



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado  
en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL

**AUTOR:**

Bch. Perez Anahua, Edwin (ORCID 0000-0002-1272-6365)

**ASESOR:**

Ms. Ing. Aybar Arriola, Gustavo Adolfo (ORCID 0000-0001-8625-3989)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño sísmico y estructural

CALLAO – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Esta tesis dedico a mi madre y esposa quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mis estudios, ya que ellos siempre has estado presentes para apoyar me moral y psicológicamente

También la dedico a mis hijos quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para ellos.

## **Agradecimientos**

El agradecimiento de mi tesis es principalmente a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza de seguir adelante.

A los catedráticos de la universidad por quienes he llegado a obtener conocimientos necesarios para poder desarrollar la tesis de manera especial, al asesor de tesis ing. Gustavo Adolfo AYBAR ARRIOLA.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	3
III. METODOLOGÍA.....	8
3.1. Tipo y diseño de la Investigación.....	8
3.2. Variables y operalización.....	9
3.3. Población muestra y muestreo.....	9
3.4. Técnica e instrumentos.....	10
3.5. Procedimientos.....	11
3.5.1. Verificación de elementos estructurales y Peso de la edificación.....	16
3.5.2. Diseño de cimentación superficial de zapata aislada.....	22
3.5.3. Calculo de cimentación superficial de zapata combinada.....	40
3.5.4. Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación.....	53
3.5.5. Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado.....	71
IV. RESULTADO.....	72
V. DISCUSIONES.....	74
VI. CONCLUSIONES.....	77
VII. RECOMENDACIONES.....	78
REFERENCIAS.....	79
ANEXOS.....	83

## Índice de tablas

Tabla 3.1.	Tipos de columnas.....	18
Tabla 3.2.	Carga muerta de acuerdo a la norma e 0.20 cargas.....	18
Tabla 3.3.	Carga viva de acuerdo a la norma e 0.20 cargas.....	19
Tabla 3.4.	Caculo de área de columnas .....	20
Tabla 3.5.	Dimensiones de columnas .....	20
Tabla 3.6.	Verificación de sección de áreas de Columnas de la I.E.P. ....	20
Tabla 3.7.	Dimensiones de columnas .....	23
Tabla 3.8.	Peso unitario de cada Columna.....	23
Tabla 3.9.	Área de aceros comerciales.....	28
Tabla 3.10.	Peso unitario de cada Columna .....	41
Tabla 3.11.	Peso de carga muerta.....	53
Tabla 3.12.	Centros de gravedad.....	57
Tabla 3.13.	Capacidad admisible en columnas.....	61
Tabla 3.14.	Cargas totales mayoradas de columnas.....	63
Tabla 3.15.	Cargas admisibles de franjas con mayoracion.....	66
Tabla 4.1.	Dimensiones y características de las zapatas aisladas .....	72
Tabla 4.2.	Dimensiones y características de las zapatas combinadas.....	73

## Índice de figuras

Figura 3.1.	Plano de Ubicación .....	11
Figura 3.2.	Área de estudio .....	12
Figura 3.3.	Arquitectura Primer Nivel .....	13
Figura 3.4.	Arquitectura segundo nivel .....	14
Figura 3.5.	Arquitectura tercer nivel .....	15
Figura 3.6.	Distribución de áreas de columnas .....	19
Figura 3.7.	Distribución de columnas .....	21
Figura 3.8.	Registro de sondajes del ensayo SPT .....	22
Figura 3.9.	Dimensión de la Zapata Z-1 .....	25
Figura 3.10.	Diagrama de fuerza actuante .....	25
Figura 3.11.	Diagrama de cortante.....	25
Figura 3.12.	Diagrama de momentos.....	26
Figura 3.13.	Distribución de aceros en la zapata Z-1 .....	29
Figura 3.14.	Dimensión de la Zapata Z-2 .....	29
Figura 3.15.	Diagrama de fuerza actuante .....	30
Figura 3.16.	Diagrama de cortante.....	30
Figura 3.17.	Diagrama de momentos.....	31
Figura 3.18.	Distribución de aceros en la zapata Z-2 .....	32
Figura 3.19.	Dimensión de la Zapata Z-3 .....	33
Figura 3.20.	Diagrama de fuerza actuante .....	33
Figura 3.21.	Diagrama de cortante.....	34
Figura 3.22.	Diagrama de momentos.....	34
Figura 3.23.	Distribución de aceros en la zapata Z-3 .....	36
Figura 3.24.	Dimensión de la Zapata Z-4 .....	37
Figura 3.25.	Diagrama de fuerza actuante .....	37
Figura 3.26.	Diagrama de cortante.....	37
Figura 3.27.	Diagrama de momentos.....	38
Figura 3.28.	Distribución de aceros en la zapata Z-4 .....	39
Figura 3.29.	Distribución de zapatas combinadas .....	40
Figura 3.30.	Eje A-A análisis de zapata combinada. ....	41
Figura 3.31.	Distribución de fuerzas actuantes en la zapata combinada .....	41
Figura 3.32.	Diagrama de esfuerzos actuantes.....	42

Figura 3.33.	Área de contacto de la zapata combinada .....	43
Figura 3.34.	Diagrama de fuerzas cortantes .....	43
Figura 3.35.	Diagrama de momento flector .....	44
Figura 3.36.	Diagrama de momento flector .....	46
Figura 3.37.	Área de aceros mínimos y aceros requeridos por el método de cuantías	46
Figura 3.38.	Eje B-B análisis de zapata combinada. ....	47
Figura 3.39.	Distribución de fuerzas actuantes en la zapata combinada .....	47
Figura 3.40.	Fuerzas actuantes en la zapata combinada eje B-B .....	48
Figura 3.41.	Área de contacto de la zapata combinada .....	49
Figura 3.42.	Diagrama de fuerzas cortantes .....	49
Figura 3.43.	Diagrama de momento flector .....	49
Figura 3.44.	Diagrama de momento flector .....	52
Figura 3.45.	Área de aceros mínimos y aceros requeridos por el método de cuantías	52
Figura 3.46.	Áreas tributarias que soportan las columnas .....	54
Figura 3.47.	Distribución de Centro de gravedad.....	57
Figura 3.48.	Diagrama de Presiones en Xcp.....	58
Figura 3.49.	Diagrama de Presiones en Ycp.....	58
Figura 3.50.	Centros de gravedad respecto a las columnas .....	62
Figura 3.51.	Análisis de franjas dirección x .....	64
Figura 3.52.	Análisis de franja análisis Y .....	65
Figura 3.53.	Diagrama de esfuerzos actuantes en la franja F2X .....	67
Figura 3.54.	Diagrama de esfuerzos cortantes .....	67
Figura 3.55.	Distribución de aceros en la losa de cimentación .....	70

## Resumen

El presente trabajo de investigación titulado: Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 tiene como objetivo determinar el diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno., como metodología se aplicó el método científico del tipo aplicado, del nivel explicativo y diseño cuasi experimental.

Los resultados obtenidos se diseñó las zapatas aisladas, en las cuales se consideró el metrado de cargas de la I.E.P. distribuidos a las columnas por medio del área tributaria y de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos se pudo obtener la capacidad carga ultima y la capacidad admisible que es de 0.68 kg/cm, el diseño de las zapatas combinadas se calculó en base a las columnas más próximas que son en el los ejes A-A, B-B y también ejes 5-5 y 7-7 ya que las columnas en estas direcciones presentan menores distancias entre sí, donde calculo las zapatas combinadas en los ejes más críticos los cuales son ejes A-A y B-B de acuerdo diseño y la configuración estructural de la I.E.P Miguel Grau. Se pudo calcular las dimensiones de la losa de cimentación analizando la excentricidad se pudo calcular el espesor efectivo de losa igual a 55 cm y la altura  $d = 0.50$  con un área de acero de 63.52 cm<sup>2</sup>.

La investigación muestra como conclusión para la cimentación más adecuada de la I.E.P. Miguel Grau está la losa de cimentación que presenta una distribución de cargas por franjas, así mismo un espesor total de 55 cm con un área de acero igual a 38.11 que es más adecuado y el diseño mismo tiene mejor comportamiento estructural.

Palabras claves: momentos últimos, capacidad portante, esfuerzo cortante, diagramas de cortantes, área de acero.

## Abstract

The present research work entitled: Structural design of the most suitable superficial foundation in the IEP. Miguel Grau of the city of Puno 2022 aims to determine the most appropriate structural design of the superficial foundation in the IEP. Miguel Grau from the city of Puno., As a methodology, the scientific method of the applied type, of the explanatory level and quasi-experimental design was applied.

The results obtained isolated footings were designed, in which the load metering of the I.E.P. distributed to the columns through the tributary area and according to the soil mechanics test it was possible to obtain the ultimate load capacity and the admissible capacity that is 0.68 kg/cm, the design of the combined footings was calculated based on the columns closer than they are in the axes A-A, B-B and also axes 5-5 and 7-7 since the columns in these directions have smaller distances from each other, where I calculate the combined footings in the most critical axes which are axes A-A and B-B according to the design and structural configuration of the I.E.P Miguel Grau. It was possible to calculate the dimensions of the foundation slab by analyzing the eccentricity, it was possible to calculate the effective thickness of the slab equal to 55 cm and the height  $d = 0.50$  with a steel area of 63.52 cm<sup>2</sup>.

The investigation shows as a conclusion for the most adequate foundation of the I.E.P. Miguel Grau is the foundation slab that presents a distribution of loads by strips, likewise a total thickness of 55 cm with a steel area equal to 38.11, which is more adequate and the design itself has better structural behavior.

Keywords: ultimate moments, bearing capacity, shear stress, shear diagrams, steel area.

## I. INTRODUCCIÓN

El presente tema de investigación titulado “Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022” tiene como objetivo el Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno mediante las zapatas aisladas, zapatas combinadas y losas de cimentación.

También se tiene a nivel internacional la necesidad de construir edificaciones de todo tipo, para el cual muchas de estas no presentan condiciones estructurales de diseño adecuadas, según el autor Larraga y Guerron (2018) también describe como problema internacional más importante son el tipo de suelo donde se encuentra las viviendas, en la ciudad de Quito el tipo de suelo que se ha encontrado es muy denso por lo que sufren las estructuras asentamiento considerables.

A nivel Nacional también se tiene que para edificaciones las cimentaciones más comunes son de tipo de zapatas aisladas en su gran mayoría, a su vez según el autor Bustamante y Sánchez (2021) los problemas en edificaciones se dan en las cimentaciones a nivel nacional tienden a sufrir fallas por corte cuando no es adecuado el dimensionamiento de la estructura y afecta en toda la edificación se sugiere utilizar dos software como el Cype y el Prota Structure para el diseño de Zapatas Aisladas

Examinando la realidad como planteamiento problemático es preciso, considerar como **problema general**: ¿Cuál es el Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?, Como **problemas específicos**; **la primera** ¿Cómo Diseñar la cimentación superficial de zapata aislada más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?, **La segunda** ¿Cómo Diseñar la cimentación superficial de zapata combinada más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?: y **la tercera** ¿Cómo Diseñar la cimentación

superficial de losa de cimentación más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?

De igual manera los procedimientos del análisis de investigación se da mediante la **justificación del problema** desde un plano teórico, la investigación tiene como base Teórica Tesis también las NTE, ensayos, libros, artículos de investigación de manera **práctica** los procedimientos son cuantificación y reunidos en el área de estudio a su vez, la **metodología** será aplicado mediante la observación directa y se empleara softwares para sus resultados

Como **objetivo general** se determinó el diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022, como objetos **específicos: la primera**, diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022, **la segunda**, cálculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 y **la tercera** diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.

Así mismo se tiene la **hipótesis general**: mediante el diseño de cimentaciones superficiales el comportamiento estructural de la IEP. Miguel Grau será más adecuado; **la primera**, de acuerdo a la capacidad portante del suelo la zapata aislada será más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022, **la segunda**, mediante las zapatas combinadas mejorara el comportamiento estructural de la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 considerablemente y **la tercera**, mediante la losa de cimentación disminuirá considerablemente el asentamiento diferencial en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 considerablemente.

## II. MARCO TEÓRICO

Teniendo como base los **antecedentes nacionales** al autor Teniente (2016) en su tesis **titulado** “Análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta” como **objetivo** fijo determinar el grado de desempeño de la capacidad admisible por los métodos Terzagui y Meyerhof para el diseño de cimentaciones superficiales, según las características de suelo aplicando una **metodología** de Investigación no experimental el donde obtuvo los siguientes **resultados** mediante el método de Terzagui para las cimentaciones cuadradas obtuvo la capacidad de carga admisible ultima de 284558.96 Kg/m<sup>2</sup> y una capacidad de carga admisible de 94852 Kg/m<sup>2</sup>, Finalmente, fija como **conclusiones** se observa que varía para cada zona los aplicando el método de Meyerhof son mayores al de Terzagui por esto consiguiente se tomaran mayores factores de seguridad.

Continuando se tiene el **Autor** Chalco y Olivos (2019) con la tesis de post grado **titulado** “estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio Oasis, distrito de Paracas – Pisco – Ica – Perú” fijo como **objetivos** realizar el estudio geotécnico y presentar las propuestas de diseño de cimentaciones superficiales, aplicando una **metodología** descriptiva donde obtuvo los siguientes **resultados** para cimentaciones cuadradas con una capacidad de carga ultima 92.87 ton/m<sup>2</sup> y una capacidad de carga admisible de 30.96 ton/m<sup>2</sup> a una profundidad de Df.= 1.2 m, así mismo como **Conclusión** describe que será necesario un análisis por desempeño de la edificación para el cálculo de cimentaciones.

A su vez se tienes al **autor** Morales (2018) con la tesis **titulado** “Alternativas de cimentaciones superficiales para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial” para lo cual tiene como **objetivo** Proponer y determinar la cimentación superficial más adecuada para asentamientos diferenciales en edificaciones aplicando una **metodología** explicativa el cual

obtuvo los siguientes **resultados** para diseñar se seleccionara el más favorable la capacidad admisible de 39.00 ton/m<sup>2</sup> y una profundidad de 1.5 m. obteniendo una **conclusión** que las zapatas combinadas y conectadas presentan mejor desempeño para este tipo de suelos con asentamiento diferencial.

Seguidamente se tiene como **autor** Vigil (2019) con el artículo de investigación titulado "Evaluación de la capacidad portante de los suelos para cimentaciones superficiales de la zona urbana de la localidad de Caspizapa, provincia de Picota, región de San Martín" teniendo como **objetivo** a elaborar un mapa de zonificación y conocer el comportamiento del suelo para evitar posibles inconvenientes en el futuro. Para hacer los estudios se tuvo en cuenta la norma E050 del Reglamento Nacional de Edificaciones mediante la **metodología** de diseño cuasi experimental obtuvo como **resultados** la capacidad de carga última igual a 3.428 Kg/cm<sup>2</sup> y capacidad de carga admisible es 1.143 Kg/cm<sup>2</sup> con una **conclusión** se realizó los planos de zonificación que muestran las propiedades de cada tipo de suelo para sus futuros diseños de edificaciones.

También nos indica el autor Altamirano y Dávila (2019) en el artículo **titulado** Influencia del nivel freático en la determinación de la capacidad portante de suelos en cimentaciones superficiales de la localidad de Pucacaca provincia de Picota región San Martín tiene como **objetivo** definir los parámetros del nivel freático en el comportamiento de la capacidad portante aplicando una **metodología** de diseño cuasi experimental de campo teniendo los **resultados** de Capacidad de Infiltración (min/cm) 25.00 (lt/m<sup>2</sup>/día) 5.87 el cual tiene como **conclusión** que los resultados obtenidos son solo válidos para el lugar estudiado.

Como **antecedentes internacionales** se tiene al **Autor** Vega y Moncada (2016) tesis **Titulado** "validación de patologías de cimentaciones superficiales" de la Universidad Piloto de Colombia, programa de Ingeniería Civil, teniendo como **objetivo** validar las patologías de cimentaciones

superficiales para lo cual ha utilizado la **Metodología** de investigación correlacional el cual muestran los siguientes **resultados** mediante la aplicación de micro pilotes presenta mejor desempeño estructural frente a zapatas el cual tiene como **conclusión** los micro pilotes distribuyen adecuadamente las cargas hacia el suelo a comparación de las zapatas.

Seguidamente se revisó según el Autor Turcios (2020) tesis **titulado** “Comparación de diseño estructural para cimentaciones superficiales utilizando el método rígido convencional y el método Winkler por elementos finitos” del Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción, en donde tiene como **objetivo** analizar el diseño de cimentaciones superficiales con la interacción suelo estructura (Winkler) y (Rígido convencional) utilizando la siguiente **metodologías** en donde considera la interacción suelo-estructura (Winkler) y otra que no considera la interacción suelo-estructura (Rígido convencional). Para los suelos se supone uno con capacidad admisible baja (10Ton/m<sup>2</sup>) y otro con una capacidad admisible alta (30 Ton/m<sup>2</sup>). En la presente tesis muestra el **Resultado**, al momento de realizar el análisis de las cimentaciones para edificios 4 o 5 pisos de altura, ya sea en suelo de baja o alta capacidad soportante, es recomendable usar el método de interacción suelo estructura (ISE). Debido a que los esfuerzos de cortantes obtenidos por el método rígido convencional tienden a ser considerablemente altos (> 100000 kg) y presentan valores mayores de alrededor de un 15% y 30% con respecto a los obtenidos por el método ISE. Por tanto, estos influyen en el incremento significativo de los costos de construcción para las cimentaciones por causa de las propias características de la metodología (convencional rígido). Finalmente llego a la siguiente **conclusión** que para el diseño de zapatas aisladas de secciones cuadras los esfuerzos de corte en la parte superior e inferior son mayores en relación al método (ISE) comparando al método rígido convencional.

Finalmente según el autor Velandia y Veloza (2016) tesis **titulado** “Análisis del comportamiento del suelo de cimentación de edificaciones pequeñas, sometidas a incrementos de esfuerzos generados por construcciones vecinas de mayor tamaño” Universidad de Santo Tomas, Ingeniería Civil – Bogotá, en

donde su **objetivo** es Determinar el desempeño del suelo y la cimentación bajo incrementos de esfuerzos a causa de construcciones de mayor tamaño cercanas a la edificación de estudio y su **metodología** explicativa el cual obtuvo como **Resultados** se calcularon de acuerdo a los asentamientos en 20 años, 30 años, y 50 años **conclusión** el uso del software PLAXIS 2D, es adecuado para el comportamiento del suelo frente a las cimentaciones.

Así mismo se tiene teorías relacionadas al tema los siguientes

**Zapatas aisladas** de acuerdo al autor Chalco y Olivos (2019) son cargas axiales que se transmiten a través de cada columna hacia el suelo.

**Zapatas superficiales** Según el autor Ureta y Olarte (2019) define como elementos estructurales poco profundas del suelo que debe ser adecuado y resistente para soportar cargas poco pesadas.

**Esfuerzo cortante** Según el autor Roa y Vidal (2019) describen que la cimentación se da cuando las cargas axiales son mayores a las que la cimentación soporta.

**Capacidad última** Según el autor Beltran y Diaz (2018) nos indica que es la falla por corte del suelo donde las cargas recibidas producen fallas en el suelo mediante la cimentación.

**Zapatas combinadas** Según el autor Rodriguez (2015) da a conocer que son la unión de dos a más zapatas aisladas unidas entre sí mediante vigas de cimentación para soportar cargas directas e indirectas.

**Losa de cimentación** Según el autor Guillen y Janqui (2016) son elementos estructurales que todas las columnas reposan sobre ella para soportar todas las cargas de toda la estructura de una edificación reduciendo considerablemente el asentamiento.

**Esfuerzo ultimo** Según el autor Cañi y Gómez (2018) es la carga máxima que soporta el terreno respecto al área de cimentación.

**Esfuerzo efectivo** Según el autor Ortiz (2018) es el esfuerzo total en dichas direcciones y la presión del suelo saturado por agua.

**Institución educativa** Según el autor Martínez y Livigston (2018) Es una edificación de categoría esencial para la Educación.

**Cimentaciones superficiales** Según el autor Solórzano (2021) son tipos de cimentaciones que se encargan de transmitir cargas axiales hacia el suelo y no son profundas.

**Momento de flexión** de acuerdo al autor Lemes et al (2018) define como la distribución de tensiones sobre un plano perpendicular al eje, que genera una flexión sobre un material.

**Predimensionamiento** que el autor Grider et al (1999) el proceso que estima las dimensiones iniciales de los elementos estructurales, lo que permite que estos puedan ser analizados y verificados.

**Parámetros sísmicos** que el autor Alenas et al (2014) describe como procedimientos combinados en ingeniería sísmica, a su vez el autor Dzierwonski et al (1981) es el conjunto de parámetros que representa los valores iniciales de un procedimiento.

### **III. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo y diseño de la Investigación**

##### **3.1.1. Método Científico**

De acuerdo a Graciela et al (2018) define el método científico es la secuencia de procedimientos que debemos de alcanzar, de la cual caben los usos y redes más específicos sistematizados para una relación de comportamientos.

Se inició con la observación directa de ahí se procederá al análisis y cálculo de las cimentaciones superficiales de la I.E.P. Miguel Grau.

##### **3.1.2. Tipo aplicada**

Así mismo Huapaya et al (2018) explica que mediante el tipo aplicado los conocimientos y procesos de sus resultados permiten solucionar problemas.

Se aplicará teorías respecto a la capacidad admisible y capacidad de carga ultima para determinar las dimensiones de las cimentaciones superficiales.

##### **3.1.3. Nivel explicativo**

Según Hernández et al (2014) consiste en bases teóricas que demuestren procedimientos los cuales predicen comportamientos.

De acuerdo a lo descrito es del nivel explicativo ya que explica el diseño de cimentaciones más adecuado para la I.E.P. Miguel Grau.

##### **3.1.4. Diseño Cuasi experimental**

Según Cruz et al (2014) consisten en un conjunto de ensayos de laboratorio que están dados de manera seleccionada para verificar variables o dimensiones.

Para el procesamiento de cálculos, previamente se requiere de datos obtenidos por ensayos de laboratorio el cual dará sustento a los valores y factores considerados.

### **3.2. Variables y operacionalización**

#### **3.2.1. Variable 1: Institución Educativa**

##### **a. Definición conceptual**

Según Manrique y Palomino (2011) Las instituciones educativas son de principal categoría el cual presenta servicios de educación.

##### **b. Definición operacional**

La variable 1: Institución Educativa tiene como dimensiones, D1 sistema estructural que así mismo presentan sus indicadores.

#### **3.2.2. Variable 2: Cimentaciones superficiales**

##### **a. Definición conceptual**

Según Medina (2011) describe que son sistemas cuyos elementos principales trabajan para transmitir cargas axiales hacia el suelo de fundación.

##### **b. Definición operacional**

La variable 1: Cimentaciones superficiales tiene como dimensiones D1: zapatas aisladas, D2: zapatas combinadas, D3: losas de cimentación, donde cada uno presenta sus indicadores respectivos.

