad de 1.00m ya que esta nos ofrece mejores resultados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A. Bibliografía:

- **Antonio Gonzales Cabezas (2010)** Topografía y Replanteo, España.
- Jorge E. Alva Hurtado (2012) Diseño de Cimentaciones, Lima.
- **Vicente Pérez Alama, (2009)** Materiales y Procedimientos de Construcción, Lima.
- **Ángel Hidalgo Bahamontes (2000)** Construcción de Cimentaciones, Lima.
- **Ángel Huanca Borda (2010)** Mecánica de Suelos y Cimentaciones, Ica.
- Instituto de la Construcción y Gerencia (2014) Reglamento Nacional de Edificaciones, Lima.
- **M. J. Tomlinson (1996)** Cimentaciones – Diseño y Construcción, Colombia.
- **Alberto Cot Alcega (2000)** Geotecnia para ingeniería civil y Arquitectura, Lima.
- Jorge Campos Rodríguez (2011) Mecánica de Suelos, Lima.
- **Henri Cambefort (2002)** Geotecnia del Ingeniero, Trujillo.
- Eulalio Juárez Badillo y Alfonso Rico Rodríguez (2010) Mecánica de Suelos, México.

B. Páginas web:

- http://www.uned.es/dptoicf/mecanica_del_suelo_y_cimentaciones/images/mecansueloycimentacionescap_4.pdf
- <http://www.unav.edu/departamento/bcp/picturesCimVigas01.html>
- https://books.google.com.pe/books?id=Qmx7gsluGdwC&pg=PA201&lpg=PA201&dq=definicion+de+replanteo+topografico&source=bl&ots=hdpJqoBiev&sig=ty6P8U2zlg3BU_aGPHhjL1oMShU&hl=es&sa=X&ei=RpaYVaxDyvWDBO2RgrAB&sqi=2&ved=0CDMQ6AEwBA#v=onepage&q=definicion%20de%20replanteo%20topografico&f=false

- <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1238/1/Mecanica+de+suelos++Juarez+Badillo.pdf>
- <http://dspace.universia.net/bitstream/2024/1238/1/Mecanica+de+suelos++Juarez+Badillo.pdf>
- http://webdelprofesor.ula.ve/ingenieria/silviorojas/fundaciones/CapIII_AsentElasticos/CapIII_104-115.pdf

ANEXOS

MATRIZ DE CONSISTENCIA

“CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACION PARA EQUIPOS ELECTRICOS CON EL PROGRAMA SAFE - SECTOR PARQUE INDUSTRIAL EL TAMBO -HUANCAYO”.

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>¿Cómo calcular el diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?</p> <p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS</p> <p>¿Cómo determinar si el tipo de suelo es óptimo en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?</p>	<p>Determinar el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos de con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo – Huancayo.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS</p> <p>Determinar si el tipo de suelo es óptimo en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.</p>	<p>Los resultados obtenidos del cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo es adecuado.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICAS</p> <p>El tipo de suelo es adecuado en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el Parque Industrial El Tambo- Huancayo.</p>	<p>VARIABLE</p> <p>CIMENTACIÓN</p> <p>OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES</p> <p>Dimensiones:</p> <p>Suelo</p> <p>Carga sísmica</p> <p>Carga de equipos</p> <p>Geotecnia</p>	<p>TIPO</p> <p>aplicada</p> <p>NIVEL</p> <p>descriptivo</p> <p>DISEÑO</p> <p>No experimental</p> <p>TECNICAS</p> <p>Encuesta</p> <p>Fichaje</p> <p>Trabajo de campo</p> <p>INSTRUMENTOS</p> <p>Cuestionario</p> <p>Ficha bibliográfica</p>

<p>¿Cómo determinar las cargas en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?</p> <p>¿Cómo determinar la geotecnia del suelo para el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo?</p>	<p>Determinar, las cargas verificando la normativa actual en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.</p> <p>Determinar, la geotecnia del suelo con un estudio geotécnico en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo - Huancayo.</p>	<p>Las cargas verificadas cumplen con la normativa actual en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE - sector Parque Industrial El Tambo – Huancayo.</p> <p>La geotecnia del suelo es apropiada en el cálculo y diseño de cimentación para equipos eléctricos con el programa SAFE sector subestación parque industrial-distrito del Tambo-Huancayo</p>		<p>POBLACION</p> <p>Cimentaciones de la Sub Estación eléctrica</p> <p>MUESTRA</p> <p>Cimentación del transformador de potencia</p>
---	---	---	--	--

MATRIZ: DE OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE

Concepto	Dimensiones	Indicadores	Instrumento
<p>La cimentación: es un grupo de elementos estructurales y su misión es transmitir las cargas de la construcción o elementos apoyados a este al suelo distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales</p>	suelo	%	Plasticidad Proctor modificado
		Kg/cm ²	Corte directo
		metros	flexometro
	Cargas sísmica	Tn/m ²	e.60
	Carga de equipos	Tn	Especificaciones de equipo
	Geotecnia	Rumbo	Sistema angular medición
		Azimut	Sistema angular medición

PANEL FOTOGRÁFICO



Foto N° 01: Vista panorámica de la SET Parque Industrial



Foto N° 02: Charla de 5 minutos para inicio de actividades en obra



Foto N° 03: SET Parque Industrial, se observan los equipos y parte de las cimentaciones



Foto N° 04: Levantamiento topográfico de la SEP



Foto N° 05: Levantamiento topográfico de la SEP



Foto N° 06: Transformador de potencia existente



Foto N° 07: Personal haciendo el monitoreo respectivo



Foto N° 08: Personal haciendo el monitoreo respectivo



Foto N° 09: Calicata para el Estudio de Mecánica de Suelos



Foto N° 10: Calicata para el Estudio de Mecánica de Suelos



Foto N° 11: Calicata para el Estudio de Mecánica de Suelos



Foto N° 12: Estratigrafía de la calicata

ESTUDIOS DE SUELOS



**CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES
SANTA CRUZ SCRL**

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

REGISTRO DE CALICATA					
IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL 25MVA 60/33/10 KV					
UBICACION	DIST.: EL TAMBO - PROV.: HUANCAYO - REGION : JUNIN		NIVEL FREATICO[m]	N.P	
SOLICITANTE	GGAWATT S.A.C		ING. RESPONSABLE		
CALICATA N°	01 -		TECNICO	I.S.C.V	
PROF. TOTAL	1.80 MTS		FECHA	29/08/2014	
PROF. (m)	MUESTRA N°	DESCRIPCION	SIMBOLOGIA	CLASIFICACION	
				SUCS	AASHTO
0.00	1	DE 0.00 - 1.80 mts (GW-GM) Gravas bien gradadas, mezclas gravosas, poco o ningun fino, material medianamente humedo, de color plomo de medina compacidad con presencia de piedras de 4 - 6" sub redondeadas		GW-GM	A-1-a(0)
0.10					
0.20					
0.30					
0.40					
0.50					
0.60					
0.70					
0.80					
0.90					
1.00					
1.10					
1.20					
1.30					
1.40					
1.50					
1.60					
1.70					
1.80					
1.90					
2.00					

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO NTP 339.128 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO: GIGAWATT S.A.C

PROYECTO / OBRA : IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL 25MVA
60/33/10 KV"