### **3.3. Población muestra y muestreo**

#### **3.3.1. Población**

Según Niño (2011) la población es un conjunto de datos agrupados con una relación que se pueden identificar en un área de provecho para ser origen de estudio.

La población está conformada por la I.E.P. Miguel Grau.

#### **3.3.2. Muestra**

Según Méndez et al (1996) describe que es una fracción pequeña principio de un conjunto de características de dicha muestra es la parte más representativa del análisis de una investigación.

La muestra está conformado por uno de los pabellones de la I.E.P. Miguel Grau.

### **3.3.3. Muestreo**

Según Suca (2014) es la selección de muestras para su estudio de acuerdo a sus características o sus cualidades.

Se empleó el muestreo no probabilístico, como parte del muestreo se tomó el Pabellón II de la I.E.P. Miguel Grau.

### **3.4. Técnica e instrumentos**

Según Sánchez et al (2018) para los proyectos de exploración en ingeniería todos los métodos y procedimientos son adecuadamente recolectados para su investigación.

Se aplicó la observación directa para la recopilación de la información

#### **3.4.1. Validez**

Las variables así como sus dimensiones son verificados por especialistas en la materia para su validez Rodríguez et al (2018) define como la validez del planteamiento previo al estudio de investigación.

#### **3.4.2. Confiabilidad**

La confiabilidad está dada por la confiabilidad de los datos y la valides que está en niveles de fiabilidad y Quero (2010) describe como la seguridad del planteamiento de la investigación

### 3.5. Procedimientos

#### Descripción del Área de Estudio

La Institución Educativa está ubicada en la ciudad de Puno, dentro de la Zona 19L con coordenadas Este: 390364.00, Coordenadas Norte: 8248598.00 a una altitud de 3836 m.s.n.m.

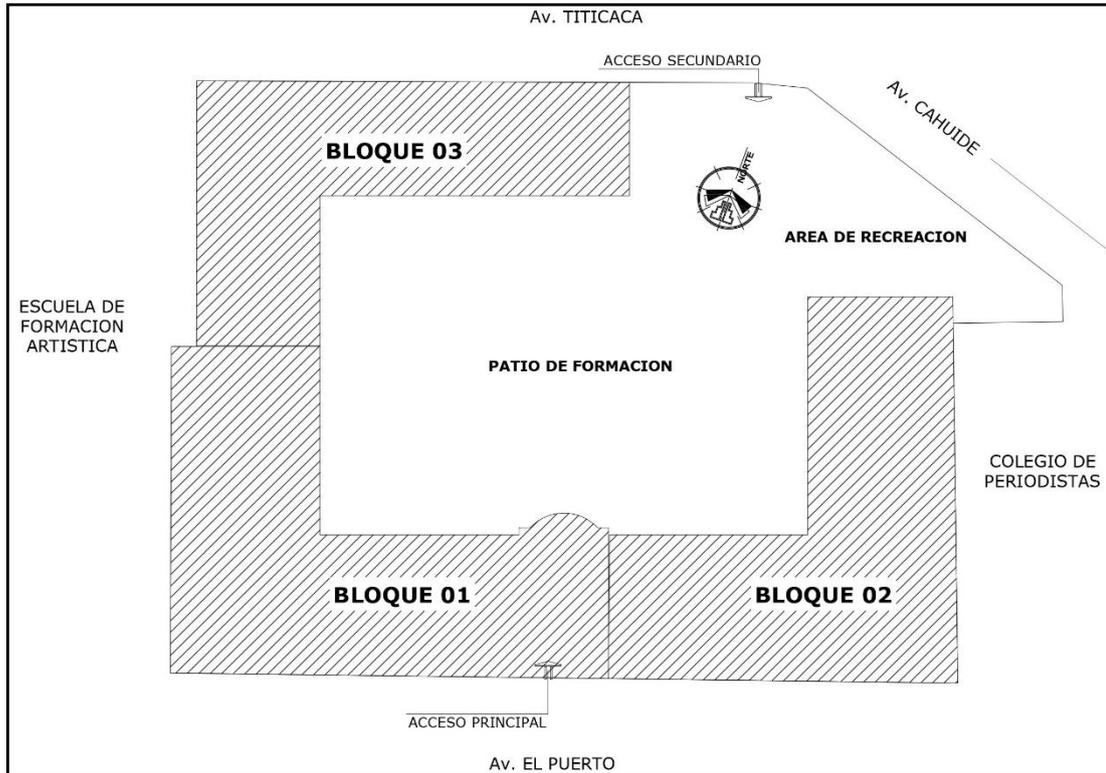
Cuenta con un Área de 2684.47 m<sup>2</sup> y un Perímetro de 217.14m

Figura 3.1. Plano de Ubicación



Fuente: Elaboración Propia

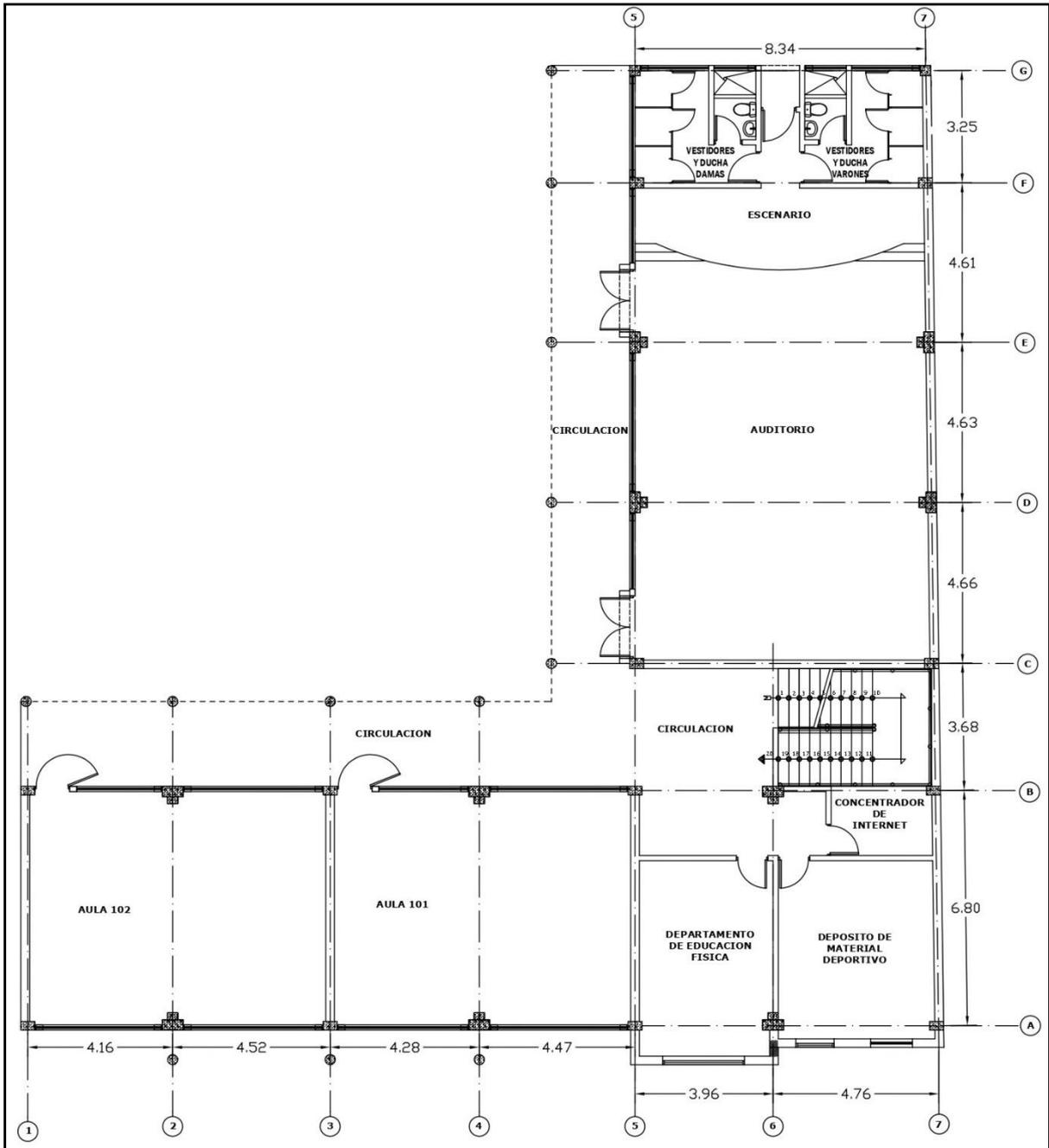
Figura 3.2. Área de estudio



**Fuente:** Elaboración Propia

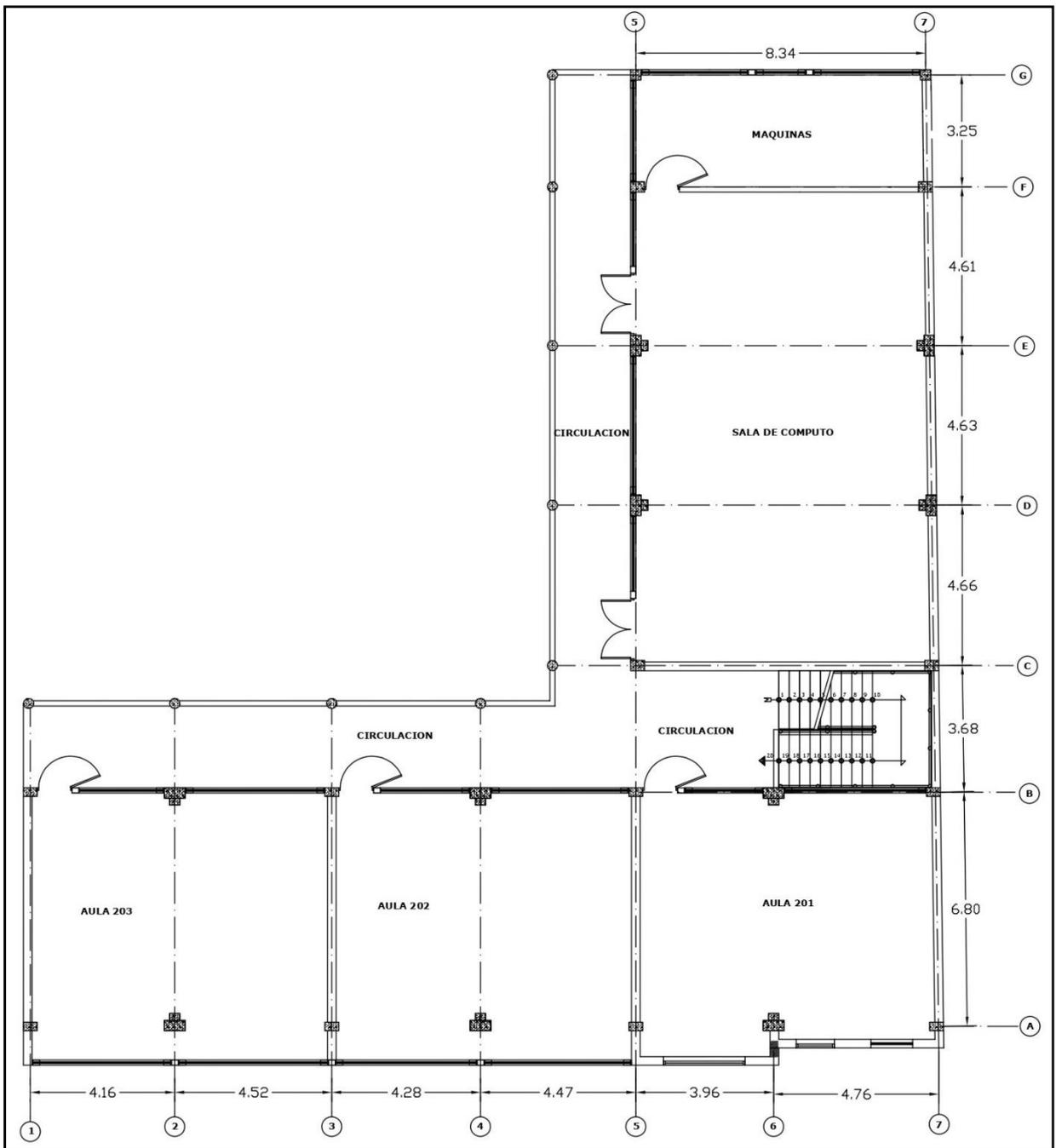
Del cual la muestra que se considerara está conformado por el Pabellón del Bloque N° 02, el cual presenta la siguiente arquitectura es el pabellón más crítico, el cual presenta diversas fallas estructurales.

Figura 3.3. Arquitectura Primer Nivel



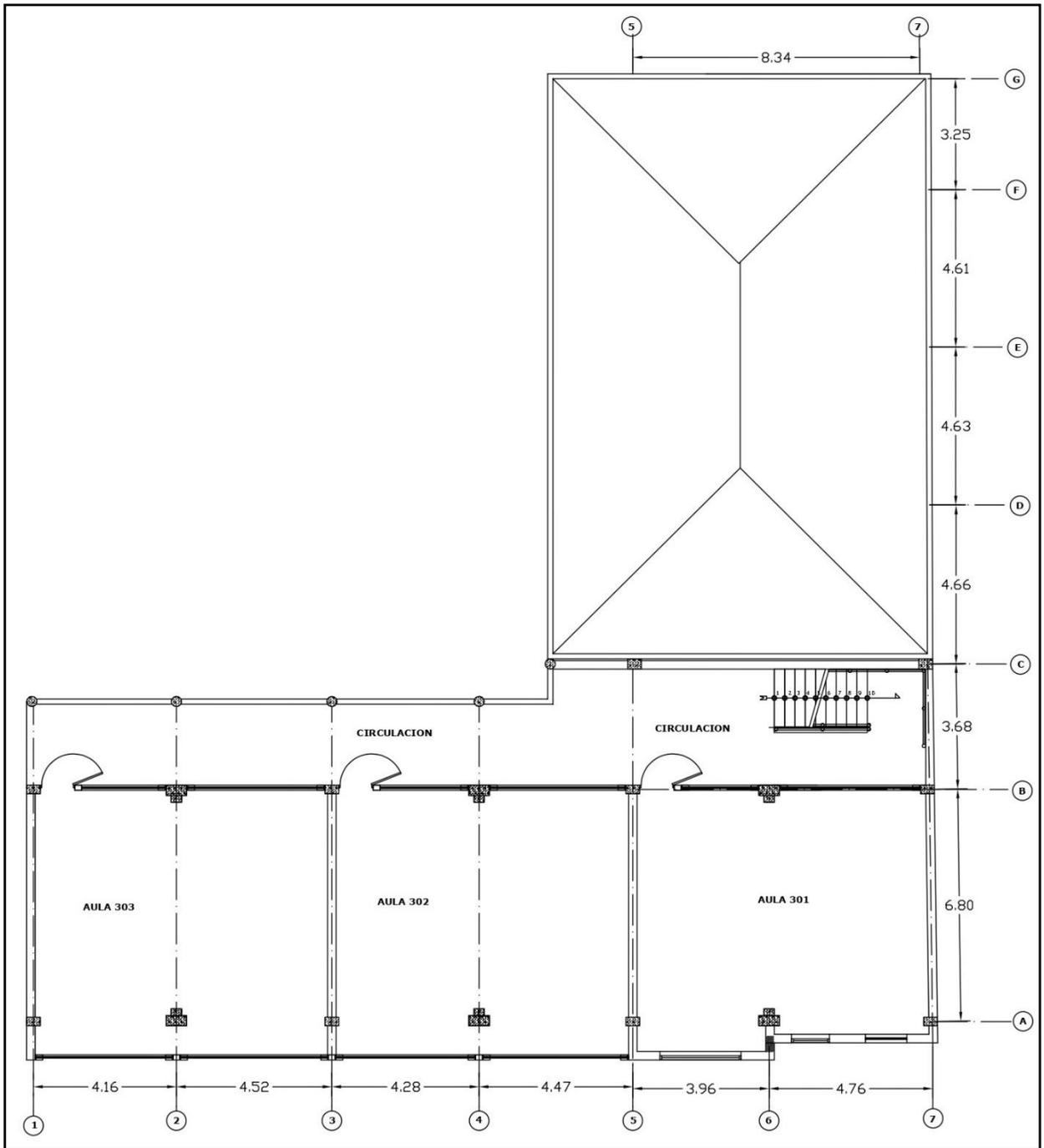
Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.4. Arquitectura segundo nivel



Fuente: Elaboración Propia

Figura 3.5. Arquitectura tercer nivel



Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.1. Verificación de elementos estructurales y Peso de la edificación

#### Verificación de Elementos Estructurales

##### Predimensionamiento

Se procedió a verificar los elementos estructurales de acuerdo al ACI (2014) las N.T.P de edificaciones.

##### Losa Aligerada

Se asumirá la luz crítica en el sentido del armado de la losa.

$$h = \frac{L}{18} \quad ; \quad h = \frac{L}{25}$$

Donde:

H: Espesor o altura.

L: luz más crítica.

Se promediaran los resultados.

L= 4.76 m

$$h = \frac{4.76}{18} = 0.26 \quad ; \quad h = \frac{4.76}{25} = 0.19$$

$$h = \frac{0.26 + 0.19}{2}$$

$$h = 0.225 \text{ m} = 25\text{cm}$$

Asumimos: h= 0.25 m.

##### Predimensionamiento en vigas principales

Considerando la luz máxima libre 8.34 m se tiene:

$$H_{vp} = \frac{L}{9} \quad ; \quad H_{vp} = \frac{L}{12}$$

Donde:

Hvp = Altura de viga principal

L= luz más crítica de la viga y por ser viga principal se mide desde el eje de las columnas.

$$H_{vp} = \frac{8.31}{9} = 0.926 \quad ; \quad H_{vp} = \frac{8.31}{12} = 0.69$$

$$H_{vp} = \frac{0.926 + 0.69}{2}$$

$$H_{vp} = 0.80 \text{ m} = 80 \text{ cm.}$$

Asumimos:  $H_{vp} = 0.80 \text{ m}$

$$B_{vp} = \frac{2}{3} H_{vp}$$

$$B_{vp} = \frac{2}{3} * 0.80 = 0.53$$

Asumimos  $B_{vp} = 0.50 \text{ m}$

La dimensión final:  $0.80 \times 0.50 \text{ m}$

### **Predimensionamiento en vigas secundarias**

Se recomienda utilizar la relación siguiente:

$$H_{vs} = \frac{L}{14}$$

Donde:

$H_{vs}$  = Altura de viga secundaria.

$L$  = luz más crítica

$$H_{vs} = \frac{4.76}{14} = 0.34 \text{ m}$$

Por lo tanto,  $H_{vs} = 0.35 \text{ m}$ .

Para pre dimensionar la base de las vigas secundarias:

$$B_{vs} = \frac{H_{vs}}{2}$$

$$B_{vs} = \frac{0.35}{2} = 0.175$$

Por lo tanto asumimos  $B_{vs} = 0.20$

$V_s = 0.35 \times 0.20$

### Predimensionamiento en columnas

De acuerdo a normas japonesas se determina el área de concreto en relación al peso y factores de seguridad..

$$bd = \frac{Pn}{n f'c}$$

Donde:

b = distancia menor de la columna

d = distancia mayor de la columna

Pn = Peso Ultimo que soporta la columna

n = factor

f'c = resistencia del concreto

Tabla 3.1. Tipos de columnas

TIPO	DESCRIPCION	n	Pn
C1 :	Centrales primeros pisos	0,30	1,10 PG
C1 :	Centrales mayor a 4 pisos	0,25	1,10 PG
C2, C3 :	Exteriores	0,25	1,25 PG
C4 :	Esquinas	0,20	1,50 PG

Fuente: Norma Japonesa

Tabla 3.2. Carga muerta de acuerdo a la norma e 0.20 cargas

Cargas	1 Nivel	2 Nivel	3 Nivel	∑ (kg/m2)
Losa 25 cm	350	350	350	1050
Vigas	100	100	100	300
Acabados	100	100	100	300
Columna	60	60	60	180
			Total	1830 kg/m2

Para el metrado de cargas de acuerdo a la categoría de la Edificación se tiene que de acuerdo a la Norma E0.20

S/C Aulas = 250 kg/m2

S/C Corredores y escaleras = 400 kg/m2

S/C Auditorios = 400 kg/m2

Para el cual se considera una participación de Sobre cargas (S/C) de 350 kg/m<sup>2</sup>

Tabla 3.3. Carga viva de acuerdo a la norma e 0.20 cargas

Cargas	1 Nivel	2 Nivel	3 Nivel	Σ (kg/m <sup>2</sup> )
S/C	350	350	350	1050
			Total	1050 kg/m <sup>2</sup>

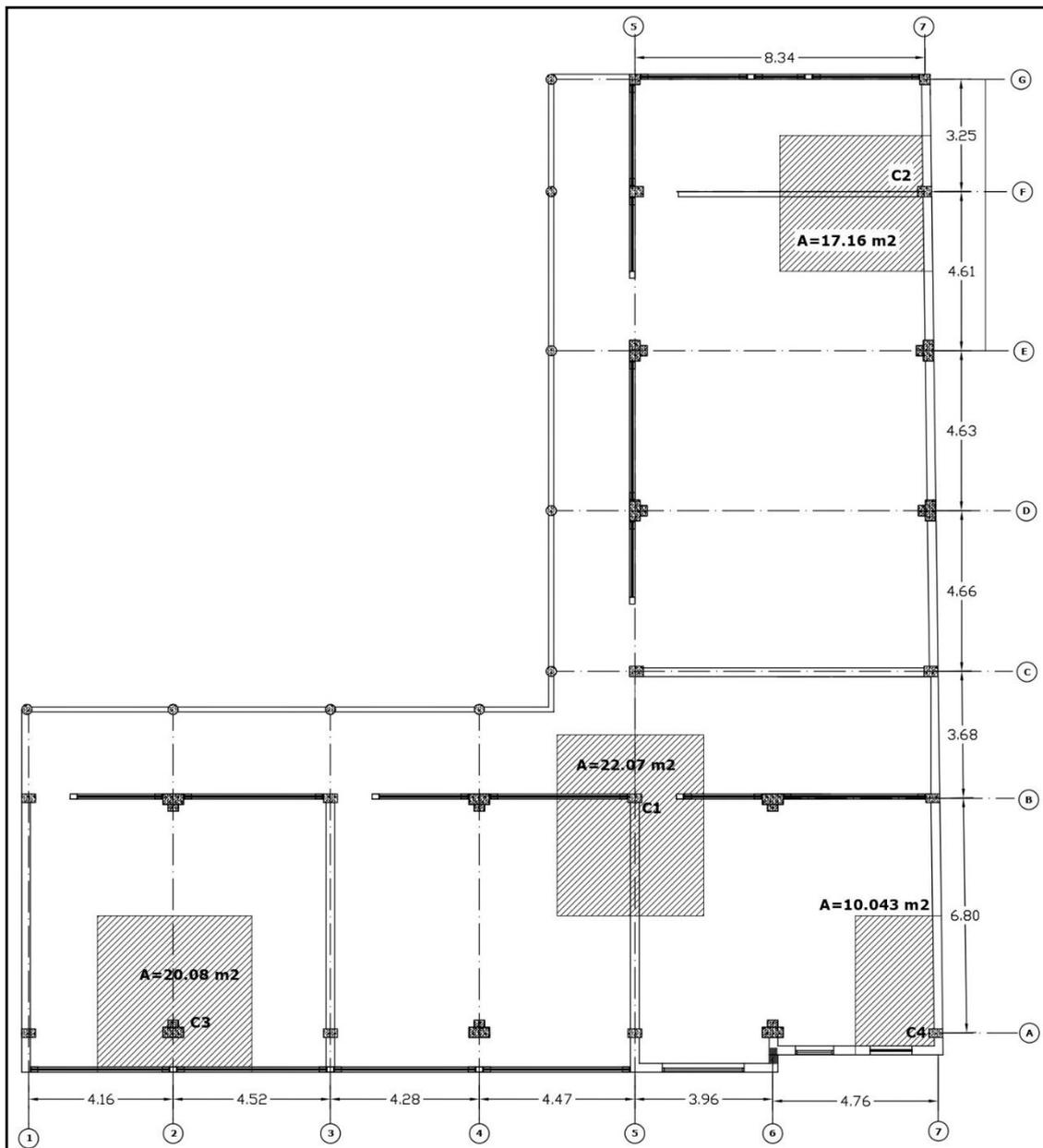
Fuente: Elaboración propia

$$P_n = (CM + CV)$$

$$P = (1830 + 1050)$$

$$P = 2880 \frac{kg}{m^2}$$

Figura 3.6. Distribución de áreas de columnas



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 3.4. Caculo de área de columnas