CALICATA / UBICACIÓN N° 01

UBICACIÓN DE OBRA Distrito : EL TAMBO

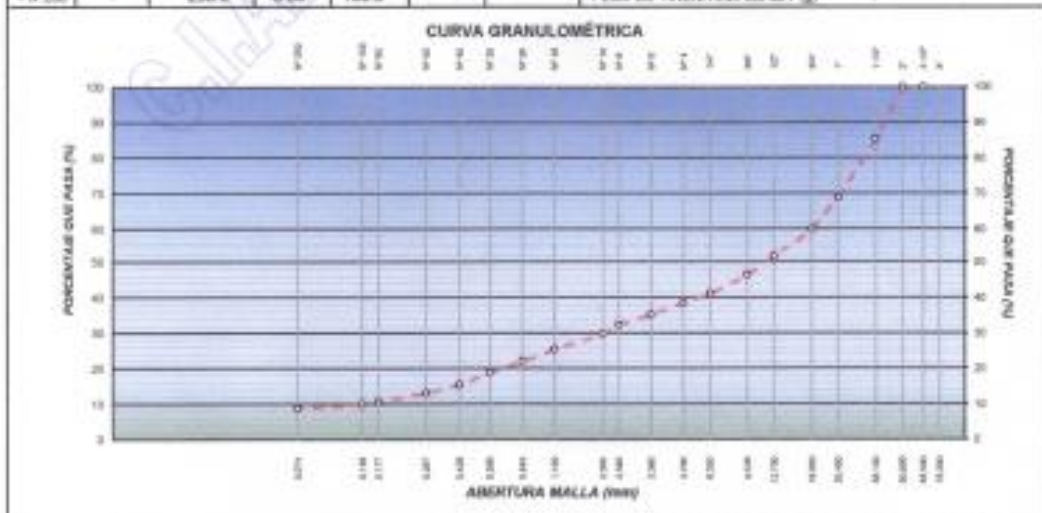
Provincia : HUANCAYO

Departamento : JUNIN

TECMCO J.S.C.V

FECHA 28/09/2014

MALLA NORMA NACIONAL	GRANULOMETRÍA					ESPECIFIC.	CARACTERIZACIÓN DEL SUELO		
	ABERT. (mm)	PESO RETENIDO (g)	RET. PARCIAL (%)	RET. ADJUAL (%)	PIGA (%)		GRAVA	ARENA	FRASCO
2"	76.200								
2-1/2"	63.500				100.0				
2"	50.800				100.0				
11/2"	38.100	417.0	14.60	14.0	85.4				OBSERVACIONES
1"	25.400	474.0	16.60	31.2	68.8				
3/4"	19.050	250.0	8.80	40.0	60.0				
1/2"	12.700	238.0	8.40	48.4	51.6				
3/8"	9.525	148.0	5.20	53.6	46.4				
1/4"	6.350	149.0	5.20	59.8	41.2				
N° 4	4.750	77.0	2.70	61.5	38.5				
N° 6	3.360	91.0	3.20	64.7	35.3				
N° 8	2.360	82.0	2.90	67.6	32.4				
N° 10	2.000	77.0	2.70	70.3	29.7				
N°16	1.180	120.0	4.20	74.5	25.5				
N° 20	0.840	87.0	3.40	77.9	22.1				
N° 30	0.600	81.0	3.20	81.1	18.9				
N° 40	0.425	66.0	3.30	84.4	15.6				
N° 50	0.300	69.0	2.40	86.8	13.2				
N° 60	0.177	72.0	2.50	89.3	10.7				
N° 100	0.149	20.0	0.70	90.0	10.0				
N° 200	0.074	33.0	1.20	91.2	8.8				
N°200	-	250.0	8.80	100.0	-				



Av. España N° 772 - Concepción Telef: 081405 - Cel. Mov: 975101126 - *913854 - 964512425 - *165302 - 054431184 - celular 964326011
LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES Email: CIAA_SANTACRUZ@total.com

País: Santa Cruz, Yema
107 17 ANALISIS MECANICO DE SUELOS

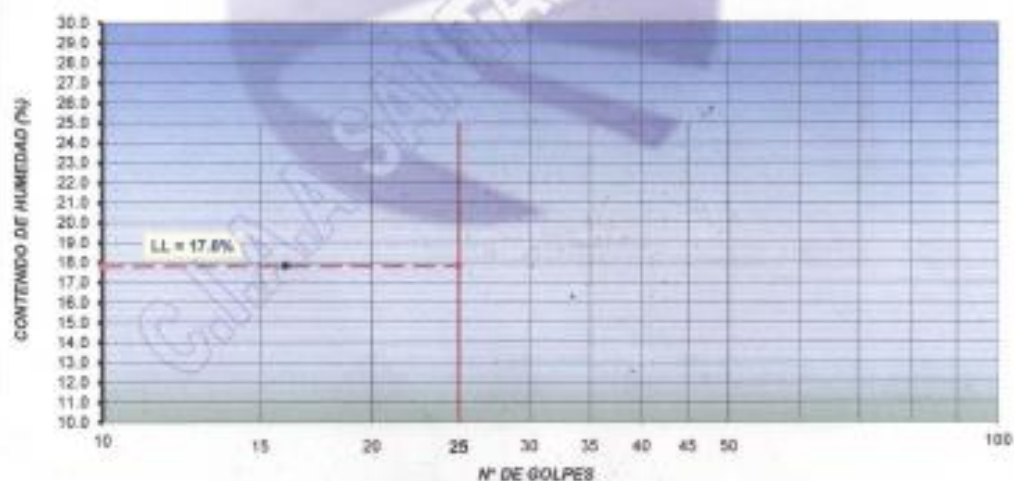
Señal Elgado Pizarra Analista
INGENIERO CIVIL
REG. COLLEJO D INGENIEROS N° 10000

LÍMITES DE ATTERBERG NTP 339.129 (99)

SOLICITA / PETICIONARIO : GIGAWATT S.A.C
 PROYECTO / OBRA : IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL 25MVA
 TRAMO : 60/33/10 KV
 CALICATA / UBICACION : N° 01
 UBICACION DE OBRA : Distrito : EL TAMBO
 Provincia : HUANCAYO
 Departamento : JUNIN
 TECNICO : J. Santa Cruz V.
 FECHA : 28/09/2014

DESCRIPCION	UNITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
ENSAYO No.	1	
CÁPSULA No.	8	
PESO CÁPSULA + SUELO HUMEDO, g	25.90	
PESO CÁPSULA + SUELO SECO, g	23.95	
PESO AGUA, g	1.95	
PESO DE LA CÁPSULA, g	13.00	
PESO SUELO SECO, g	10.95	
CONTENIDO DE HUMEDAD, %	17.81	
NUMERO DE GOLPES	10	

DIAGRAMA DE FLUIDEZ

**RESULTADOS DE ENSAYOS**

LÍMITE LÍQUIDO (%)	17.8	LÍMITE PLÁSTICO (%)	-	ÍNDICE DE PLASTICIDAD (%)	NP
--------------------	------	---------------------	---	---------------------------	----

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS Y FUNDACIONES

Prof. J. Santa Cruz V.
N° de Licencia: 14648



Ing. J. Santa Cruz V.
Ingeniero Civil
REG. CONSEJO INGENIEROS N° 14648

Av. Oriente N° 772 - Concepción Telef: -581405 - Cel. Móv. 975151126 - *412854 - 984512425 - *165302 - 954431184 - ctra 964328911
 Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO	IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL ZOMVA 003310 HV		
SOLICITADO	GIGAWATT S.A.C		
UBICACION	DIST EL TAMBO - PROVINCIA DE HUANCAJO - JUNIN		
MUESTRA	C-01 / M-01	PROF (m)	0.00 - 1.00
		TÉCNICO	J.S.C.V
		FECHA	septiembre 2014

CONTENIDO DE HUMEDAD :		FACTOR ANILLO	0.275 + 0.020
Nº DE RECIPIENTE	9	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	96.02
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (gr.)	84.09	PESO DEL ANILLO (g)	29.00
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	86.24	PESO DE LA MUESTRA (g)	66.96
PESO DEL AGUA (g)	3.85	AREA (cm ²)	28.27
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	79.40	VOLUMEN (cm ³)	30.81
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	66.84	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.849
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.51	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.752

ESFUERZO NORMAL: **3.2** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACIÓN (mm)	DEFORMACIÓN NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE
0.0		0.00		-	0.000
0.5	86.1	0.25		23.678	0.838
1.0	145.0	0.50		39.675	1.411
1.5	180.0	0.75		49.500	1.751
2.0	199.1	1.00		54.753	1.937
2.5	206.4	1.25		57.310	2.027
3.0	211.4	1.50		58.135	2.056
3.5	212.6	1.75		58.465	2.068
4.0	213.7	2.00		58.768	2.079
4.5	214.8	2.25		59.015	2.088
5.0	214.9	2.50		59.098	2.090
5.5	206.4	2.75		57.310	2.027

Av. oriente N° 772-Concepción Telef: 581405 - Cel: Mov. 975151126 - *412854 - 964512425 - *166302 - 954431184 - Celro 964328911

LABORATORIO DE MECANICA DE
SUELOS Y FUNDACIONES

Patel

Email: CIRA_SANTACRUZ@hotmail.com



Instituto Peruano de
Normalización

ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D-3080

PROYECTO	IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA GET PARQUE INDUSTRIAL 25MA 05/2013 01*		
SOLICITADO	GIGAWATT S.A.C		
UBICACION	DIST. EL TAMBO - PROVINCIA DE HUANCAYO - JNN		
MUESTRA	C-01 / M-01	PROP. (m)	0.00 - 1.90
		TECNICO	J.S.C.V
		FECHA	septiembre-2014

CONTENIDO DE HUMEDAD :		FACTOR ANILLO \triangle	
Nº DE RECIPIENTE	12	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	66.14
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HEMEDO (gr)	83.77	PESO DEL ANILLO (g)	29.08
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr)	79.93	PESO DE LA MUESTRA (g)	57.08
PESO DEL AGUA (gr)	3.84	AREA (cm²)	36.27
PESO DEL RECIPIENTE (gr)	10.67	VOLUMEN (cm³)	30.81
PESO DEL SUELO SECO (gr)	69.26	DENSIDAD HUMEDA (g/cm³)	1.853
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.54	DENSIDAD SECA (g/cm³)	1.798

 ESFUERZO NORMAL **1.6** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSOMETRO DE CARGA	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (kg)	ESFUERZO DE CORTE v
0.0		0.00		-	0.000
0.5	40.7	0.25		11.193	0.396
1.0	69.9	0.50		19.223	0.680
1.5	85.7	0.75		23.568	0.834
2.0	93.4	1.00		25.685	0.909
2.5	98.2	1.25		27.005	0.965
3.0	100.0	1.50		27.500	0.973
3.5	100.4	1.75		27.610	0.977
4.0	101.8	2.00		27.995	0.990
4.5	101.2	2.25		27.630	0.984
5.0	94.3	2.50		25.933	0.917

Av. Aviación Nº 773 - Concepción. Telef. 561405 - Cel. Mov. 979151126 - *413854 - 984512425 - *195302 - 954431184 - oficio 964328911