Columna	P (kg/m <sup>2</sup> )	At (m <sup>2</sup> )	Pg (kg)	F	n	f'c (kg/cm <sup>2</sup> )	bx d (cm <sup>2</sup> )
C1	2880	22.07	63531.6	1.10	0.30	210	1109.81
C2	2880	17.16	49420.8	1.25	0.25	210	1176.69
C3	2880	20.08	57830.4	1.25	0.25	210	1376.91
C4	2880	10.04	28915.2	1.50	0.20	210	1032.69

$$bd_{c1} = \frac{63531.6 * 1.10}{0.30 * 210} = 1109.28 \text{ cm}^2$$

$$bd_{c1} = 1109.28 \text{ cm}^2$$

Tabla 3.5. Dimensiones de columnas

Columna	bx d (cm <sup>2</sup> )	b (cm)	d (cm)	dimensiones
C1	1109.81	35	31.71	(35x35)
C2	1176.69	35	33.62	(35x35)
C3	1376.91	35	39.34	(35x40)
C4	1032.69	30	34.42	(30x35)

Fuente: Elaboración Propia

$$d = \frac{1109.81}{35} = 31.70$$

$$d = 31.70$$

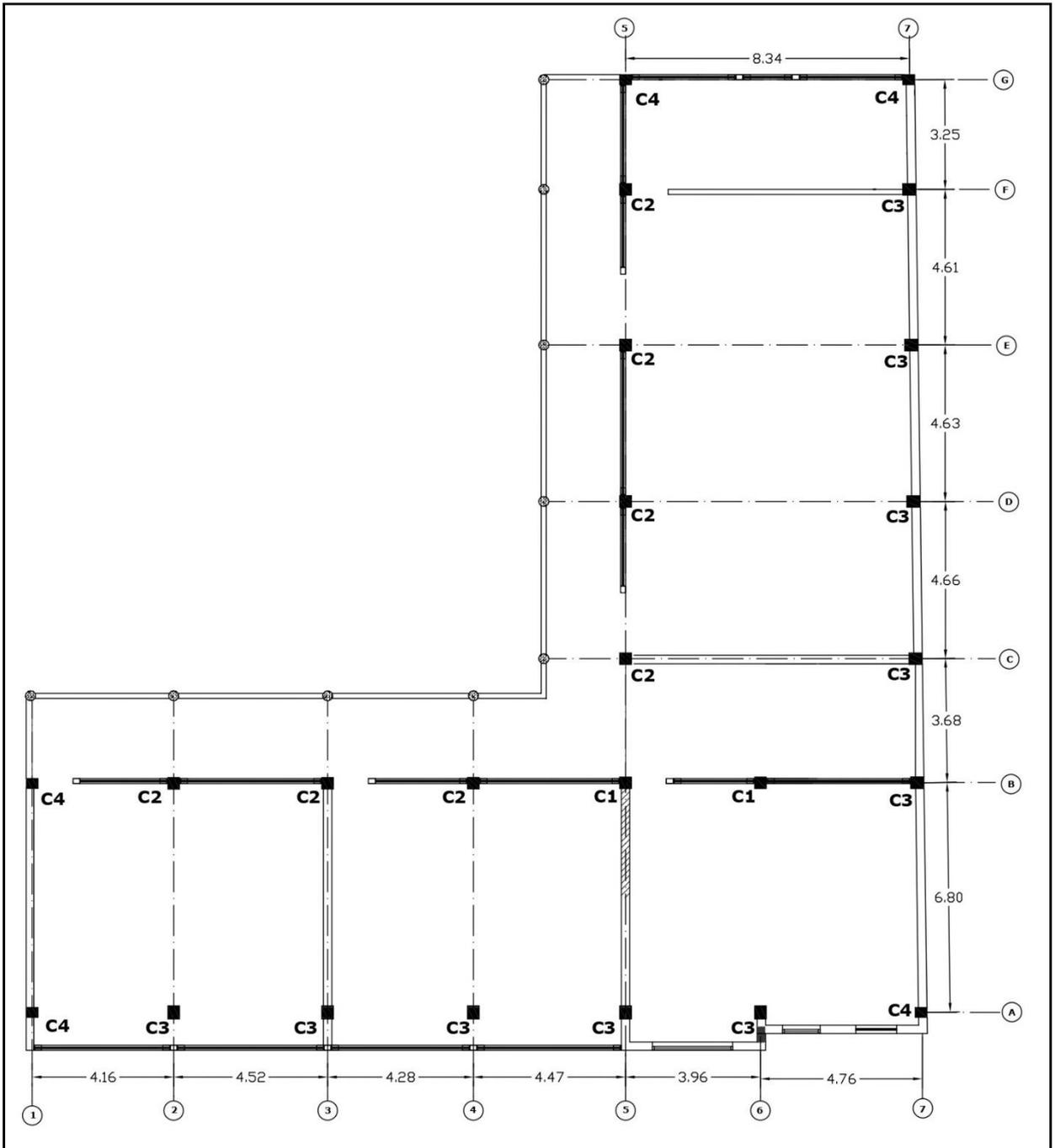
Tabla 3.6. Verificación de sección de áreas de Columnas de la I.E.P.

Columna	Sección	Área Construida (cm <sup>2</sup> )	Área Diseñada (cm <sup>2</sup> )	Diferencia (cm <sup>2</sup> )
C1	(0.25x0.40)	1000	1109.81	109.81
C2	(0.30x0.40)	1200	1176.69	-23.31
C3	T (0.3x0.2) + (0.6x0.3)	2400	1376.91	-1023.09
C4	(0.25x0.40)	1000	1032.69	32.69

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a los cálculos obtenidos se puede apreciar una diferencia considerable entre el área de la sección construida de las columnas y las que se diseñó, para el cálculo y análisis de las zapatas se considerara la sección de las columnas Diseñadas en este trabajo de investigación.

Figura 3.7. Distribución de columnas



Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

De los resultados obtenidos del ensayo con SPT de acuerdo a la Norma Técnica Peruana 339 (ASTM D 2488) (2017) se pudo determinar la capacidad de carga del suelo, con el cual se procede a diseñar las zapatas aisladas.

#### Área de contactos efectivo de cada columna

$$A = \frac{P}{\gamma}$$

Donde:

A = Área

P = Peso o fuerza axial que resisten las columnas

$\gamma$  = Capacidad de carga o capacidad portante del suelo

Figura 3.8. Registro de sondajes del ensayo SPT

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES				
				N SPT	$\phi$ (°) suelo Cohesivo	c (Kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	qu kg/cm2	qadm kg/cm2
0.15	[Simbolo de Grava Arcillosa con Arena]	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	23	42	0.86	1.73	0.575
0.30								
0.45	[Simbolo de Grava Arcillosa con Arena]	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	29	44	1.09	2.18	0.726
0.60								
0.75	[Simbolo de Grava Pobrememente Gradada con Arcilla y Arena]	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARCILLA Y ARENA	GP - GC	28	44	1.03	2.07	0.690
0.90								
1.05	[Simbolo de Grava Pobrememente Gradada con Limo y Arena]	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP - GM	62	55	2.33	4.66	1.552
1.20								
1.35	[Simbolo de Arena Arcillosa con Grava]	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	SC	28	44	1.03	2.07	0.690
1.50								
1.65	[Simbolo de Arena Limosa con Grava]	ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM	15	37	0.56	1.11	0.370
1.80								
1.95	[Simbolo de Arena Limosa]	ARENA LIMOSA	SM	7	37	0.28	0.56	0.185
2.10								
2.25								
2.40								
2.55								
2.70								
2.85								
3.00								
3.15								

Fuente: Elaboración propia

La capacidad portante del suelo está en función a la capacidad de carga última sobre el factor de seguridad, para el cual el valor del factor de seguridad es tres, para este trabajo de investigación asumiremos la capacidad promedio.

$$\gamma_1 = \frac{q_u}{3} = \frac{1.73}{3} = 0.576$$

$$\gamma_{prom} = \frac{0.575 + 0.726 + 0.690 + 1.552 + 0.690 + 0.370 + 0.185}{7} = 0.68$$

$$\gamma = 0.68 \text{ kg/cm}^2$$

la capacidad portante es  $\gamma = 0.68 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo a la sección y a las cargas axiales que soporta cada una de la edificación se determinó el área de contacto de cada zapata, correspondiente a cada tipo de columna

Tabla 3.7. Dimensiones de columnas

Columna	bx d (cm <sup>2</sup> )	b (cm)	d (cm)	dimensiones
C1	1109.81	35	31.71	(35x35)
C2	1176.69	35	33.62	(35x35)
C3	1376.91	35	39.34	(35x40)
C4	1032.69	30	34.42	(30x35)

Fuente: Elaboración Propia

Así mismo se tiene los pesos unitarios totales de cada tipo de columna a analizar para el diseño de las zapatas aisladas.

Tabla 3.8. Peso unitario de cada Columna

Columna	P (kg/m <sup>2</sup> )	At (m <sup>2</sup> )	Pg (kg)
C1	2880	22.07	63531.6
C2	2880	17.16	49420.8
C3	2880	20.08	57830.4
C4	2880	10.04	28915.2

Fuente: Elaboración Propia

$$A1 = \frac{63531.6 \text{ kg}}{0.68 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}} = 93428.82 \text{ cm}^2$$

$$A1 = 9.34 \text{ m}^2$$

Área de contacto de la zapata requerido de acuerdo a la capacidad portante del suelo para su diseño, para cada tipo de columna.

$$A1 = 9.34 \text{ m}^2$$

$$A2 = 7.26 \text{ m}^2$$

$$A3 = 8.50 \text{ m}^2$$

$$A4 = 4.25 \text{ m}^2$$

### **Dimensiones de la zapata**

Se dimensionara la zapata de acuerdo a la ubicación de cada columna para la siguiente zapata se dimensionara de geometría cuadrada que está dispuesta por la siguiente formula

$$L = \sqrt{A}$$

Donde:

L= longitud de lado de la zapata

A = Área de la zapata

$$L = \sqrt{A}$$

$$L_1 = \sqrt{9.34}$$

$$L_1 = 3.06 \text{ m}$$

Donde asumimos  $L1 = 3.1 \text{ m}$

$$L2 = 2.7 \text{ m}$$

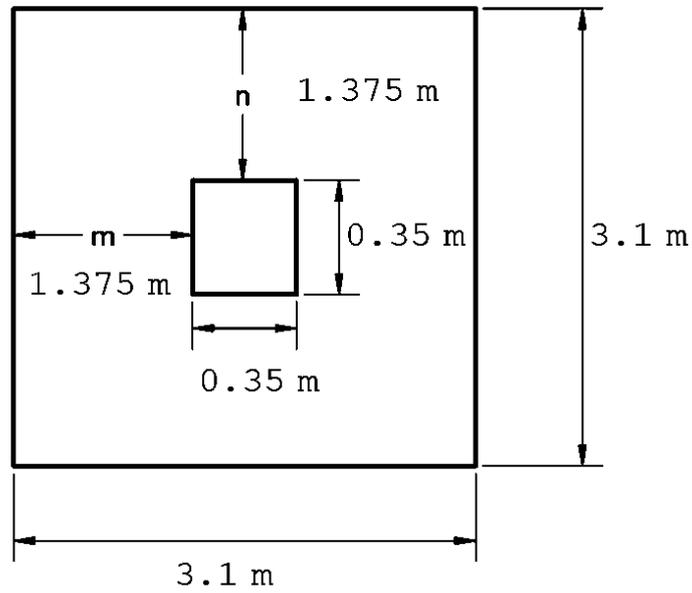
$$L3 = 3.0 \text{ m}$$

$$L4 = 2.1 \text{ m}$$

### **Dimensiones de la Zapata Z-1**

De acuerdo al Área de contacto requerido de cada zapata se procede a dimensionar las áreas de la zapata.

Figura 3.9. Dimensión de la Zapata Z-1



Fuente: Elaboración Propia

**Pruebas de Corte**

Figura 3.10. Diagrama de fuerza actuante

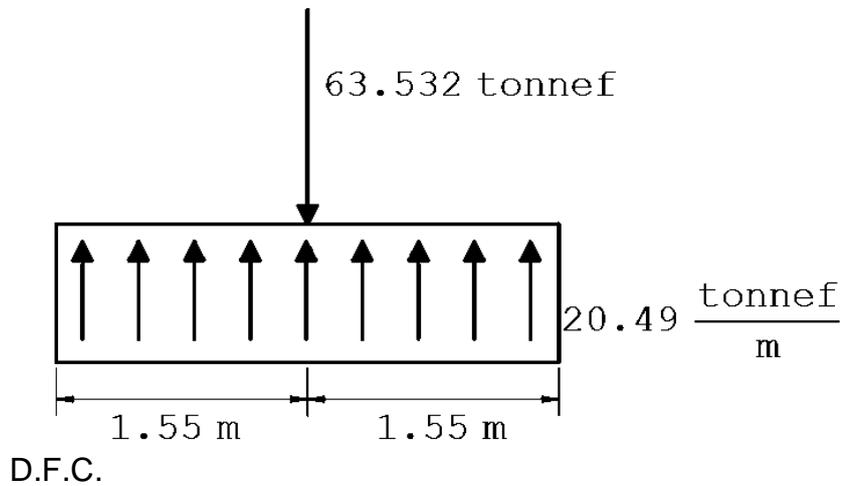
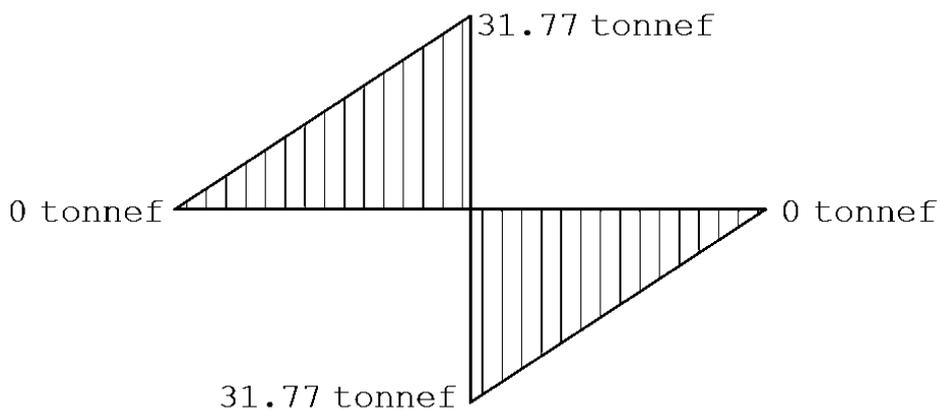


Figura 3.11. Diagrama de cortante



### Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante

Mediante la resistencia unitaria del concreto y la cortante unitaria generada por el elemento se procede a la verificación máxima de esfuerzos de corte, que está en función a la cortante máxima y a la resistencia del concreto  $f'c$  mediante la siguiente ecuación.

$$Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c}$$

$$Vu = \frac{Vmax}{b * d}$$

$$Vc > Vu$$

Donde:

$Vc$  = Resistencia del concreto al corte

$Vu$  = Cortante actuante

$\phi = 0.85$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow$  resistencia a compresión del concreto

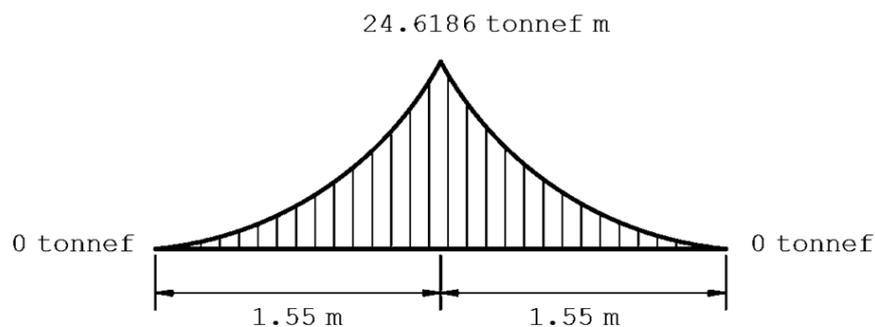
$$Vc = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} = 6.5284 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vu = \frac{Vmax}{b * d} = \frac{31766 \text{ kg}}{3.1 \text{ m} * 1.375 \text{ m}} = 0.7452 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$Vc > Vu \Rightarrow \text{Si cumple}$$

Diseño de Acero

Figura 3.12. Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración propia

## Método de cuantías o rotura ultima

$$Ku = \frac{Mu}{f'c * b * d}$$

$$w = \frac{\phi - \sqrt{\phi^2 - 4 * (0.59) * \phi * Ku}}{2 * (0.59) * \phi}$$

$$\rho = \frac{w * f'c *}{fy}$$

$$As = \rho * b * d$$

$$Asmin = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d$$

Donde:

Mu = Momento Ultimo

d = altura del espesor de la zapata

Ku = Momento de rotura

w = cuantía mecánica

$\rho$  = cuantía

As = Área de acero

Am = Área de acero mínimo

La altura (d) está en función a las dimensiones de la zapata en proporción con la sección de la columna.

$$d = \left(m - \frac{b}{2}\right) - r$$

Donde:

d = altura efectiva de la sección de la zapata

r = recubrimiento = 10 cm

m = valor entre la sección de la columna y el borde de la zapata

$$d = \left(137.5 \text{ cm} - \frac{35 \text{ cm}}{2}\right) - 10 = 110 \text{ cm}$$

$$d = 110 \text{ cm}$$

Reemplazando

$$Ku = \frac{Mu}{f'c * b * d} = \frac{2461865}{210 * 310 * 110^2} = 0.0031$$

$$w = \frac{\phi - \sqrt{\phi^2 - 4 * (0.59) * \phi * Ku}}{2 * (0.59) * \phi} = \frac{0.9 - \sqrt{0.9^2 - 4 * 0.59 * 0.9 * 0.0031}}{2 * 0.59 * 0.9} = 0.0035$$

$$\rho = \frac{w * f'c *}{fy} = \frac{0.0035 * 210}{4200} = 0.00018$$

$$As = \rho * b * d = 0.00018 * 310 * 110 = 6.14 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy} * b * d = 0.7 * \frac{\sqrt{210}}{4200} * 310 * 110 = 82.36 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara primeramente el área del acero mínimo ya que es el área mínima que se necesita

$$As(\text{requerido}) = 82.36 \text{ cm}^2$$

Tabla 3.9. Área de aceros comerciales

Nº	Ø	Área (cm2)
1	¼"	0.32
2	3/8"	0.71
3	½"	1.27
4	5/8"	1.98
5	1"	5.07

Fuente: Elaboración propia

Para el cual se considerara una varilla de 1" que cuenta con un área de 5.07 cm2 Numero de varillas necesarios (Nv)

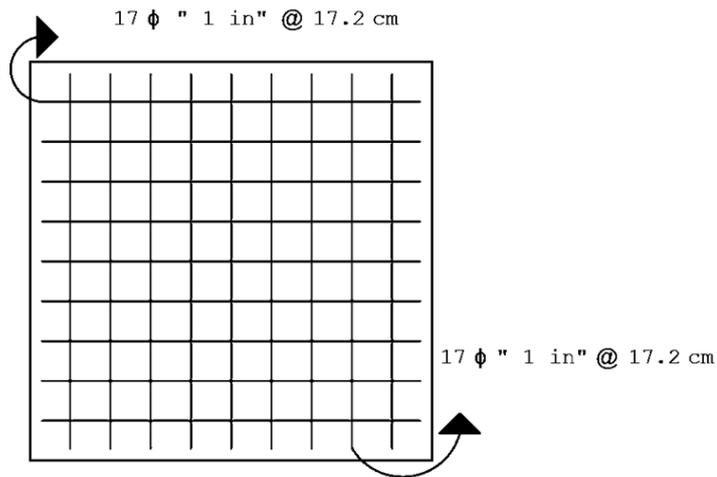
$$Nv = \frac{As}{\phi} = \frac{82.36 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 16.24$$

Las varillas requeridas son 17

El cual estará espaciado por la siguiente ecuación S

$$S = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{310}{17 + 1} = 17.2 \text{ cm}$$

Figura 3.13. Distribución de aceros en la zapata Z-1



Fuente: Elaboración propia

### Dimensiones de la Zapata Z-2

De acuerdo al Área de contacto requerido de cada zapata se procede a dimensionar la zapata.

$$A = (2 * x + b) * (x + d)$$

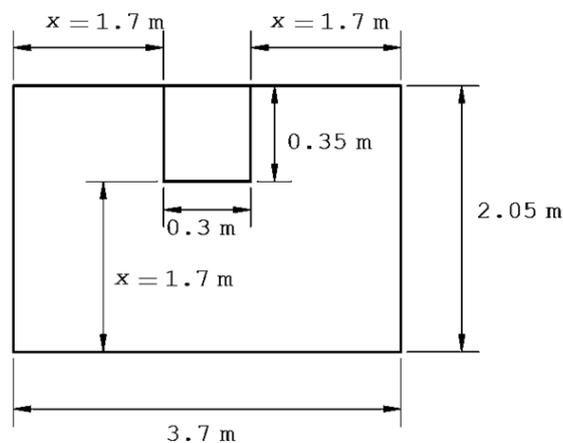
$$7.26 \text{ m}^2 = (2 * x + 0.30 \text{ m}) * (x + 0.35 \text{ m})$$