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MOVIMIENTOS



Email: CIAA_SANTACRUZ@hotmail.com



Ing. Marco Perreira Arias
INGENIERO CIVIL
REG. COLABO 00098096



CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES

SANTA CRUZ SCRL

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D-3080

PROYECTO	IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA RED PARQUE INDUSTRIAL ZONVA 803310 RV				
SOLICITADO	GIGAWATT S.A.C				
UBICACION	UNO EL TIERRA - PARQUE INDUSTRIAL ZONVA				
			TÉCNICO	J.S.C.V	
MUESTRA	C-01 / M-01	PROF. (cm)	0.00 - 1.00	FECHA	septiembre-2014

CONTENIDO DE HUMEDAD :		FACTOR ANILLO	0.275 + 0.000
Nº DE RECIPIENTE	11	PESO MUESTRA + ANILLO (g)	88.10
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (gr.)	85.60	PESO DEL ANILLO (g)	55.08
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	79.96	PESO DE LA MUESTRA (g)	57.04
PESO DEL AGUA (gr.)	3.64	AREA (cm ²)	28.27
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	10.52	VOLUMEN (cm ³)	30.81
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	89.44	DENSIDAD HUMEDA (gr/cm ³)	1.851
PURIFICACION DE HUMIDIDAD (gr)	0.24	UNIFORMIDAD (gr/cm ³)	1.726

ESFUERZO NORMAL **0.8** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSÓMETRO DE CARGA	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION NORMAL	FUERZA (Kg)	ESFUERZO DE CORTE v
0.0		0.00		-	0.000
0.5	24.9	0.25		6.848	0.242
1.0	44.5	0.50		12.238	0.433
1.5	51.4	0.75		14.135	0.500
2.0	54.8	1.00		15.070	0.533
2.5	57.0	1.25		15.675	0.554
3.0	59.0	1.50		16.225	0.574
3.5	59.6	1.75		16.390	0.580
4.0	54.2	2.00		14.905	0.527

Av. Padre M^r 772 - Cooperacion Telef: 581405 - Cel: Mbx: 975751128 - 7473884 - 984513425 - 7155302 - 954431184 - clari 964329071
 LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y FUNDACIONES
 Email: CIAA_SANTACRUZ@honline.com

Parque Santa Cruz, Villa
 TEL: 954 431 184 - FUNDACIONES




CONSTRUCTORA INGENIEROS & ARQUITECTOS ASESORES
SANTA CRUZ S.C.R.L.

ELABORACION DE PROYECTOS - EJECUCION DE OBRAS - CONTROL DE CALIDAD EN MECANICA DE SUELOS

**ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D-3080**

PROYECTO	IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL 25MVA 6900/10 KV		
SOLICITADO	GIGAWATT S.A.C		
UBICACION	DIST. EL TAMBO - PROVINCIA DE HUANCAYO - JUNIN		
MUESTRA	G-01 / M-01	PROF. (m)	: 0.00 - 1.80
TÉCNICO			J.B.C.V
FECHA			septiembre-2014
CONTENIDO DE HUMEDAD		FACTOR AMILLO	0.275 ± 0.000
Nº DE RECIPIENTE	3	PESO MUESTRA + AMILLO (g)	85.99
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO HUMEDO (gr.)	83.43	PESO DEL AMILLO (g)	29.06
PESO DEL RECIPIENTE + SUELO SECO (gr.)	79.80	PESO DE LA MUESTRA (g)	56.93
PESO DEL AGUA (gr.)	3.63	ÁREA (cm ²)	26.27
PESO DEL RECIPIENTE (gr.)	10.06	VOLUMEN (cm ³)	30.81
PESO DEL SUELO SECO (gr.)	69.82	DENSIDAD HUMEDA (g/cm ³)	1.848
PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	5.91	DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.751

 ESFUERZO NORMAL **0.4** Kg/cm²

TIEMPO (min.)	EXTENSOMETRO DE FALDGA	DEFORMACION (mm)	DEFORMACION UNITARIA	FUERZA (Kgf)	ESFUERZO DE FONTE ()
0.0		0.00		-	0.000
0.5	13.40	0.25		3.685	0.130
1.0	19.60	0.50		5.390	0.191
1.5	22.80	0.75		6.270	0.222
2.0	23.60	1.00		6.490	0.230
2.5	24.40	1.25		6.710	0.237
3.0	25.70	1.50		7.068	0.250
3.5	22.10	1.75		6.076	0.215