Despejando  $x$  de la ecuación

$$x = 1.6579$$

Asumimos  $d = 1.70 \text{ m}$

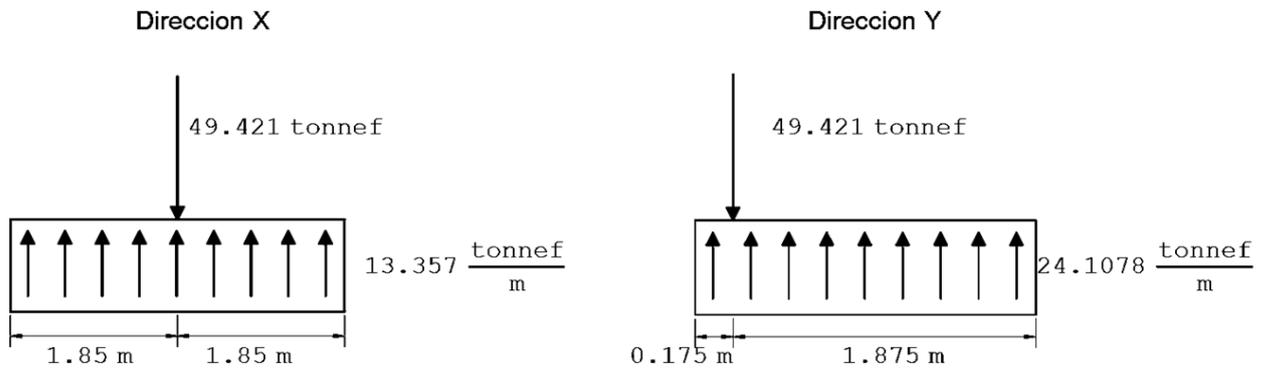
Figura 3.14. Dimensión de la Zapata Z-2



Fuente: Elaboración Propia

## Pruebas de Corte

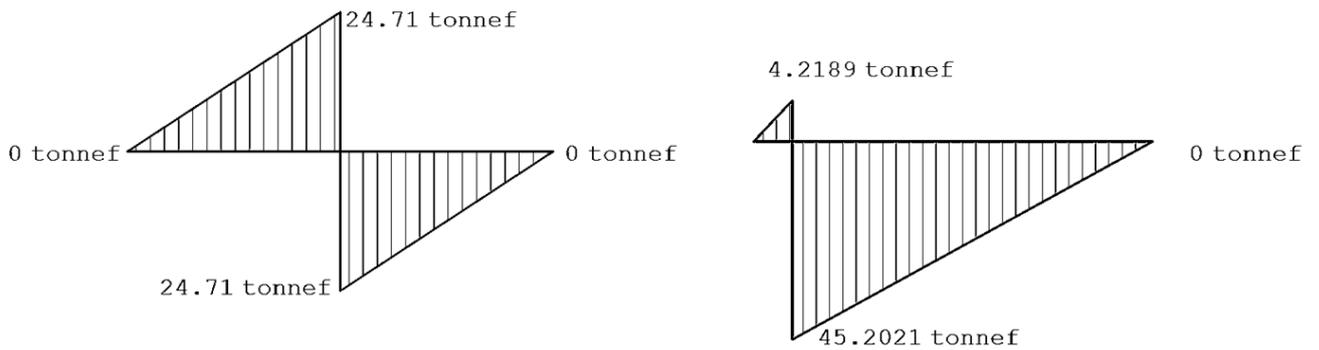
Figura 3.15. Diagrama de fuerza actuante



D.F.C.

Figura 3.16. Diagrama de cortante

D.E.C.



### Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante

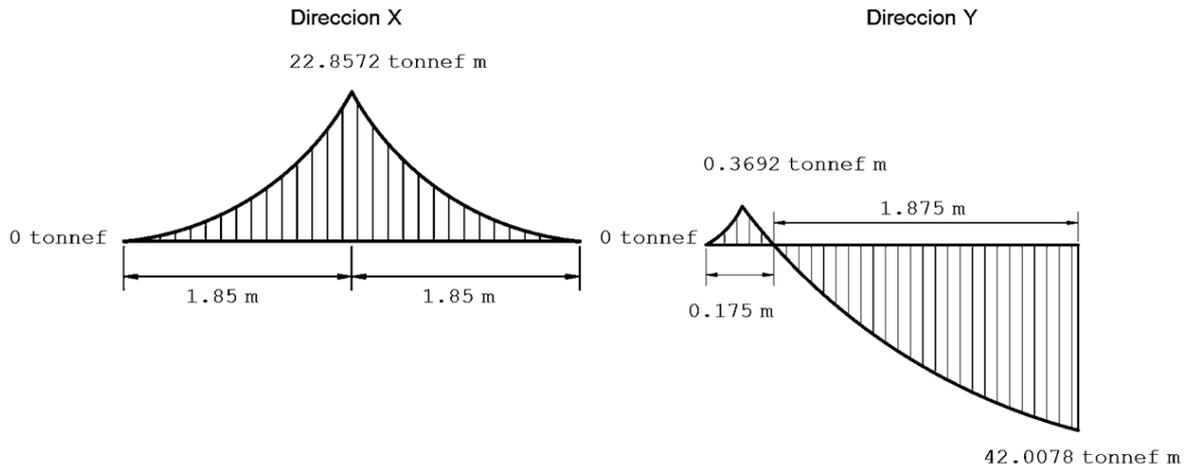
$$V_c = 6.5284 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_u = 1.297 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_c > V_u \Rightarrow \text{Si cumple}$$

## Diseño de Acero

Figura 3.17. Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración propia

### Método de cuantías o rotura ultima

La altura ( $d$ ) está en función a las dimensiones de la zapata en proporción con la sección de la columna.

$$d = \left( m - \frac{b}{2} \right) - r$$

Donde:

$d$  = altura efectiva de la sección de la zapata

$r$  = recubrimiento = 10 cm

$m$  = valor entre la sección de la columna y el borde de la zapata

$$d = 145 \text{ cm}$$

Reemplazando

Dirección X

$$Ku = 0.0014$$

$$w = 0.0016$$

$$\rho = 0.00008$$

$$As = 4.17 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 129.58 \text{ cm}^2$$

Dirección Y

$$Ku = 0.0046$$

$$w = 0.0052$$

$$\rho = 0.00026$$

$$As = 7.68 \text{ cm}^2$$

$$As_{min} = 71.79 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara primeramente el área del acero mínimo ya que es el área mínima que se necesita

$$As(\text{requerido})_x = 129.58 \text{ cm}^2$$

$$As(\text{requerido})_y = 71.79 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara una varilla de 1" que cuenta con un área de 5.07 cm<sup>2</sup> Numero de varillas necesarios (Nv)

$$Nvx = \frac{As}{\phi} = \frac{129.58 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 25.56$$

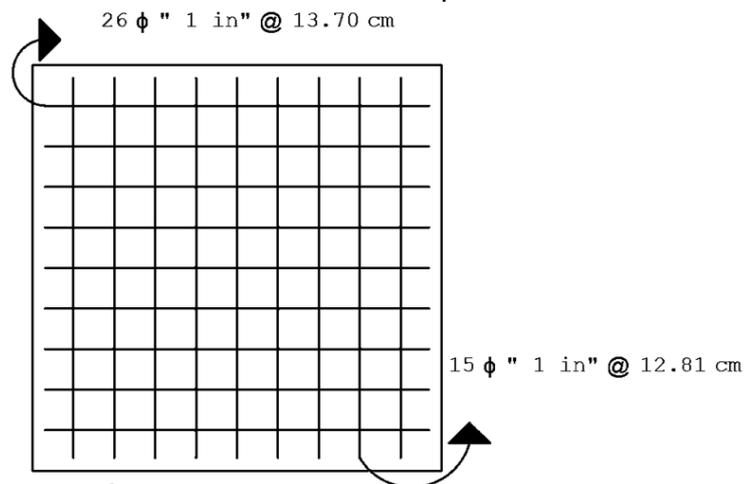
$$Nvy = \frac{As}{\phi} = \frac{71.79 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 14.16$$

El cual estará espaciado por la siguiente ecuación S

$$Sx = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{395}{26 + 1} = 13.70 \text{ cm}$$

$$Sy = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{220}{15 + 1} = 12.81 \text{ cm}$$

Figura 3.18. Distribución de aceros en la zapata Z-2



Fuente: Elaboración propia

### Dimensiones de la Zapata Z-3

De acuerdo al Área de contacto requerido de cada zapata se procede a dimensionar la zapata.

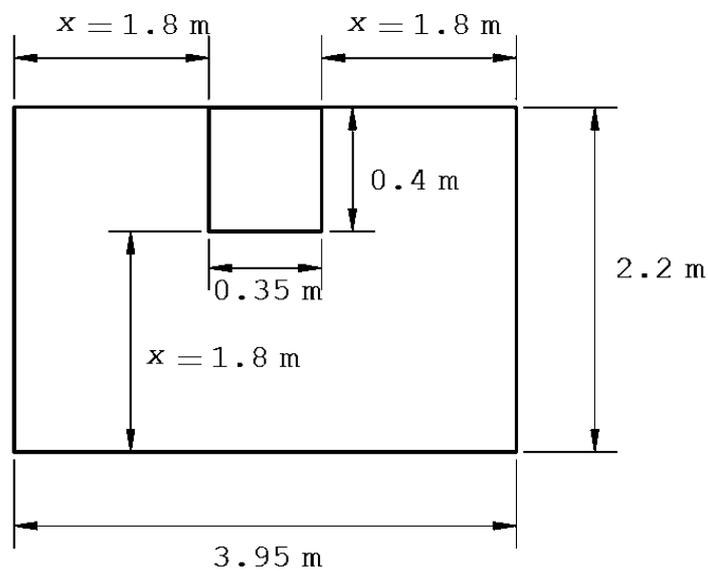
$$A = (2 * x + b) * (x + d)$$

$$x = 1.77$$

Despejando  $x$  de la ecuación

$$\text{Asumimos } x = 1.80 \text{ m}$$

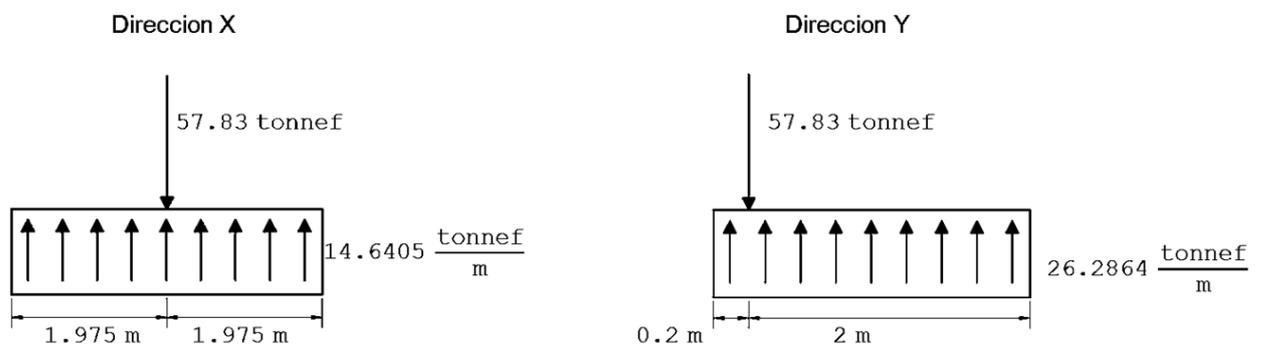
Figura 3.19. Dimensión de la Zapata Z-3



Fuente: Elaboración Propia

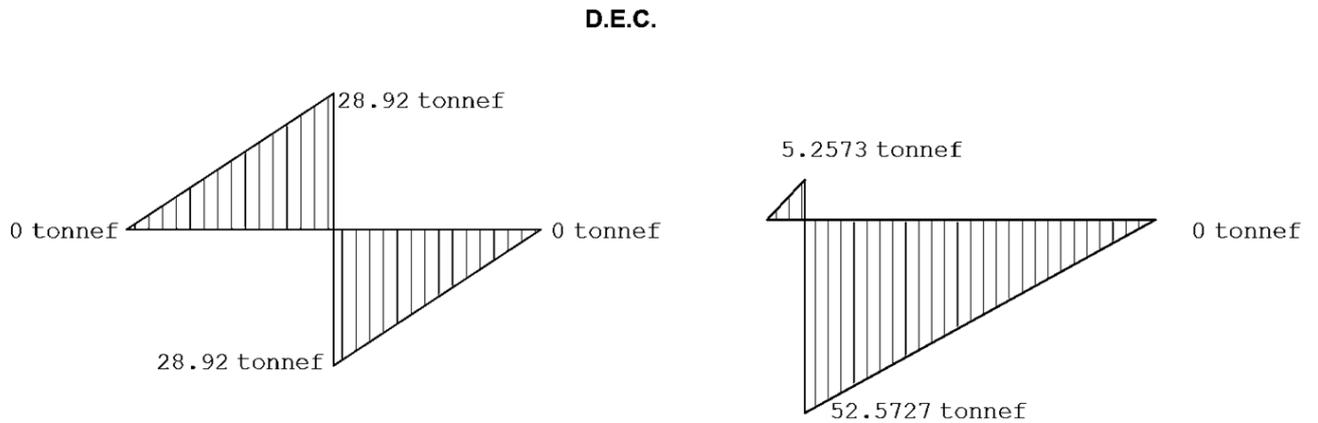
### Pruebas de Corte

Figura 3.20. Diagrama de fuerza actuante



D.F.C.

Figura 3.21. Diagrama de cortante



**Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante**

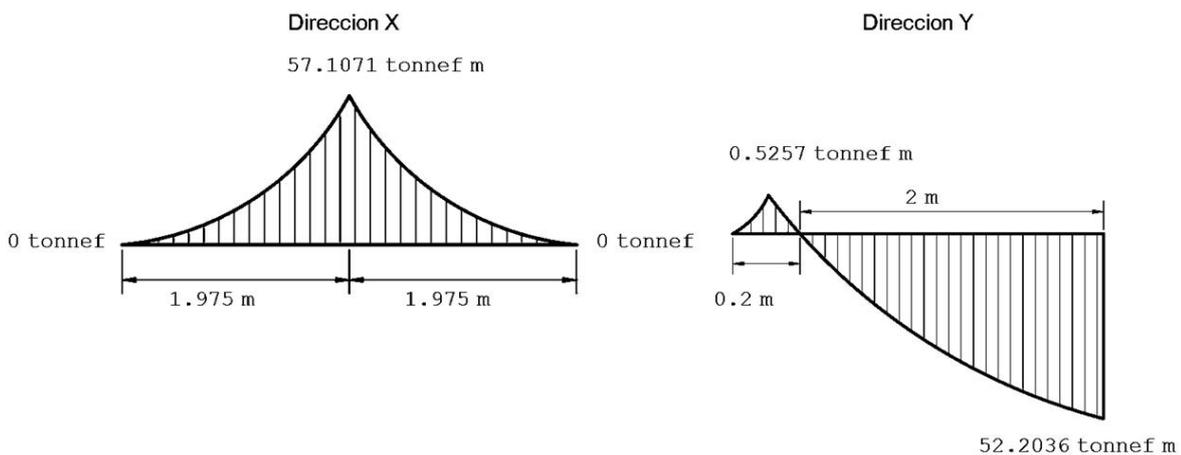
$$V_c = 6.5284 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_u = 1.3276 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_c > V_u \Rightarrow \text{Si cumple}$$

**Diseño de Acero**

Figura 3.22. Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración propia

**Método de cuantías o rotura ultima**

La altura (d) está en función a las dimensiones de la zapata en proporción con la sección de la columna.

$$d = \left( m - \frac{b}{2} \right) - r$$

Donde:

d = altura efectiva de la sección de la zapata

r = recubrimiento = 10 cm

m = valor entre la sección de la columna y el borde de la zapata

$$d = 168 \text{ cm}$$

Reemplazando

Dirección X

$$Ku = 0.0029$$

$$w = 0.0032$$

$$\rho = 0.00016$$

$$As = 9.77 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 147.87 \text{ cm}^2$$

Dirección Y

$$Ku = 0.0047$$

$$w = 0.0052$$

$$\rho = 0.00026$$

$$As = 8.93 \text{ cm}^2$$

$$Asmin = 82.35 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara primeramente el área del acero mínimo ya que es el área mínima que se necesita

$$As(\text{requerido})x = 172.45 \text{ cm}^2$$

$$As(\text{requerido})y = 82.35 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara una varilla de 1" que cuenta con un área de 5.07 cm<sup>2</sup> Numero de varillas necesarios (Nv)

$$Nvx = \frac{As}{\emptyset} = \frac{172.45 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 29.17$$

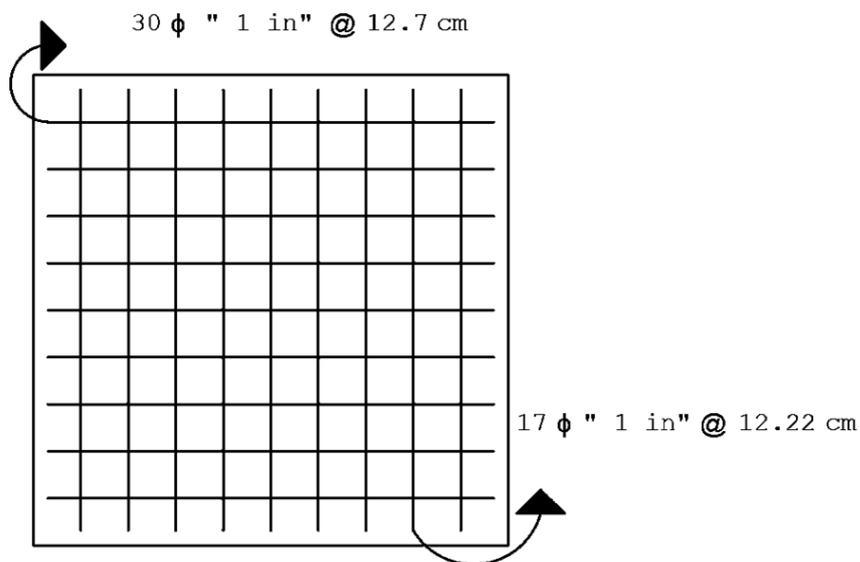
$$Nvy = \frac{As}{\emptyset} = \frac{82.35 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 16.24$$

El cual estará espaciado por la siguiente ecuación S

$$Sx = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{395}{30 + 1} = 12.74 \text{ cm}$$

$$Sy = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{220}{17 + 1} = 12.22 \text{ cm}$$

Figura 3.23. Distribución de aceros en la zapata Z-3



Fuente: Elaboración propia

#### Dimensiones de la Zapata Z-4

De acuerdo al Área de contacto requerido de cada zapata se procede a dimensionar la zapata.

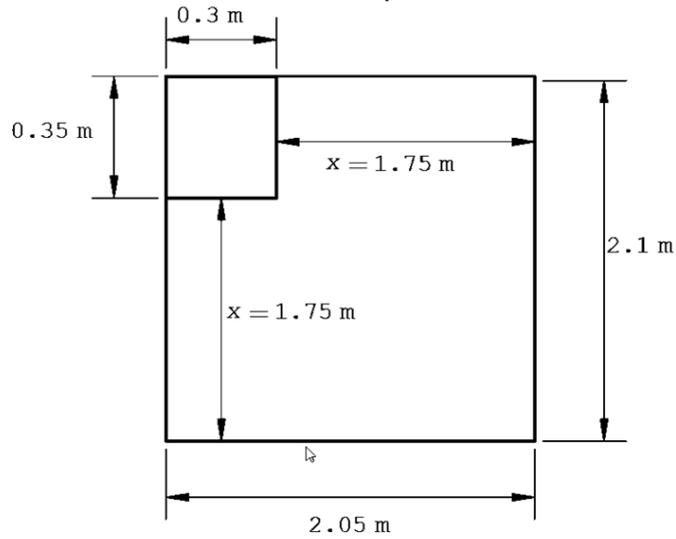
$$A = (2 * x + b) * (x + d)$$

$$x = 1.73$$

Despejando  $x$  de la ecuación

$$\text{Asumimos } x = 1.75 \text{ m}$$

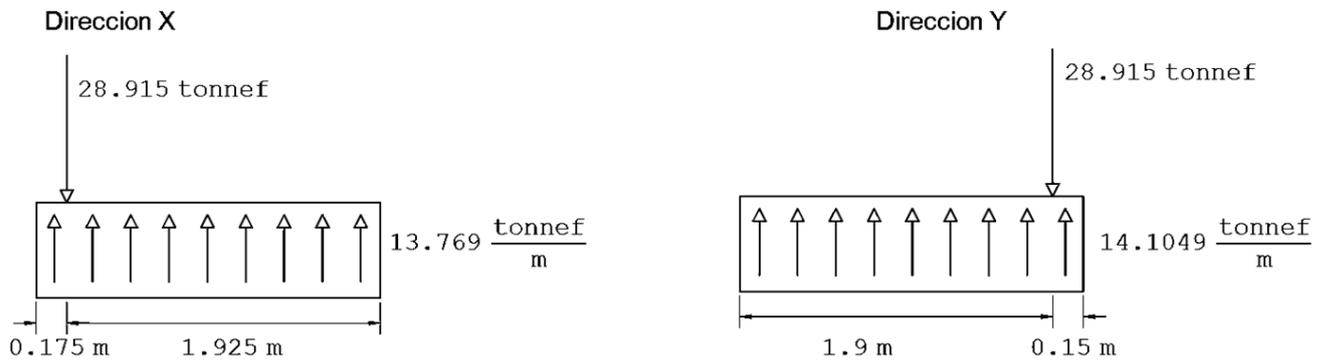
Figura 3.24. Dimensión de la Zapata Z-4



Fuente: Elaboración Propia

**Pruebas de Corte**

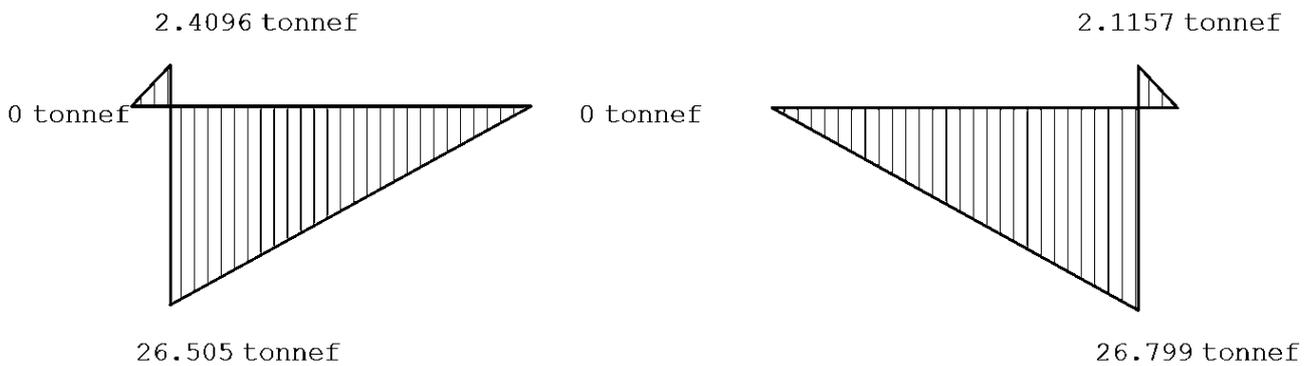
Figura 3.25. Diagrama de fuerza actuante