Avenida N.º 732 - Casapueblo - San José - San José - Costa Rica - Tel: +506 2200 7323 - Cel. Mov. +506 97513125 - +506 97513126 - +506 97513127 - +506 97513128 - +506 97513129 - +506 97513130 - +506 97513131 - +506 97513132 - +506 97513133 - +506 97513134 - +506 97513135 - +506 97513136 - +506 97513137 - +506 97513138 - +506 97513139 - +506 97513140 - +506 97513141 - +506 97513142 - +506 97513143 - +506 97513144 - +506 97513145 - +506 97513146 - +506 97513147 - +506 97513148 - +506 97513149 - +506 97513150 - +506 97513151 - +506 97513152 - +506 97513153 - +506 97513154 - +506 97513155 - +506 97513156 - +506 97513157 - +506 97513158 - +506 97513159 - +506 97513160 - +506 97513161 - +506 97513162 - +506 97513163 - +506 97513164 - +506 97513165 - +506 97513166 - +506 97513167 - +506 97513168 - +506 97513169 - +506 97513170 - +506 97513171 - +506 97513172 - +506 97513173 - +506 97513174 - +506 97513175 - +506 97513176 - +506 97513177 - +506 97513178 - +506 97513179 - +506 97513180 - +506 97513181 - +506 97513182 - +506 97513183 - +506 97513184 - +506 97513185 - +506 97513186 - +506 97513187 - +506 97513188 - +506 97513189 - +506 97513190 - +506 97513191 - +506 97513192 - +506 97513193 - +506 97513194 - +506 97513195 - +506 97513196 - +506 97513197 - +506 97513198 - +506 97513199 - +506 97513200

Av. N.º 732 - Casapueblo - San José - San José - Costa Rica - Tel: +506 2200 7323 - Cel. Mov. +506 97513125 - +506 97513126 - +506 97513127 - +506 97513128 - +506 97513129 - +506 97513130 - +506 97513131 - +506 97513132 - +506 97513133 - +506 97513134 - +506 97513135 - +506 97513136 - +506 97513137 - +506 97513138 - +506 97513139 - +506 97513140 - +506 97513141 - +506 97513142 - +506 97513143 - +506 97513144 - +506 97513145 - +506 97513146 - +506 97513147 - +506 97513148 - +506 97513149 - +506 97513150 - +506 97513151 - +506 97513152 - +506 97513153 - +506 97513154 - +506 97513155 - +506 97513156 - +506 97513157 - +506 97513158 - +506 97513159 - +506 97513160 - +506 97513161 - +506 97513162 - +506 97513163 - +506 97513164 - +506 97513165 - +506 97513166 - +506 97513167 - +506 97513168 - +506 97513169 - +506 97513170 - +506 97513171 - +506 97513172 - +506 97513173 - +506 97513174 - +506 97513175 - +506 97513176 - +506 97513177 - +506 97513178 - +506 97513179 - +506 97513180 - +506 97513181 - +506 97513182 - +506 97513183 - +506 97513184 - +506 97513185 - +506 97513186 - +506 97513187 - +506 97513188 - +506 97513189 - +506 97513190 - +506 97513191 - +506 97513192 - +506 97513193 - +506 97513194 - +506 97513195 - +506 97513196 - +506 97513197 - +506 97513198 - +506 97513199 - +506 97513200

 Santa Cruz S.C.R.L.
 Calle N.º 732 - Casapueblo
 San José - San José - Costa Rica
 Tel: +506 2200 7323