**D.F.C.**

Figura 3.26. Diagrama de cortante

**D.E.C.**



### Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante

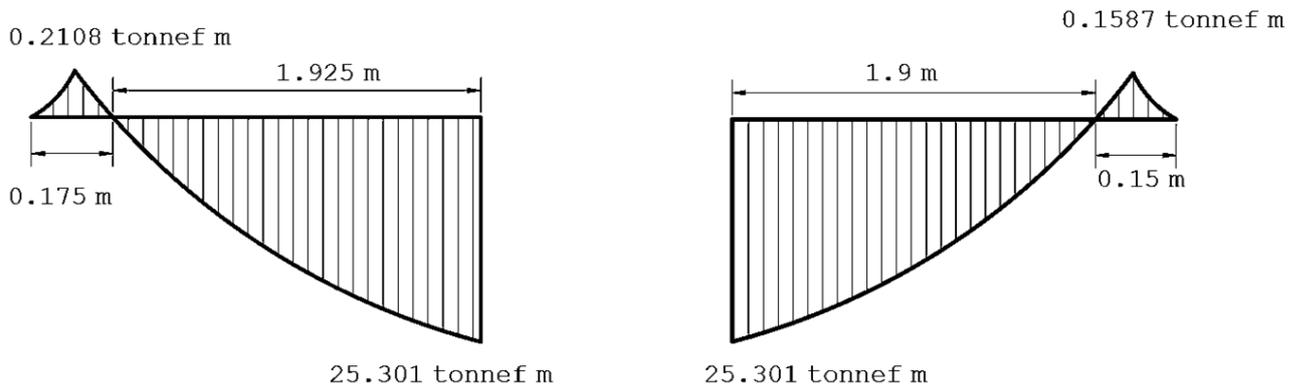
$$V_c = 6.5284 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_u = 0.9281 \frac{kg}{cm^2}$$

$$V_c > V_u \Rightarrow \text{Si cumple}$$

### Diseño de Acero

Figura 3.27. Diagrama de momentos



Fuente: Elaboración propia

### Método de cuantías o rotura ultima

La altura (d) está en función a las dimensiones de la zapata en proporción con la sección de la columna.

$$d = \left( m - \frac{b}{2} \right) - r$$

Donde:

d = altura efectiva de la sección de la zapata

r = recubrimiento = 10 cm

m = valor entre la sección de la columna y el borde de la zapata

$$d = 115 \text{ cm}$$

Reemplazando

Dirección X

$$K_u = 0.0043$$

$$w = 0.00483$$

$$\rho = 0.00024$$

$$A_s = 5.84 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 58.33 \text{ cm}^2$$

Dirección Y

$$K_u = 0.0044$$

$$w = 0.00495$$

$$\rho = 0.00025$$

$$A_s = 5.83 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 56.94 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara primeramente el área del acero mínimo ya que es el área mínima que se necesita

$$A_s(\text{requerido})_x = 58.33 \text{ cm}^2$$

$$A_s(\text{requerido})_y = 56.94 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara una varilla de 1" que cuenta con un área de 5.07 cm<sup>2</sup> Numero de varillas necesarios (Nv)

$$N_{vx} = \frac{A_s}{\phi} = \frac{58.33 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 11.50$$

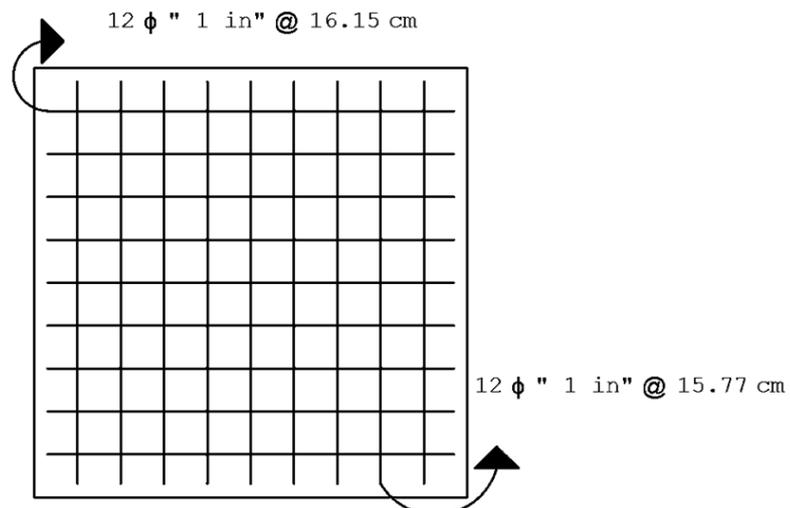
$$N_{vy} = \frac{A_s}{\phi} = \frac{56.94 \text{ cm}^2}{5.07 \text{ cm}^2} = 11.23$$

El cual estará espaciado por la siguiente ecuación S

$$S_x = \frac{b}{N_v + 1} = \frac{395}{12 + 1} = 16.15 \text{ cm}$$

$$S_y = \frac{b}{N_v + 1} = \frac{220}{12 + 1} = 15.77 \text{ cm}$$

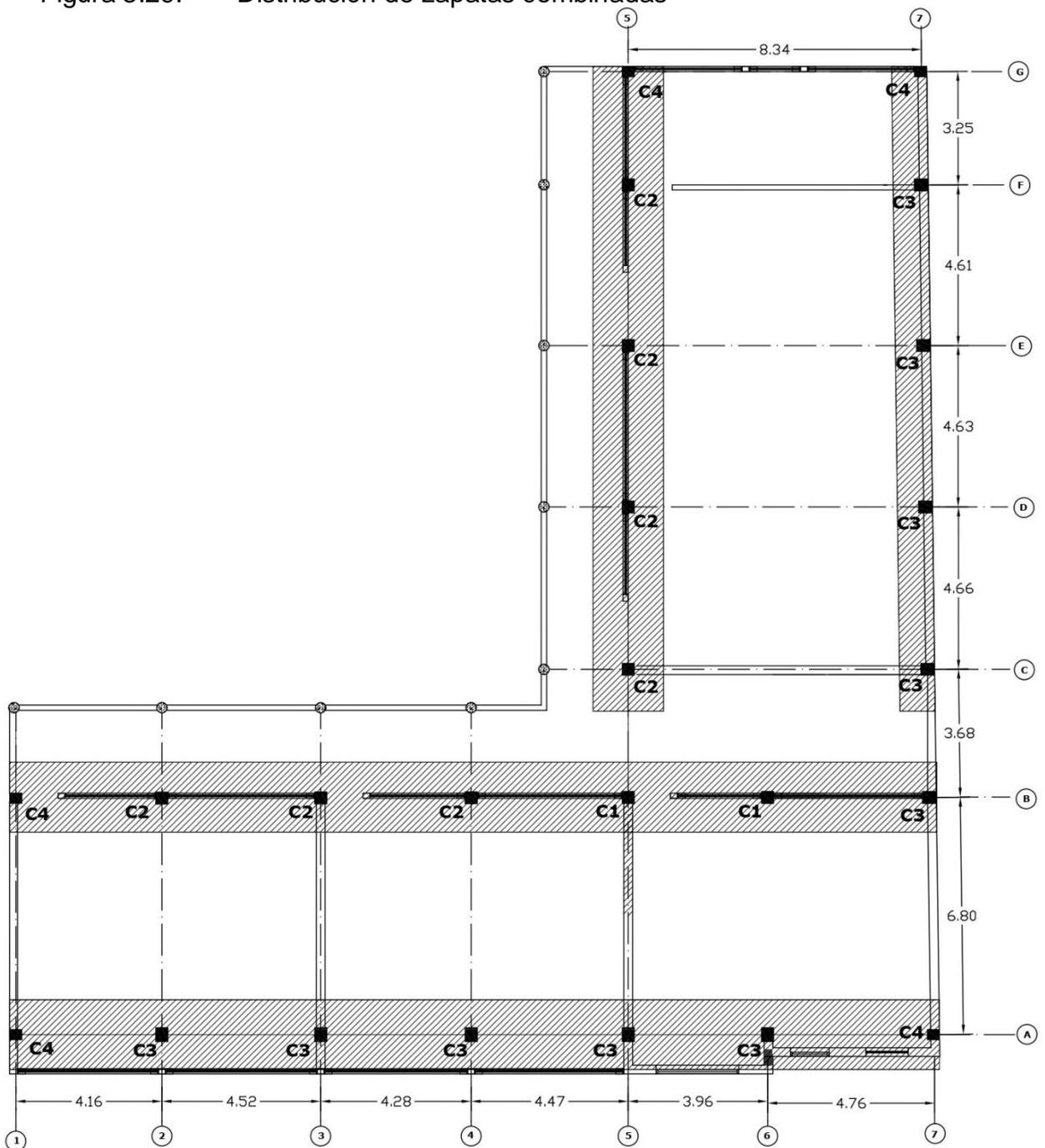
Figura 3.28. Distribución de aceros en la zapata Z-4



### 3.5.3. Cálculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Para el cálculo de las zapatas combinadas se considerara el criterio de las longitudes más cortas entre columnas el cual está en la dirección de los ejes A – A

Figura 3.29. Distribución de zapatas combinadas



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las fuerzas axiales de cada columna se procede al cálculo de fuerzas que actúan en la zapata combinada de la sección A - A

Tabla 3.10. Peso unitario de cada Columna

Columna	P (kg/m <sup>2</sup> )	At (m <sup>2</sup> )	Pg (kg)
C1	2880	22.07	63531.6
C2	2880	17.16	49420.8
C3	2880	20.08	57830.4
C4	2880	10.04	28915.2

Fuente: Elaboración Propia

$$P1 = 63.532 \text{ Tn}$$

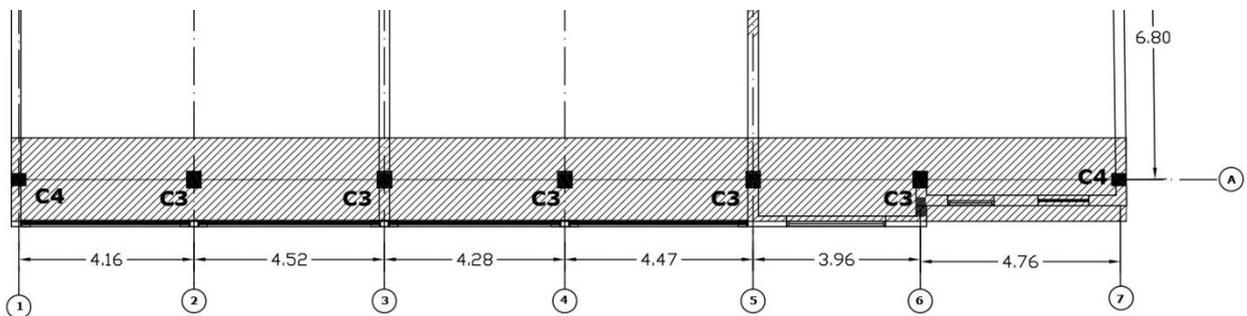
$$P2 = 49.421 \text{ Tn}$$

$$P3 = 57.830 \text{ Tn}$$

$$P4 = 28.915 \text{ Tn}$$

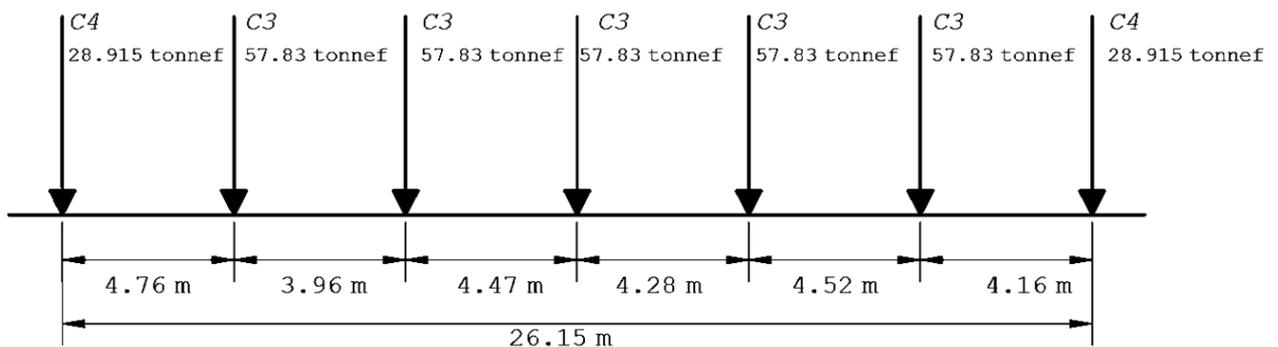
Para el análisis se del eje A-A se considerara las cargas axiales de C3 y C4 respectivamente las cuales se distribuirán como cargas axiales P1, P2, .... P7.

Figura 3.30. Eje A-A análisis de zapata combinada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.31. Distribución de fuerzas actuantes en la zapata combinada



Fuente Elaboración propia

### Diagrama de fuerzas actuantes

Mediante la sumatoria de momentos se calculó la variable  $a$  el cual está distribuido a una fracción de la longitud total de la zapata combinada, así mismo se determinó las distancias  $x_1$  y  $x_2$  respectivamente.

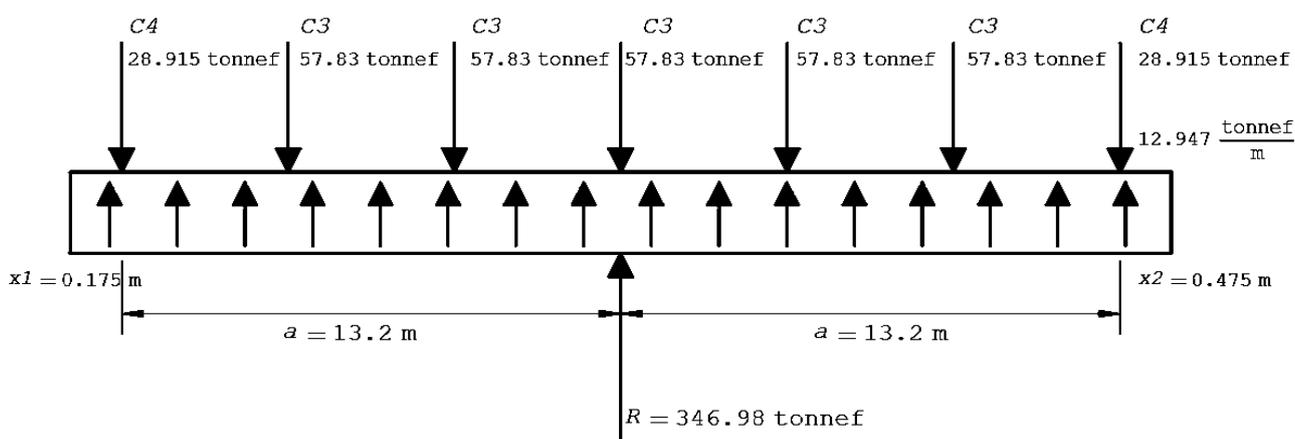
$$\Sigma M_o = \Sigma (F_i * x) = 0$$

$$a = \frac{4580.4251 \text{ ton} * \text{m}}{346.98 \text{ ton}} = 13.2008 \text{ m}$$

Con una longitud total de  $L_t = 26.7517 \text{ m}$

Para el cual asumimos  $L_t = 26.8 \text{ m}$

Figura 3.32. Diagrama de esfuerzos actuantes



Fuente: Elaboración propia

### Cálculo del área de contacto de la zapata combinada

$$A = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}{\gamma}$$

Donde:

$A$  = Área de contacto de la zapata combinada

$P_1 \dots P_7$  = Peso axial total que soporta las columnas

$\gamma$  = Capacidad portante del suelo

$$A = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}{\gamma}$$

$$A = \frac{346980}{6800} = 51.026 \text{ m}^2$$

### Distribución del área de contacto

$$B = \frac{A}{L_t}$$

Donde:

B = Longitud de la base de la zapata combinada

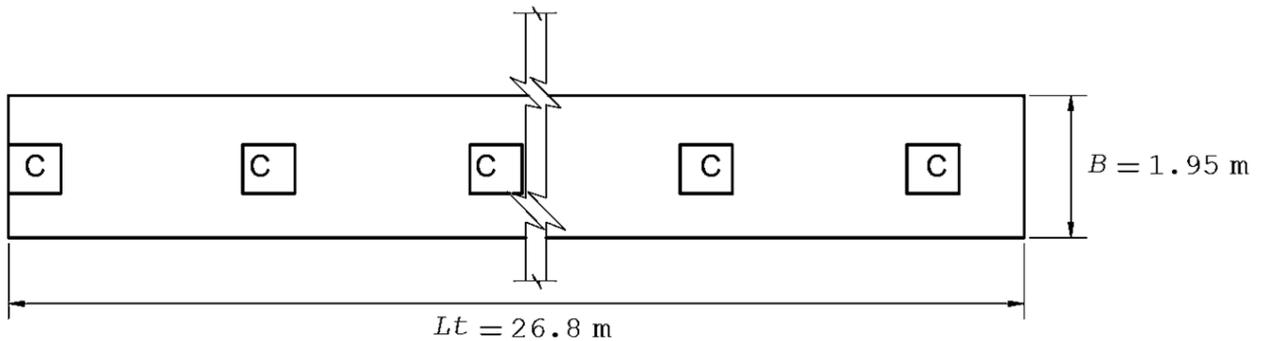
A = Área de contacto de la zapata combinada = 51.026 m<sup>2</sup>

L<sub>t</sub> = Longitud total de la zapata combinada = 26.8m

$$B = \frac{A}{L_t} = \frac{51.026}{26.8} = 1.904 \text{ m}$$

Asumimos B= 1.95 m

Figura 3.33. Área de contacto de la zapata combinada



Fuente: Elaboración propia

### D.F.C

Figura 3.34. Diagrama de fuerzas cortantes

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.35. Diagrama de momento flector

### D.M.F

Fuente: Elaboración propia

### Resistencia del Cº al Corte VS Cortante actuante

Características el concreto, resistencia del concreto a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Factor  $\phi = 0.85$

$$d = \left(m - \frac{u}{2}\right) - r$$

$d$  = altura efectiva de la zapata combinada

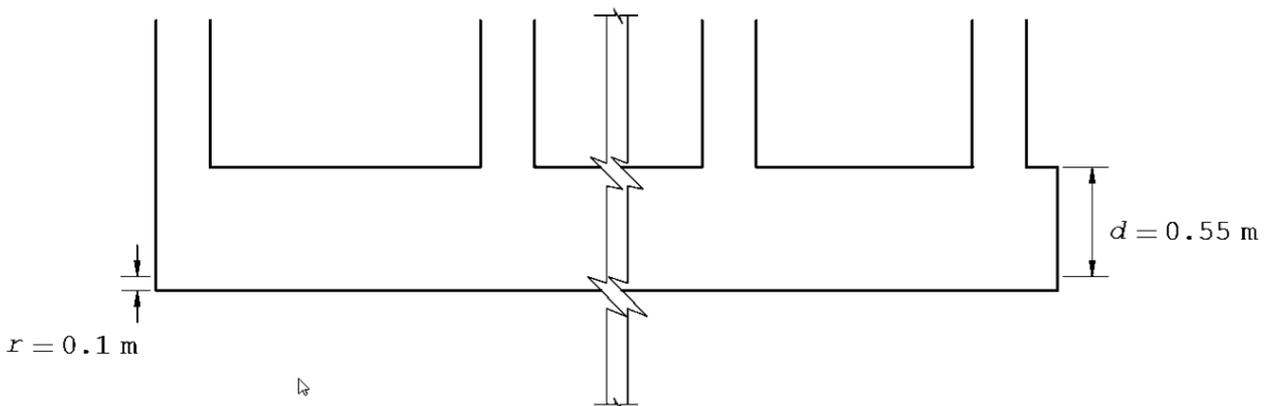
$m$  = distancia intermedia entre la columna y el ancho total de la zapata = 0.8 m

$u$  = valor máximo de la sección de columna = 0.35 m

$r$  = recubrimiento = 0.10 m

$$d = \left(m - \frac{u}{2}\right) - r = \left(0.8 - \frac{0.35}{2}\right) - 0.10 = 0.525 \text{ m}$$

Asumimos  $d = 0.55 \text{ m}$



## Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c}$$

$$V_u = \frac{V_{max}}{b * d}$$

$$V_c > v_u$$

Donde:

$V_c$  = Resistencia del concreto al corte

$V_u$  = Cortante actuante

$$\phi = 0.85$$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow$  resistencia a compresión del concreto

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} = 6.5284 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_u = \frac{V_{max}}{b * d} = \frac{35330 \text{ kg}}{195 \text{ cm} * 55 \text{ cm}} = 3.29 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_c > V_u \Rightarrow \text{Si cumple}$$

## Método de cuantías o rotura ultima

Reemplazando en las siguientes formulas.

$$K_u = \frac{M_u}{f'c * b * d}$$

$$w = \frac{\phi - \sqrt{\phi^2 - 4 * (0.59) * \phi * K_u}}{2 * (0.59) * \phi}$$

$$\rho = \frac{w * f'c *}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_{smin} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

Figura 3.36. Diagrama de momento flector

**D.M.F**

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.37. Área de aceros mínimos y aceros requeridos por el método de cuantías

Momento (ton.m)	0.07	26.47	21.76	2.22	34.15	1.49	33.47	0.86	27.64	10.67	17.49	19.18	1.52
Momento Kg.cm	7000.0	2647000.0	2176000.0	222000.0	3415000.0	149000.0	3347000.0	86000.0	2764000.0	1067000.0	1749000.0	1918000.0	152000.0
b (cm)	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
d (cm)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Ku	0.00006	0.02137	0.01757	0.00179	0.02757	0.00120	0.02702	0.00069	0.02231	0.00861	0.01412	0.01548	0.00123
W	0.00006	0.02409	0.01975	0.00199	0.03121	0.00134	0.03057	0.00077	0.02517	0.00963	0.01584	0.01738	0.00136
ro	0.00000	0.00120	0.00099	0.00010	0.00156	0.00007	0.00153	0.00004	0.00126	0.00048	0.00079	0.00087	0.00007
As cm <sup>2</sup>	0.03367	12.91562	10.58996	1.06908	16.73427	0.71726	16.39482	0.41385	13.49523	5.16159	8.49204	9.32118	0.73171
As min	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334