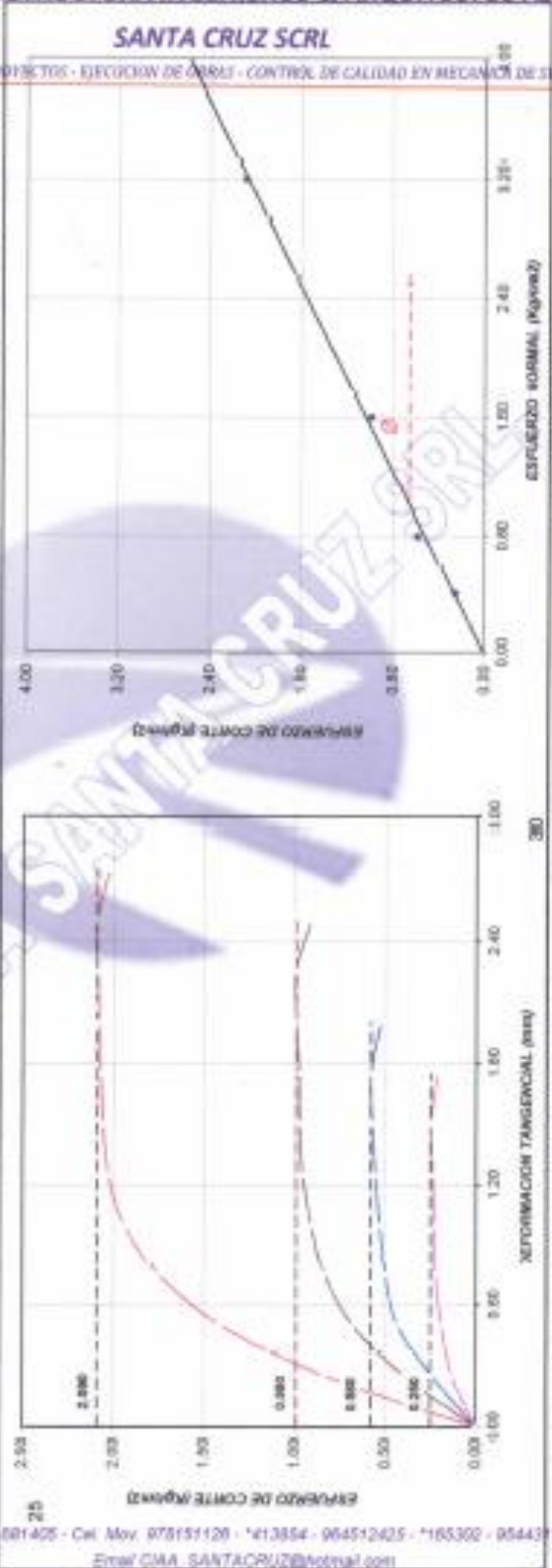
Email: CIA@SANTACRUZSC.RL


 Santa Cruz S.C.R.L.
 Calle N.º 732 - Casapueblo
 San José - San José - Costa Rica
 Tel: +506 2200 7323



ENSAYO DE CORTE DIRECTO
ASTM D-3080

PROYECTO		IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA EN LA SET PARQUE INDUSTRIAL 25604-002	
SOCIIDAD		GIGAWATT S.A.S	
UBICACION		EN EL TAMBO - PROVINCIA DE MANABO - ECUADOR	
MUESTRA	C-01 / M-01	PROF (m)	0.00 - 1.00
CONDICION	REMOLCADO	FECHA	septiembre 2014
CLASIF. SUCS	DM-OM	L.L.	17.1%
		IP	NP
		% MEJOR QUE MALLA N° 200	
		8.8%	