Fuente: Elaboración propia

Para el cual se considerara primeramente el área del acero mínimo ya que es el área mínima que se necesita

$$A_s(\text{requerido}) = 25.90334 \text{ cm}^2$$

Para el cual se considerara una varilla de 5/8" que cuenta con un área de 1.98 cm<sup>2</sup> Numero de varillas necesarios (Nv)

$$Nv = \frac{A_s}{\phi} = \frac{25.90334 \text{ cm}^2}{1.98 \text{ cm}^2} = 13.082$$

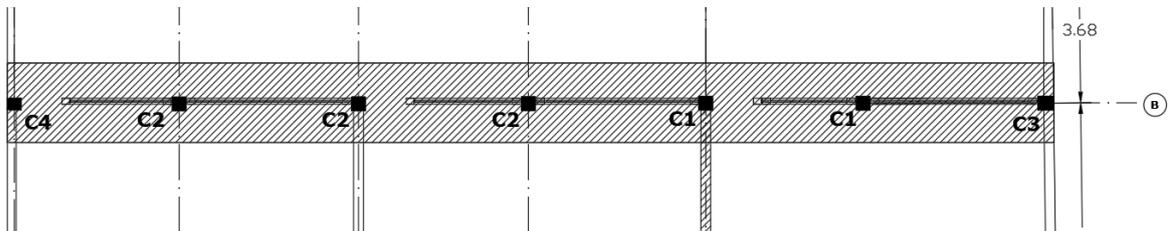
Las varillas requeridas son 14

El cual estará espaciado por la siguiente ecuación S

$$S = \frac{b}{Nv + 1} = \frac{195}{14 + 1} = 13 \text{ cm}$$

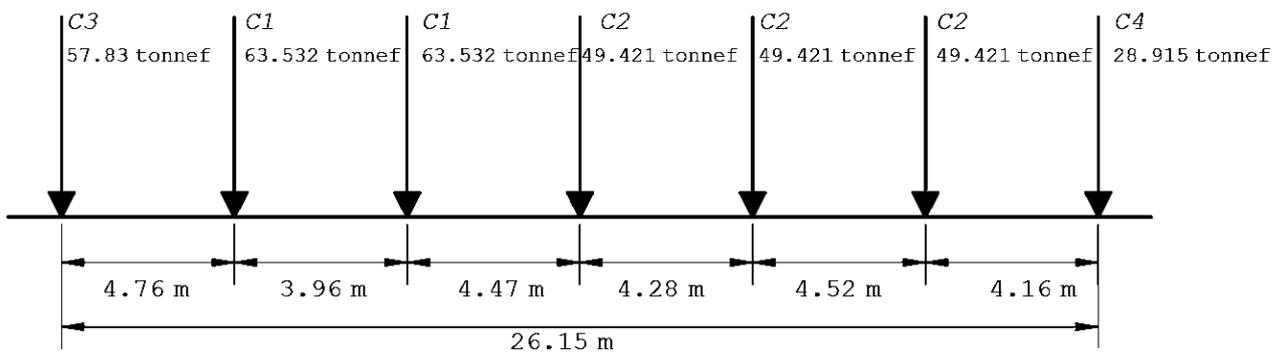
Para el análisis se del eje B-B

Figura 3.38. Eje B-B análisis de zapata combinada.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.39. Distribución de fuerzas actuantes en la zapata combinada



Fuente Elaboración propia

### Diagrama de fuerzas actuantes

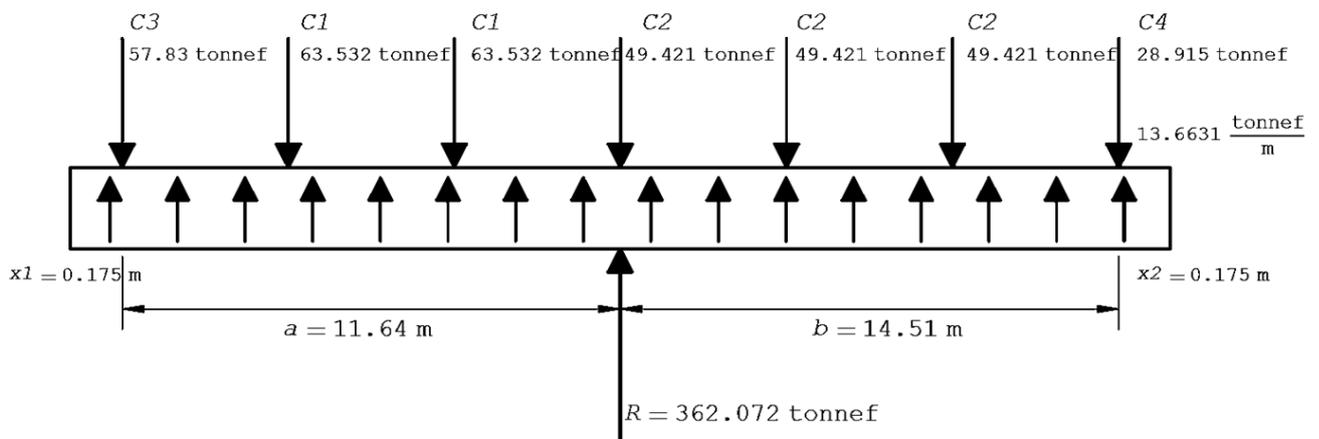
Mediante la sumatoria de momentos se calculó la variable  $a$  el cual está distribuido a una fracción de la longitud total de la zapata combinada, así mismo se determinó las distancias  $x_1$  y  $x_2$  respectivamente.

$$\Sigma M_o = \Sigma(F_i * x) = 0$$

$$a = 11.64 \text{ m}$$

Con una longitud total de  $L_t = 26.50 \text{ m}$

Figura 3.40. Fuerzas actuantes en la zapata combinada eje B-B



Fuente: Elaboración propia

### Calculo del área de contacto de la zapata combinada

$$A = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}{\gamma}$$

Donde:

$A$  = Área de contacto de la zapata combinada

$P_1 \dots P_7$  = Peso axial total que soporta las columnas

$\gamma$  = Capacidad portante del suelo

$$A = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6 + P_7}{\gamma} = 53.25 \text{ m}^2$$

### Distribución del área de contacto

$$B = \frac{A}{L_t}$$

Donde:

B = Longitud de la base de la zapata combinada

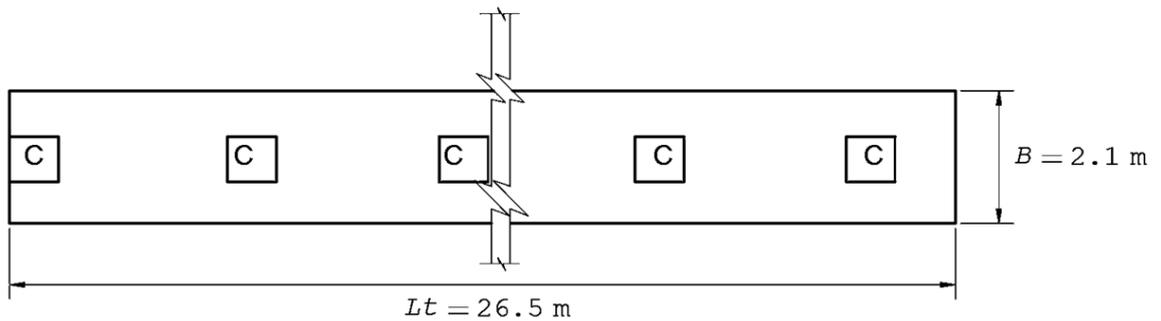
A = Área de contacto de la zapata combinada = 53.25 m<sup>2</sup>

L<sub>t</sub> = Longitud total de la zapata combinada = 26.50 m

$$B = \frac{A}{L_t} = \frac{53.25}{26.50} = 2.009 \text{ m}$$

Asumimos B= 2.1 m

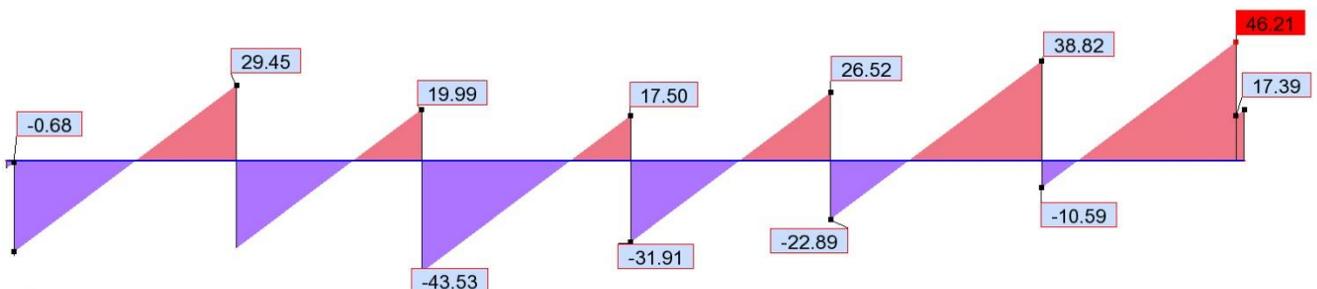
Figura 3.41. Área de contacto de la zapata combinada



Fuente: Elaboración propia

### D.F.C

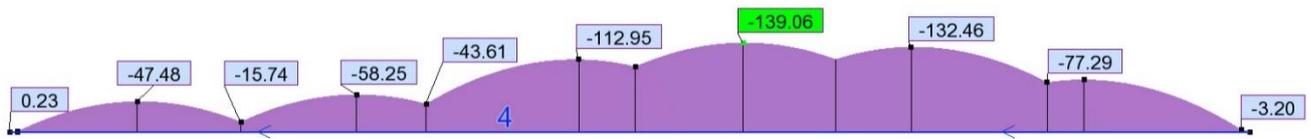
Figura 3.42. Diagrama de fuerzas cortantes



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.43. Diagrama de momento flector

## D.M.F



Fuente: elaboración propia

### Resistencia del C<sup>o</sup> al Corte VS Cortante actuante

Características el concreto, resistencia del concreto a la compresión  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

Factor  $\phi = 0.85$

$$d = \left( m - \frac{u}{2} \right) - r$$

$d$  = altura efectiva de la zapata combinada

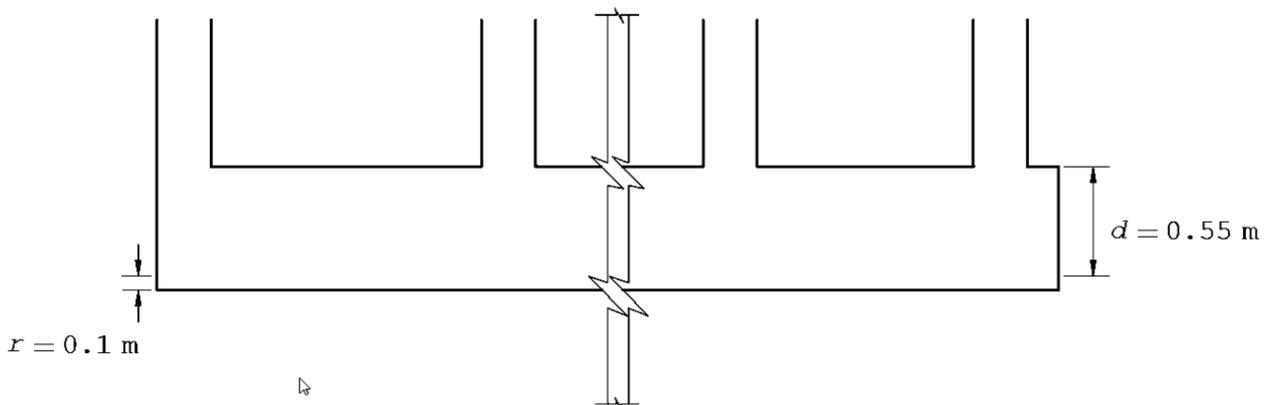
$m$  = distancia intermedia entre la columna y el ancho total de la zapata = 0.85 m

$u$  = valor máximo de la sección de columna = 0.4 m

$r$  = recubrimiento = 0.10 m

$$d = \left( m - \frac{u}{2} \right) - r = \left( 0.85 - \frac{0.40}{2} \right) - 0.10 = 0.55 \text{ m}$$

$d = 0.55 \text{ m}$



## Resistencia de esfuerzo cortante VS cortante actuante

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c}$$

$$V_u = \frac{V_{max}}{b * d}$$

$$V_c > v_u$$

Donde:

$V_c$  = Resistencia del concreto al corte

$V_u$  = Cortante actuante

$$\phi = 0.85$$

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 \Rightarrow$  resistencia a compresión del concreto

$$V_c = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} = 6.5284 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_u = \frac{V_{max}}{b * d} = \frac{46210.00 \text{ kg}}{210 \text{ cm} * 55 \text{ cm}} = 4.00087 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$V_c > V_u \Rightarrow \text{Si cumple}$$

## Método de cuantías o rotura ultima

Reemplazando en las siguientes formulas.

$$K_u = \frac{M_u}{f'c * b * d}$$

$$w = \frac{\phi - \sqrt{\phi^2 - 4 * (0.59) * \phi * K_u}}{2 * (0.59) * \phi}$$

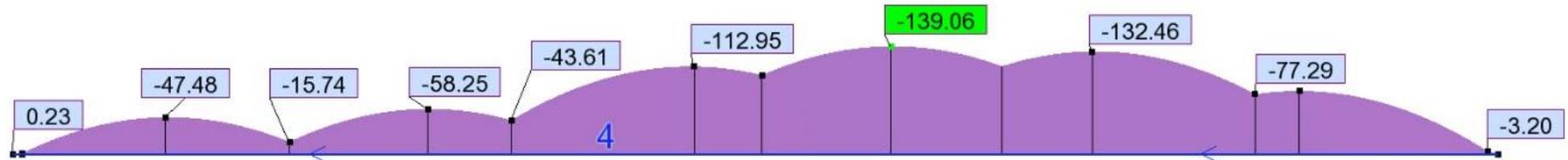
$$\rho = \frac{w * f'c *}{f_y}$$

$$A_s = \rho * b * d$$

$$A_{smin} = 0.7 * \frac{\sqrt{f'c}}{f_y} * b * d$$

Figura 3.44. Diagrama de momento flector

**D.M.F**



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.45. Área de aceros mínimos y aceros requeridos por el método de cuantías

Momento (ton.m)	0.23	47.48	15.74	58.25	43.61	112.95	139.06	132.46	77.29	3.2
Momento Kg.cm	23000.0	4748000.0	1574000.0	5825000.0	4361000.0	11295000.0	13906000.0	13246000.0	7729000.0	320000.0
b (cm)	195	195	195	195	195	195	195	195	195	195
d (cm)	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Ku	0.00019	0.03833	0.01271	0.04702	0.03521	0.09118	0.11226	0.10693	0.06239	0.00258
W	0.00021	0.04372	0.01424	0.05397	0.04006	0.10822	0.13558	0.12856	0.07242	0.00288
ro	0.00001	0.00219	0.00071	0.00270	0.00200	0.00541	0.00678	0.00643	0.00362	0.00014
As cm <sup>2</sup>	0.11064	23.44254	7.63509	28.93973	21.48427	58.03461	72.70355	68.94286	38.83593	1.54182
As min	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334	25.90334

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.4. Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

De acuerdo a la arquitectura de la I.E.P. se considerara un metrado de cargas previo para el análisis de la losa de cimentación, en el cual se considerara las cargas de servicio y el peso estructural de los elementos estructurales.

Para la carga muerta de pesos estructurales

Tabla 3.11. Peso de carga muerta

Descripción	Peso (kg/m <sup>2</sup> )
Peso de losa 25cm	350
Peso de vigas	100
Peso de columnas	60
Acabados	100
Total CM =	610

Fuente: Elaboración propia

#### Peso de sobre carga S/C

Para el diseño de la losa de cimentación se considerara una sobre carga de 350 kg/m<sup>2</sup> ya que la distribución arquitectónica y el tipo uso de la edificación se considera para aulas.

Para las cargas de acuerdo a la categoría de la Edificación se tiene que de acuerdo a la Norma E0.20

S/C Aulas = 250 kg/m<sup>2</sup>

S/C Corredores y escaleras = 400 kg/m<sup>2</sup>

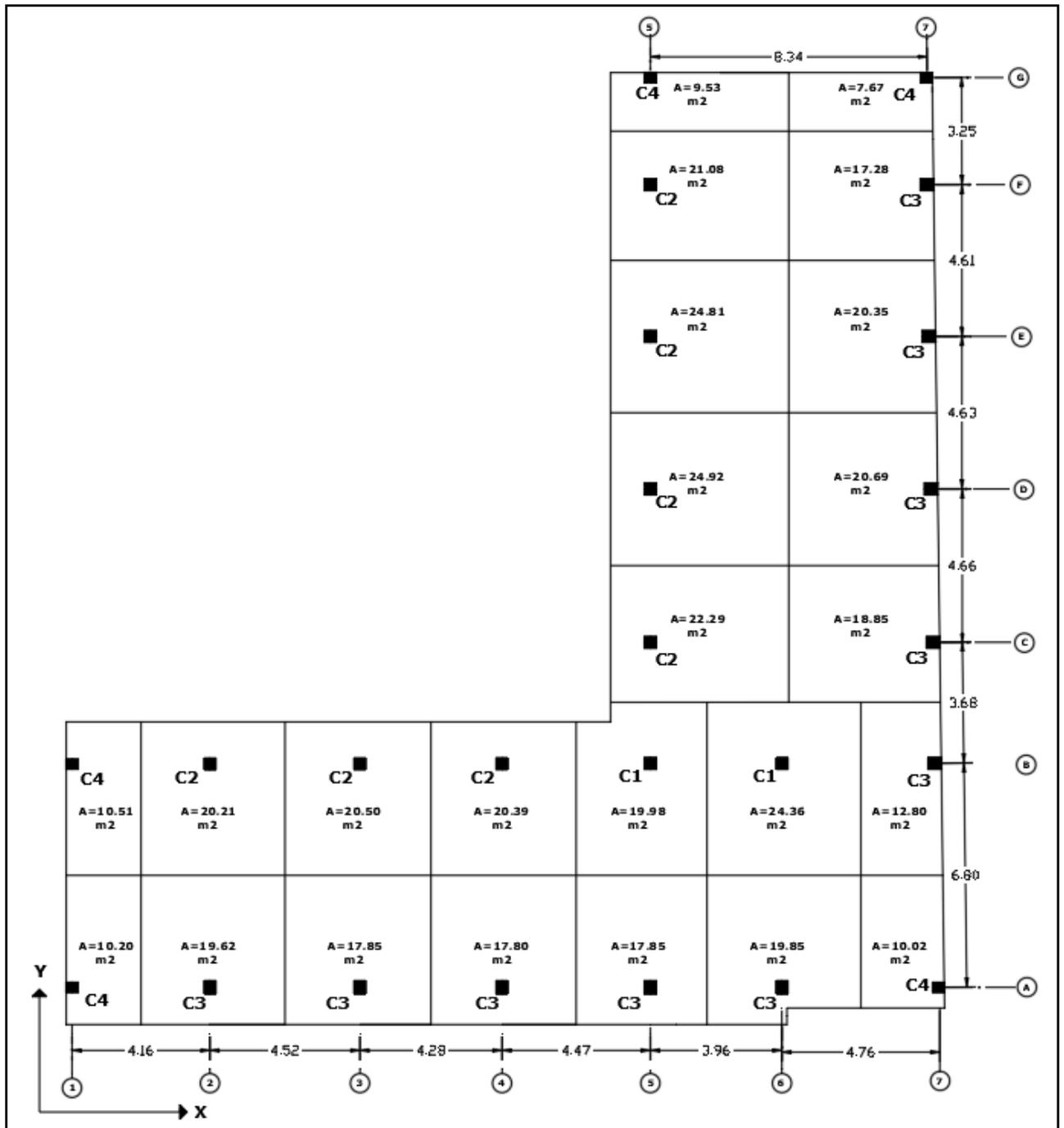
S/C Auditorios = 400 kg/m<sup>2</sup>

Se asumirá carga viva CV = 350 kg/m<sup>2</sup>

#### Calculo del peso

El peso que soporta cada columna está en relación al área tributaria y al número de niveles, como también a la geometría de la arquitectura que presenta la edificación.