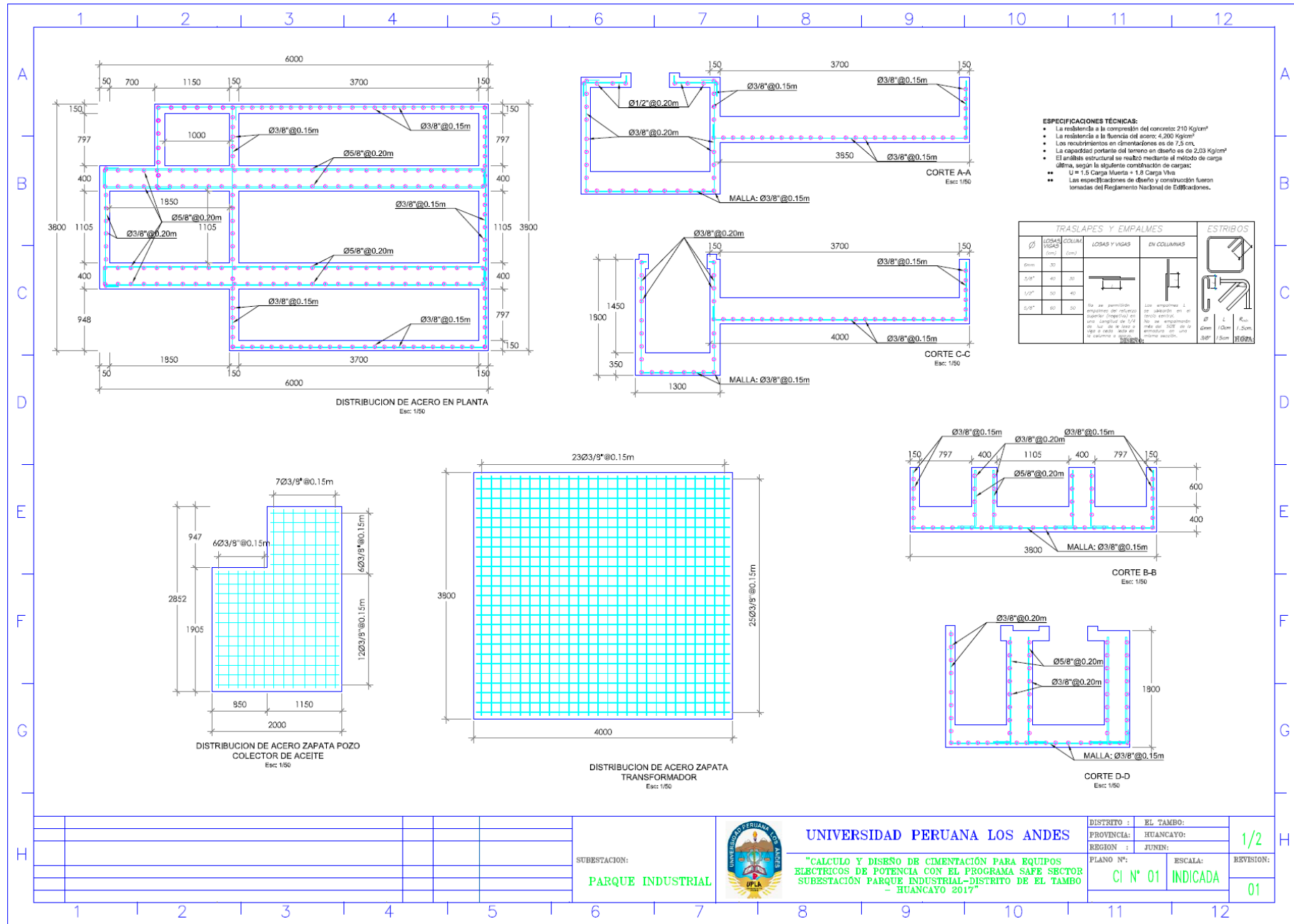


RESULTADOS DE ENSAYOS	
COHESIÓN (kg/cm²)	0.01
ÁNGULO DEFRICCIÓN (°)	32.9



 <p>CAPACIDAD DE CARGA 1.5</p>	PROYECTO:	IMPLEMENTACION DEL TRANSFORMADOR DE POTENCIA...	FECHA: 26/08/14
	LOCALIZACIÓN:	PARGUE INDUSTRIAL - EL TAMBO	
	ELABORADO PARA:	OSIDAWATT SAC	
	ELABORÓ:	CONSTRUCTORA I.A.A.SANTA CRUZ S.R.L.	
DETERMINACION DE LA CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO-METODO DE TERZAGHI-			
Datos:			
		Profundidad de desplante, Df, (mts):	1.2
		Peso Volumétrico del suelo, Gm (Ton/m ³):	1.76
		Cohesión del suelo, c; (Ton/m ²):	0.1
		Ángulo de fricción interna del suelo, Fi (grados):	33
		Ancho o Radio del cimiento, B ó R (mts):	1.2
		Tipo de suelo: 1-Arcilloso firme / 2-Arcilloso blando / 3-Arenoso	3
		Factor de seguridad, F.S.: (3.5 / 2.0 / 2.5)	3.0
Cálculos y Resultados:			
		Factores dependientes del ángulo de fricción:	Para suelo arcilloso blando o arenoso:
Factor de cohesión, N _c =	44.04		c ² /3c = 0.07
Factor de sobrecarga, N _q =	28.52		N _c c = 2/3N _c c = 29.36
Factor de peso, N _g =	26.87		N _q q = 2/3N _q q = 19.01
			N _g g = 2/3N _g g = 17.91
Para todo cimiento:			
Capacidad de carga última, q _c			
$q_c = c^2 \cdot N_c + Gm \cdot Df \cdot N_q + 0.5 \cdot Gm \cdot B \cdot N_g$			
Capacidad de carga admisible, q _a			
$q_a = q_c / FS$			
$c^2 \cdot N_c = 2.0$			
$Gm \cdot Df \cdot N_q = 40.2$			
$0.5 \cdot Gm \cdot B \cdot N_g = 18.9$			
q_c , (Ton/m ²) = 61.0			
q_a , (Ton/m ²) = 20.3			
 LABORATORIO DE MUESTREO DE SUELOS Y PAVIMENTOS Santa Cruz, Bolivia No. 17 SUELOS Y PAVIMENTOS		 Jairo M. Jasso Pineda Araya INGENIERO CIVIL REG. COL. BOG. O INGENIEROS N° 1488	

PLANOS



SUBSTACION:
PARQUE INDUSTRIAL



UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

"CALCULO Y DISEÑO DE CIMENTACIÓN PARA EQUIPOS ELECTRICOS DE POTENCIA CON EL PROGRAMA SAFE SECTOR SUBSTACION PARQUE INDUSTRIAL-DISTRITO DE EL TAMBO - HUANCAYO 2017"

DISTRITO :	EL TAMBO:	1/2
PROVINCIA :	HUANCAYO:	
REGION :	JUNIN:	REVISION:
PLANO N°:	ESCALA:	
	CI N° 01 INDICADA	01