Figura 3.46. Áreas tributarias que soportan las columnas



Fuente: Elaboración propia

### Análisis de peso que soporta cada columna

$$P = (CM + CV) * At * Nn$$

Donde:

P = Peso total que soporta cada columna

CM = Carga muerta

CV = Carga viva

At = Área tributaria

Nn = Numero de niveles

$$Pg = (610 + 350) * 10.20 * 3 = 29376 \text{ kg}$$

Dirección X

Nº	Dirección	Eje	Columna	Área tributaria	Niveles	Peso total	Pg
1	X	1-1	C4	10.20 m2	3	29.376	59.64 ton
			C4	10.51 m2	3	30.2688	
2	X	2-2	C3	19.62 m2	3	56.5056	114.71 ton
			C2	20.21 m2	3	58.2048	
3	X	3-3	C3	17.85 m2	3	51.408	110.45 ton
			C2	20.50 m2	3	59.04	
4	X	4-4	C3	17.80 m2	3	51.264	109.99 ton
			C2	20.39 m2	3	58.7232	
5	X	5-5	C3	17.85 m2	3	51.408	306.00 ton
			C1	19.98 m2	3	57.5424	
			C2	22.29 m2	2	42.7968	
			C2	24.92 m2	2	47.8464	
			C2	24.81 m2	2	47.6352	
			C2	21.08 m2	2	40.4736	
6	X	6-6	C3	19.85 m2	3	57.168	127.32 ton
			C1	24.36 m2	3	70.1568	
7	X	7-7	C4	10.02 m2	3	28.8576	228.6144
			C3	12.80 m2	3	36.864	
			C3	18.85 m2	2	36.192	
			C3	20.69 m2	2	39.7248	
			C3	20.35 m2	2	39.072	
			C3	17.28 m2	2	33.1776	
			C4	7.67 m2	2	14.7264	
$\Sigma =$							1056.73 ton

## Dirección Y

Nº	Direccion	Eje	Columna	Area tributaria	Niveles	Peso total	Pg
1	Y	A-A	C4	10.20 m2	3	29.38 ton	325.99 ton
			C3	19.62 m2	3	56.51 ton	
			C3	17.85 m2	3	51.41 ton	
			C3	17.80 m2	3	51.26 ton	
			C3	17.85 m2	3	51.41 ton	
			C3	19.85 m2	3	57.17 ton	
			C4	10.02 m2	3	28.86 ton	
2	Y	B-B	C4	10.51 m2	3	30.27 ton	370.80 ton
			C2	20.21 m2	3	58.20 ton	
			C2	20.50 m2	3	59.04 ton	
			C2	20.39 m2	3	58.72 ton	
			C1	19.98 m2	3	57.54 ton	
			C1	24.36 m2	3	70.16 ton	
			C3	12.80 m2	3	36.86 ton	
3	Y	C-C	C2	22.29 m2	2	42.80 ton	78.99 ton
			C3	18.85 m2	2	36.19 ton	
4	Y	D-D	C2	24.92 m2	2	47.85 ton	87.57 ton
			C3	20.69 m2	2	39.72 ton	
5	Y	E-E	C2	24.81 m2	2	47.64 ton	86.71 ton
			C3	20.35 m2	2	39.07 ton	
6	Y	F-F	C2	21.08 m2	2	40.47 ton	73.65 ton
			C3	17.28 m2	2	33.18 ton	
7	Y	G-G	C2	9.53 m2	2	18.30 ton	33.02 ton
			C3	7.67 m2	2	14.73 ton	
						Σ=	1056.73 ton

### Calculo del Centro de Gravedad

$$X_{cg} = \frac{\sum(A_i * x_i)}{\sum A_i}$$

$$Y_{cg} = \frac{\sum(A_i * y_i)}{\sum A_i}$$

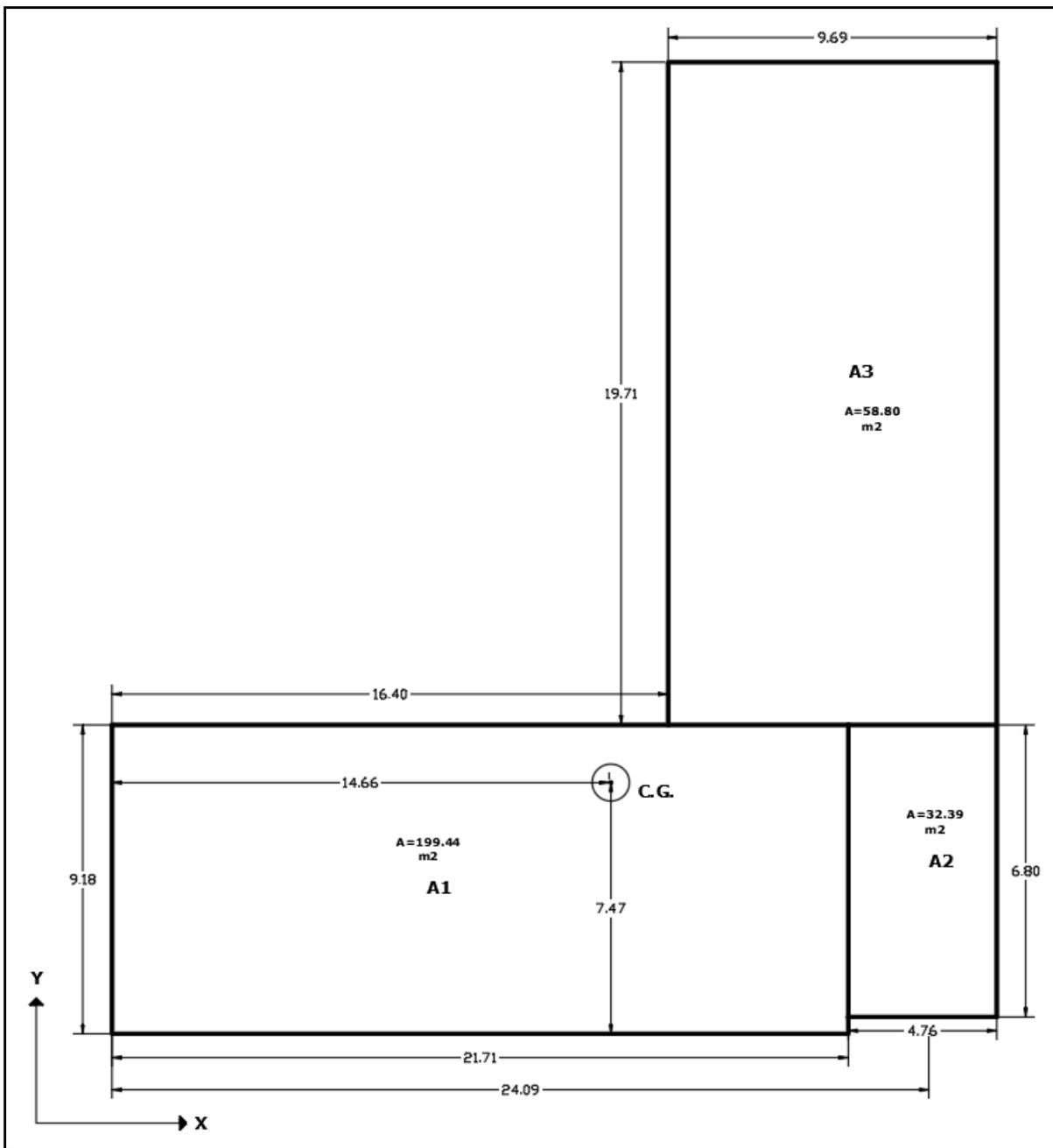
Donde:

X<sub>cg</sub> = Centro de gravedad respecto al eje X

Y<sub>cg</sub> = Centro de gravedad respecto al eje Y

A<sub>i</sub> = Área

Figura 3.47. Distribución de Centro de gravedad



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.12. Centros de gravedad

Figura	Xcg	Ycg	Área
A1	10.86	4.59	199.44
A2	24.09	4.84	32.39
A3	21.25	19.04	58.8

Fuente: Elaboración propia

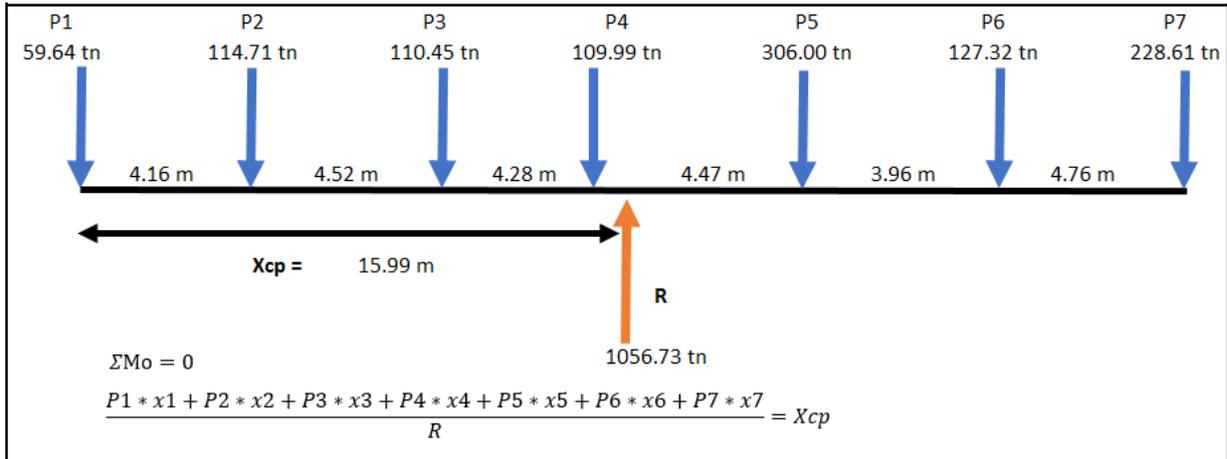
$$X_{cg} = 14.44 \text{ m}$$

$$Y_{cg} = 7.54 \text{ m}$$

### Centro de Presiones

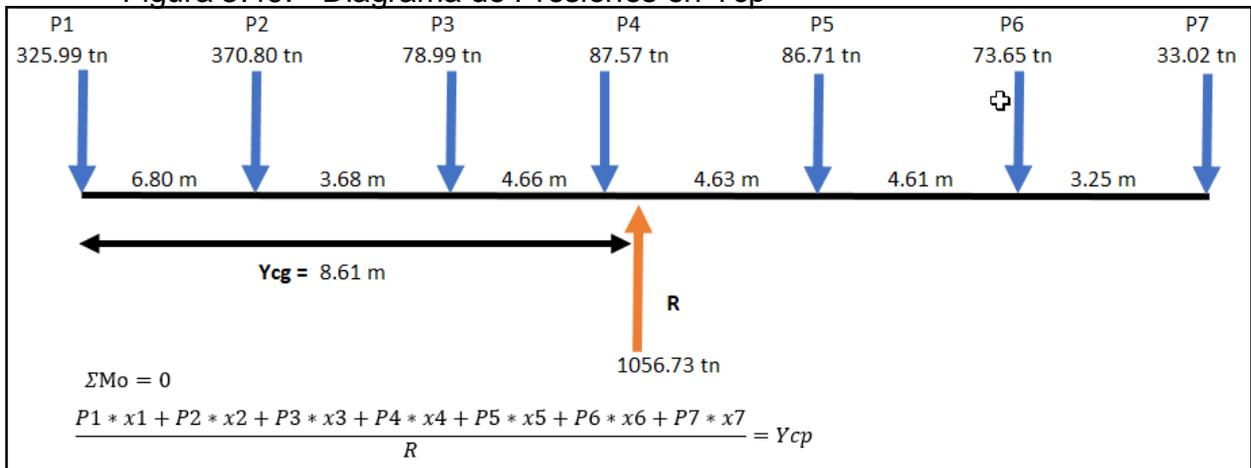
Se calcula mediante la sumatoria de las cargas en los ejes respectivos y determinando el centro de presión aplicando la definición de momentos

Figura 3.48. Diagrama de Presiones en Xcp



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.49. Diagrama de Presiones en Ycp



Fuente: Elaboración propia

### Calculo de la Excentricidad

$$e_x = X_{cp} - X_{cg}$$

$$e_y = Y_{cp} - Y_{cg}$$

$$e_x = 15.99 - 14.44 = 1.553 \text{ m}$$

$$e_y = 8.61 - 7.54 = 1.068 \text{ m}$$

### Calculo de Presiones máximas

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{My * x}{Iy} \pm \frac{Mx * y}{Ix}$$

Donde:

q = carga admisible

Q = Peso total

Mx = Peso total \* la excentricidad en y

My = Peso total \* la excentricidad en x

Ix = Inercia en x

Iy = Inercia en y

$$Mx = Qe_y$$

$$My = Qe_x$$

ex = excentricidad en eje x

ey = excentricidad en el eje y

### Aplicando el teorema de Steiner

De acuerdo al teorema de Steiner el momento de Inercia para áreas compuestas se define por el momento de inercia en la dirección del análisis más el área por la distancia respecto al centro de gravedad

$$Ix = I_0x + A * dy^2$$

$$Iy = I_0y + A * dx^2$$

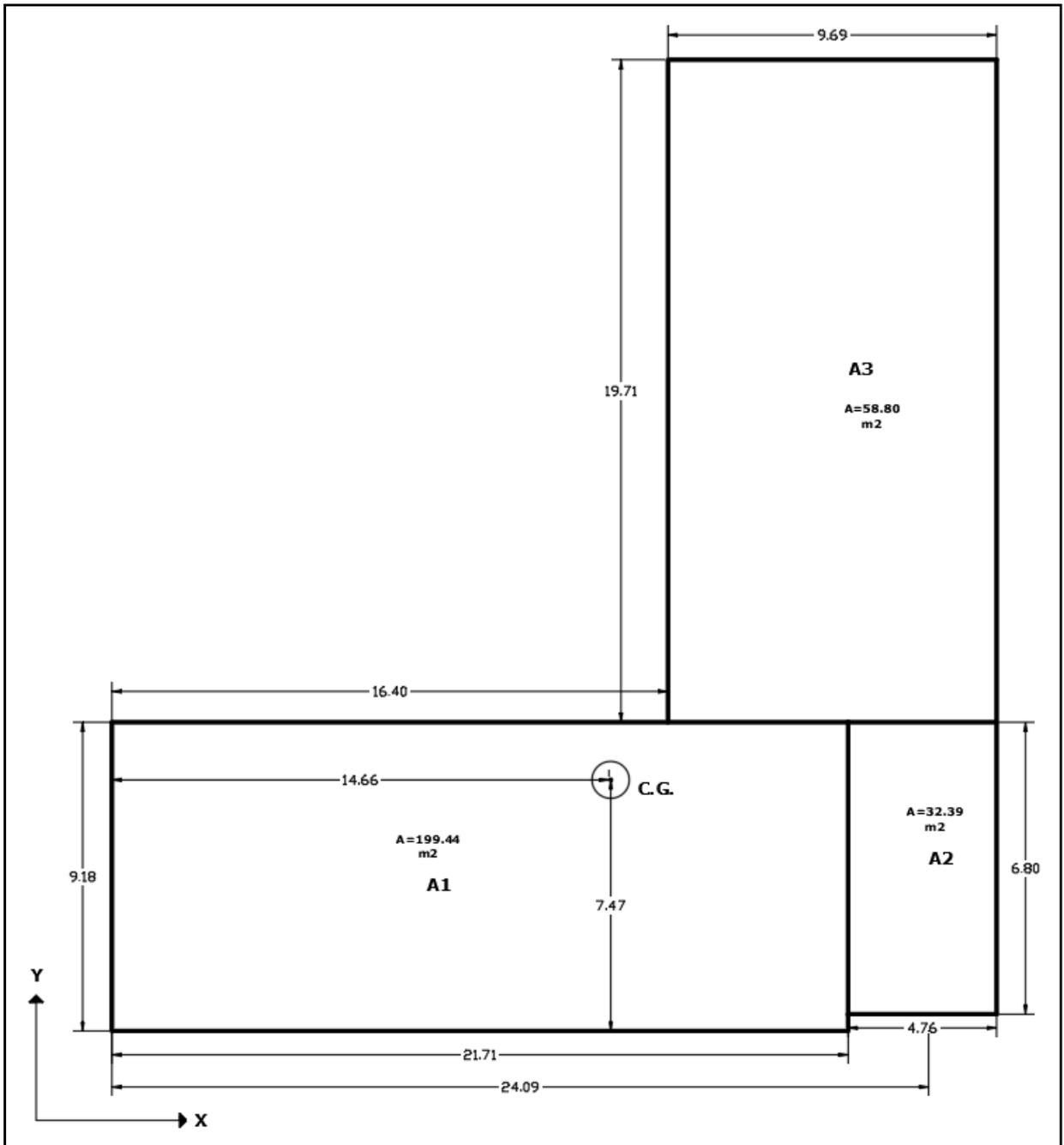
Donde:

Iox = Inercia en x

A = Área

dy = Distancia respecto al centro de gravedad

Centro de gravedad respecto al eje x, y



Fuente: Elaboración propia

$$I_x = 17564.08 \text{ m}^4$$

$$I_y = 17585.61 \text{ m}^4$$

Donde se obtiene

$$q = \frac{1056.73 \text{ tn}}{290.63} \pm \frac{1641.12 \text{ tn ( X )}}{17585.61 \text{ m}^4} \pm \frac{1128.15 \text{ tn ( Y )}}{17564.08 \text{ m}^4}$$

$$q = 3.6360 + 0.0933 ( X ) + 0.0642 ( Y )$$

### Calculando la capacidad admisible

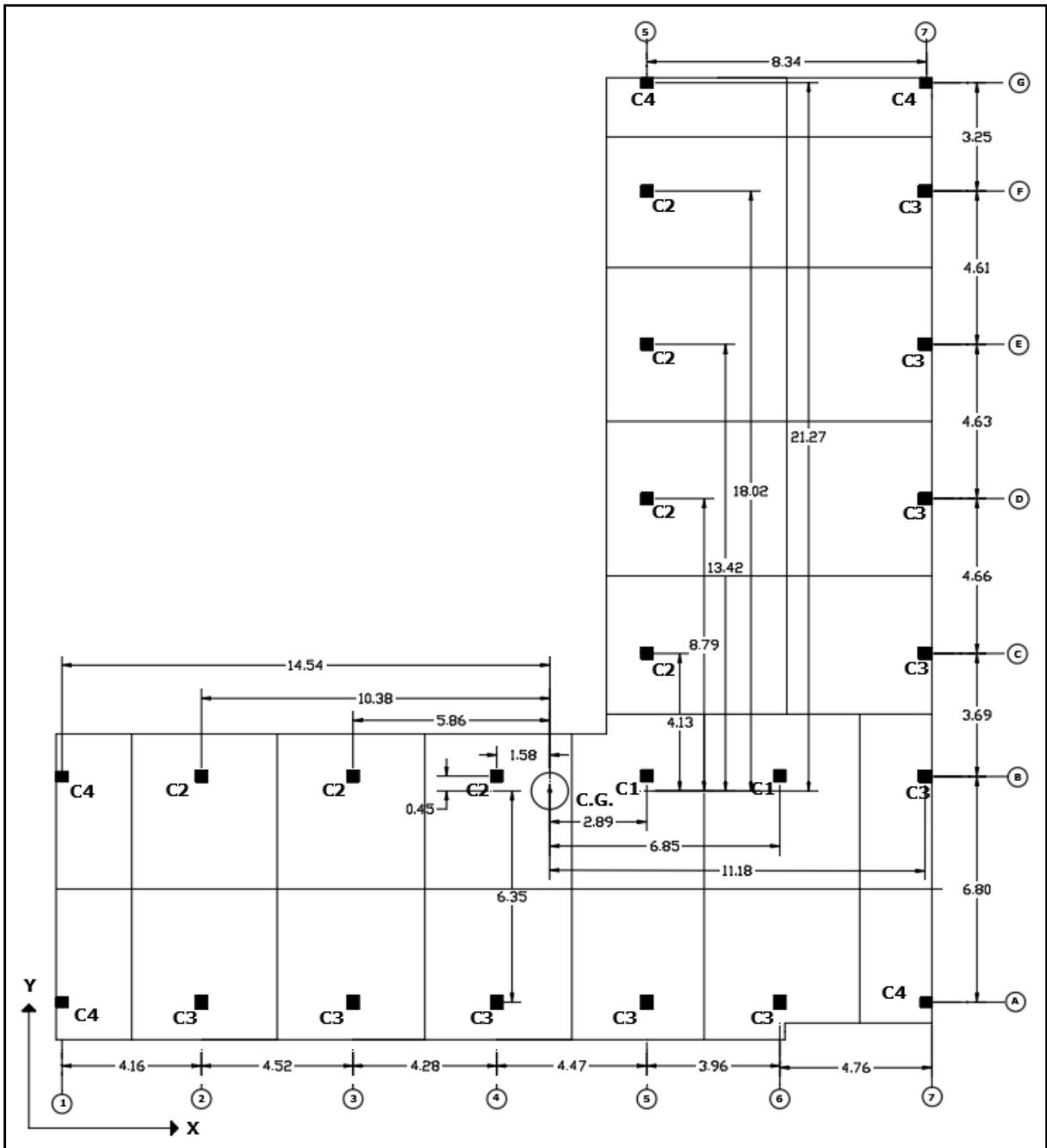
La capacidad admisible está en función a la distancia de cada columna respecto al centro de gravedad.

Tabla 3.13. Capacidad admisible en columnas

Eje	Columna	Distancia X	Distancia Y	q(x,y)
1-1	C4	-14.54 m	-6.35 m	1.87124
	C4	-14.54 m	0.45 m	2.30801
2-2	C3	-10.38 m	-6.35 m	2.25946
	C2	-10.38 m	0.45 m	2.69622
3-3	C3	-5.86 m	-6.35 m	2.68127
	C2	-5.86 m	0.45 m	3.11804
4-4	C3	-1.58 m	-6.35 m	3.08068
	C2	-1.58 m	0.45 m	3.51745
5-5	C3	2.89 m	-6.35 m	3.49783
	C1	2.89 m	0.45 m	3.93460
	C2	2.89 m	4.13 m	4.17097
	C2	2.89 m	8.79 m	4.47028
	C2	2.89 m	13.42 m	4.76767
	C2	2.89 m	18.02 m	5.06313
6-6	C4	2.89 m	21.27 m	5.27188
	C3	6.85 m	0.45 m	4.30415
7-7	C1	6.85 m	-6.35 m	3.86739
	C4	11.18 m	-6.35 m	4.27147
	C3	11.18 m	0.45 m	4.70823
	C3	11.18 m	4.13 m	4.94460
	C3	11.18 m	8.79 m	5.24392
	C3	11.18 m	13.42 m	5.54130
	C3	11.18 m	18.02 m	5.83676
	C4	11.18 m	21.27 m	6.04551
Máximo Valor =				6.04551

Fuente: Elaboración propia

Figura 3.50. Centros de gravedad respecto a las columnas



Fuente: Elaboración propia

### Mayoración de cargas para cargas admisibles ultimas

De acuerdo a la norma E060 establece realizar una mayoración de cargas con los coeficientes para cargas muertas de 1.4 y de 1.7 para cargas vivas.

Tabla 3.14. Cargas totales mayoradas de columnas

Eje	Columna	Área tributaria	Niveles	CM(1.4)	CV(1.7)	Peso total	Pg
1-1	C4	10.20 m2	3	26.1324	14.994	41.1264	83.50 ton
	C4	10.51 m2	3	26.9266	15.4497	42.37632	
2-2	C3	19.62 m2	3	50.2664	28.8414	79.10784	160.59 ton
	C2	20.21 m2	3	51.778	29.7087	81.48672	
3-3	C3	17.85 m2	3	45.7317	26.2395	71.9712	154.63 ton
	C2	20.50 m2	3	52.521	30.135	82.656	
4-4	C3	17.80 m2	3	45.6036	26.166	71.7696	153.98 ton
	C2	20.39 m2	3	52.2392	29.9733	82.21248	
5-5	C3	17.85 m2	3	45.7317	26.2395	71.9712	428.4
	C1	19.98 m2	3	51.1888	29.3706	80.55936	
	C2	22.29 m2	2	38.0713	21.8442	59.91552	
	C2	24.92 m2	2	42.5634	24.4216	66.98496	
	C2	24.81 m2	2	42.3755	24.3138	66.68928	
	C2	21.08 m2	2	36.0046	20.6584	56.66304	
6-6	C3	19.85 m2	3	50.8557	29.1795	80.0352	178.25 ton
	C1	24.36 m2	3	62.4103	35.8092	98.21952	
7-7	C4	10.02 m2	3	25.6712	14.7294	40.40064	320.06016
	C3	12.80 m2	3	32.7936	18.816	51.6096	
	C3	18.85 m2	2	32.1958	18.473	50.6688	
	C3	20.69 m2	2	35.3385	20.2762	55.61472	
	C3	20.35 m2	2	34.7578	19.943	54.7008	
	C3	17.28 m2	2	29.5142	16.9344	46.44864	
	C4	7.67 m2	2	13.1004	7.5166	20.61696	
$\Sigma=$							1479.42 ton

Fuente: Elaboración propia

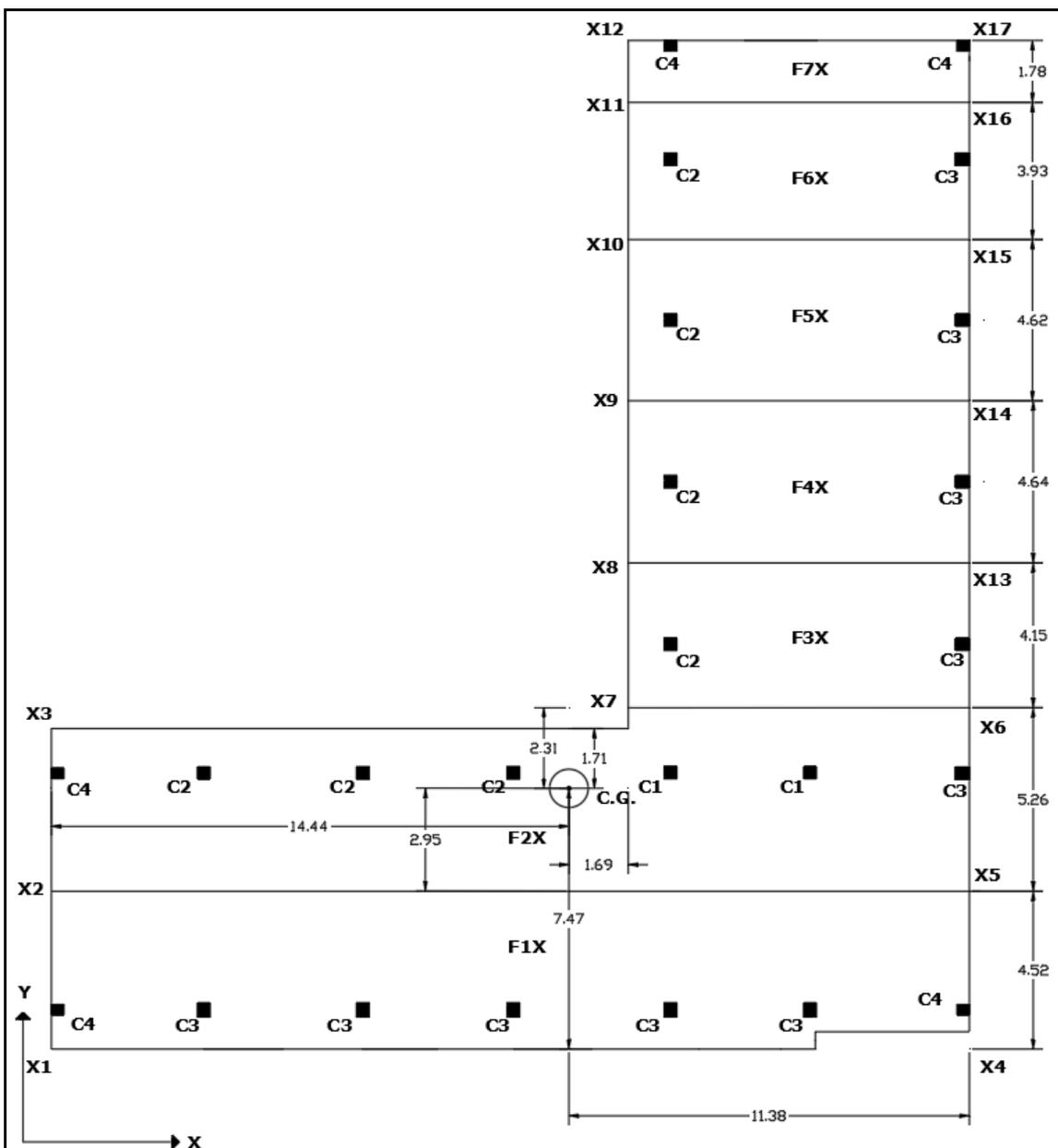
### Presiones máximas por franjas

$$q = \frac{Q}{A} \pm \frac{My * x}{Iy} \pm \frac{Mx * y}{Ix}$$

$$q = \frac{1479.42 \text{ tn}}{290.63} \pm \frac{2297.56 \text{ tn ( X )}}{17585.61 \text{ m}^4} \pm \frac{1579.41 \text{ tn ( Y )}}{17564.08 \text{ m}^4}$$

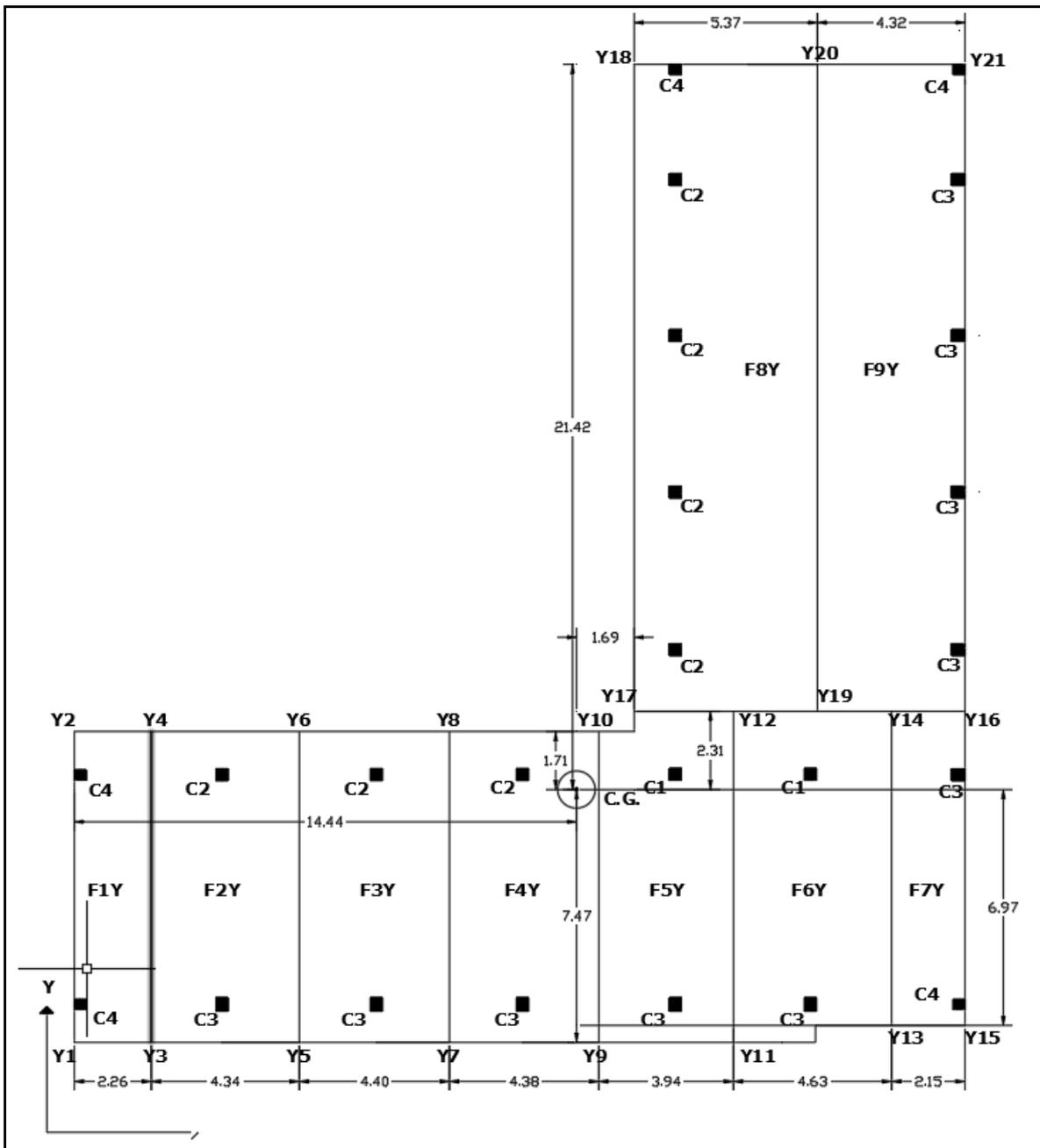
$$q = 5.0904 + 0.1307 \text{ ( X )} + 0.0899 \text{ ( Y )}$$

Figura 3.51. Análisis de franjas dirección x



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.52. Análisis de franja análisis Y



Fuente: Elaboración propia

## Cargas admisibles en franjas

Tabla 3.15. Cargas admisibles de franjas con mayoracion

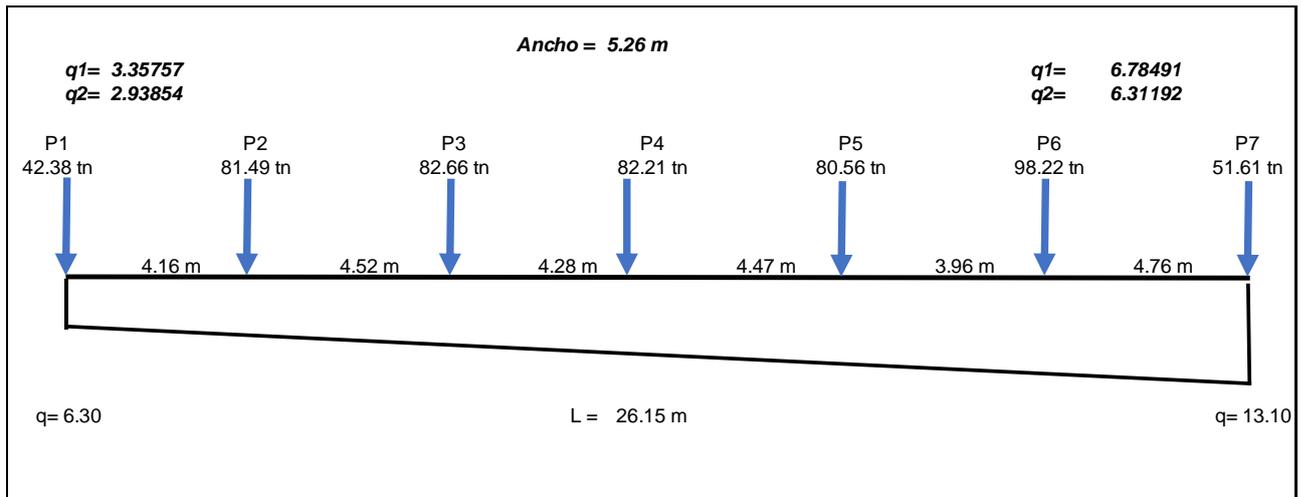
Columna	Distancia X	Distancia Y	q(x,y)
X1	-14.44 m	-7.47 m	2.53208
X2	-14.44 m	-2.95 m	2.93854
X3	-14.44 m	1.71 m	3.35757
X4	11.38 m	-6.97 m	5.95043
X5	11.38 m	-2.95 m	6.31192
X6	11.38 m	2.31 m	6.78491
X7	1.69 m	2.31 m	5.51891
X8	1.69 m	6.46 m	5.89209
X9	1.69 m	11.10 m	6.30934
X10	1.69 m	15.72 m	6.72478
X11	1.69 m	19.65 m	7.07817
X12	1.69 m	21.43 m	7.23824
X13	11.38 m	6.46 m	7.15809
X14	11.38 m	11.10 m	7.57533
X15	11.38 m	15.72 m	7.99078
X16	11.38 m	19.65 m	8.34417
X17	11.38 m	21.43 m	8.50424
Y1	-14.44 m	-7.47 m	2.53208
Y2	-14.44 m	1.71 m	3.35757
Y3	-12.18 m	-7.47 m	2.82735
Y4	-12.18 m	1.71 m	3.65284
Y5	-7.84 m	-7.47 m	3.39438
Y6	-7.84 m	1.71 m	4.21987
Y7	-3.44 m	-7.47 m	3.96924
Y8	-3.44 m	1.71 m	4.79473
Y9	0.94 m	-7.47 m	4.54148
Y10	0.94 m	1.71 m	5.36697
Y11	3.00 m	-7.47 m	4.81062
Y12	3.00 m	2.31 m	5.69007
Y13	7.63 m	-6.97 m	5.46049
Y14	7.63 m	2.31 m	6.29498
Y15	5.15 m	-6.97 m	5.13648
Y16	5.15 m	2.31 m	5.97096
Y17	1.69 m	2.31 m	5.51891
Y18	1.69 m	21.42 m	7.23734
Y19	7.06 m	2.31 m	6.22051
Y20	7.06 m	21.42 m	7.93893
Y21	11.38 m	21.42 m	8.50334
Max=			8.50424

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de franja más crítica

De acuerdo a las franjas analizadas se considera para el análisis de acero la franja F2X, el cual presenta un mayor ancho tributario.

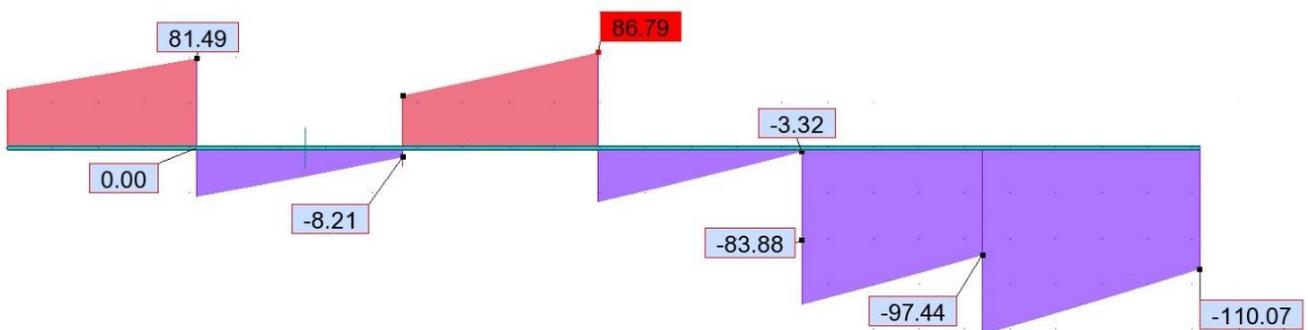
Figura 3.53. Diagrama de esfuerzos actuantes en la franja F2X



Fuente: Elaboración propia

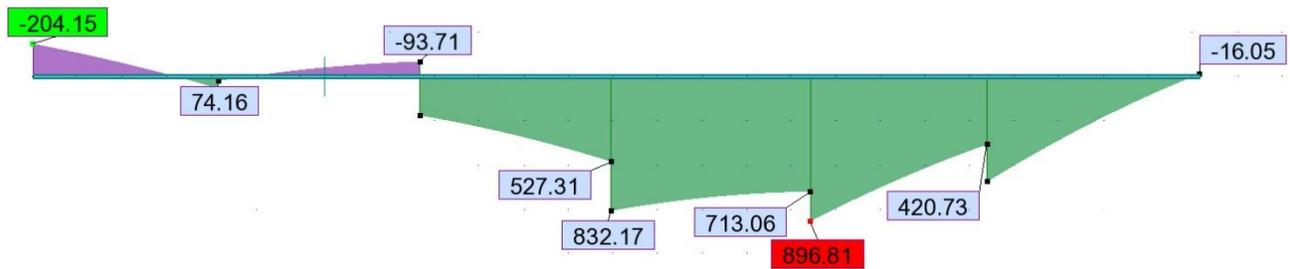
### Diagrama de esfuerzos cortantes y momentos flector

Figura 3.54. Diagrama de esfuerzos cortantes



Fuente: elaboración propia

Figura 3.55. Diagrama de Momento flector



Fuente: elaboración propia

### Cálculo del espesor de la losa

Se calculara con un  $f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} * bo * d$$

$$Vc = 0.53\sqrt{210} * 35 * 40 = 10752.602 \text{ kg}$$

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} * (1.2d + 2d) * d$$

$$10752.602 = 0.53\sqrt{210} * (1.2d + 2d) * d$$

$$d = 20.91 \text{ cm}$$

Asumimos

$$d = 25 \text{ cm}$$

$$Vc = \phi * 0.53 * \sqrt{f'c} = 0.85 * 0.53 * \sqrt{210} = 6.5283$$

$$Vu = \frac{Vmax}{b * d} = \frac{168342}{526 * 25} = 12.80$$

$$Vc > vu$$

No cumple

Aumentamos la altura  $d = 0.30$

$$Vu = \frac{Vmax}{b * d} = \frac{168342}{526 * 50} = 6.40$$

$$Vc > vu$$

Si cumple

### Para el espesor efectivo

Usaremos una varilla de 5/8"

$h$  = espesor total de la losa

$r$  = recubrimiento

$\emptyset$  = Area de diametro de varilla

$$h = d + \frac{\emptyset}{2} + r$$

$$h = 50 \text{ cm} + \frac{1.98 \text{ cm}}{2} + 5 \text{ cm} = 55.90 \text{ cm}$$

$$h = 56 \text{ cm}$$

### DETERMINACION DEL ACERO EN LA LOSA

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{f'rc}}{f_y} * b * d$$

$$A_{smin} = \frac{0.7 * \sqrt{210}}{4200} * 526 * 50$$

$$A_{smin} = 63.52053 \text{ cm}^2$$

Distribución de Varillas ( $\emptyset \frac{5}{8} = 1.98$ )

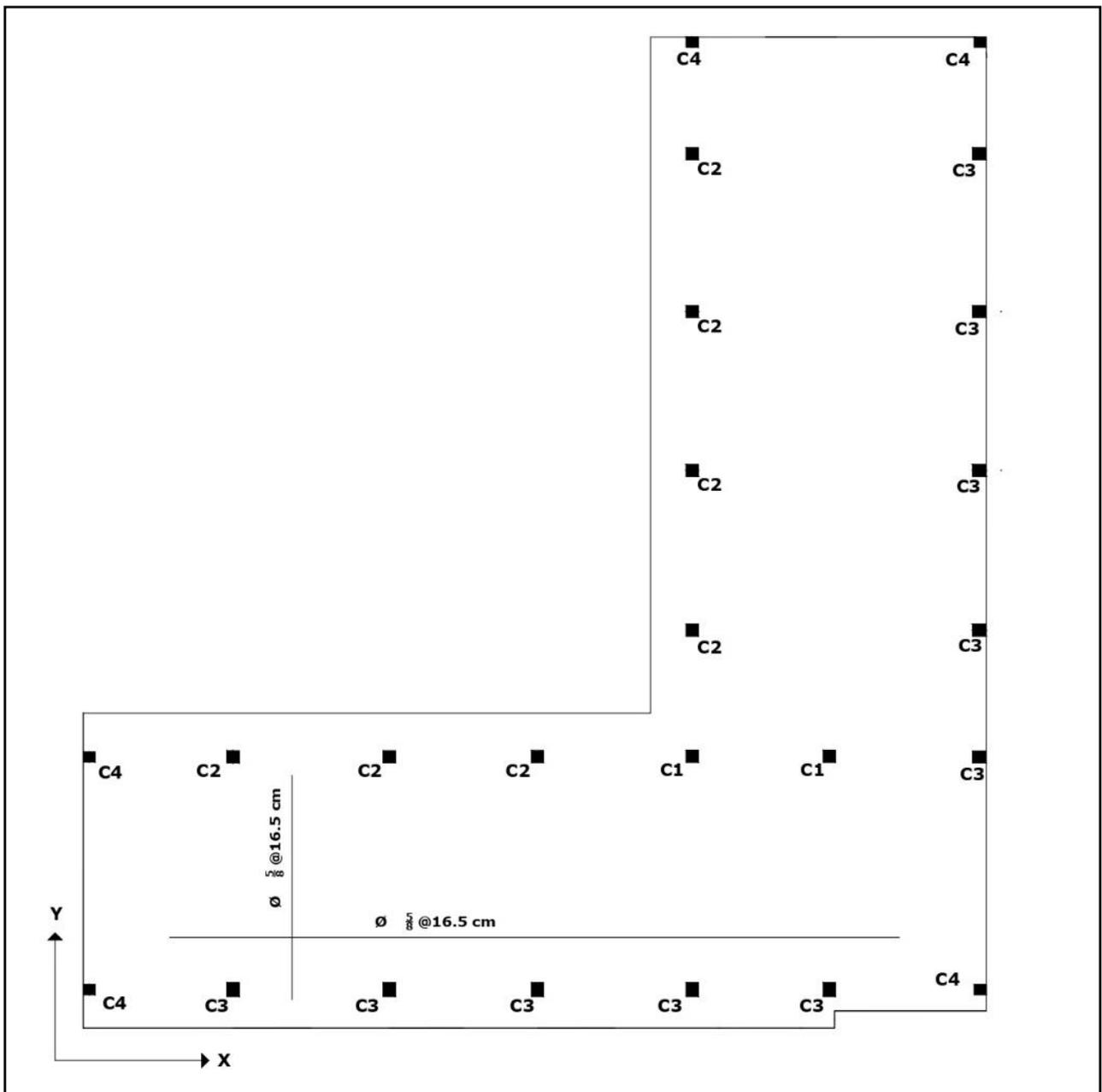
$$\# \text{ de varillas } \frac{63.52}{1.98} = 32.08$$

32 varillas

$$S = \frac{526 \text{ cm}}{32} = 16.43 \text{ cm}$$

$$S = 16.5 \text{ cm}$$

Figura 3.56. Distribución de aceros en la losa de cimentación



Fuente: elaboración propia

### **3.5.5. Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.**

De acuerdo a los diseños realizados de cimentaciones superficiales para la I.E.P. Miguel Grau se pudo calcular las áreas de contacto de las zapatas aisladas como también combinadas y a su vez de la losa de cimentación en el cual las zapatas aisladas necesitaron mayor área de contacto y las zapatas combinadas requirieron mayor altura o espesor efectivo, a su vez el acero requerido es mucho mayor como también el acero necesario.

Por estas características de diseño y consideraciones generales, la mejor cimentación superficial para la I.E.P. Miguel Grau es la losa de cimentación.

#### IV. RESULTADO

Los resultados se muestran en el orden de los objetivos (específicos y luego generales)

**Resultado 1:** Diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.

Se diseñó las zapatas aisladas, en las cuales se consideró el metrado de cargas de la I.E.P. distribuidos a las columnas por medio del área tributaria y de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos se pudo obtener la capacidad carga ultima y la capacidad admisible que es de 0.68 kg/cm, donde se pudo determinar los siguientes resultados.

Tabla 4.1. Dimensiones y características de las zapatas aisladas

Zapatas	Dimensiones		Altura efectiva	Diseño de acero	
	B (m)	L (m)	d (m)	Mu (tn.m) - max	As (cm <sup>2</sup> )
Z-1	3.10	3.10	1.10	24.618	82.36
Z-2	2.05	3.70	1.45	22.857	129.58
Z-3	2.20	3.95	1.68	57.1071	172.45
Z-4	2.05	2.10	1.15	25.301	58.33

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar las zapatas Z-2 y Z3 presentan mayores momentos últimos (Mu) por la distribución arquitectónica y la capacidad admisible del suelo que se considera como malo. Así mismo el área de acero es mayor dichas zapatas.

**Resultado 2:** Calculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.

El diseño de las zapatas combinadas se calculó en base a las columnas más próximas que son en el los ejes A-A, B-B y también ejes 5-5 y 7-7 ya que las columnas en estas direcciones presentan menores distancias entre sí, donde calculo las zapatas combinadas en los ejes más críticos los cuales son ejes A-A y B-B donde se obtuvo los siguientes resultados

Tabla 4.2. Dimensiones y características de las zapatas combinadas

Zapatas	Dimensiones		Altura efectiva	Diseño de acero	
	B (m)	L (m)	d (m)	Mu (tn.m) - max	As (cm <sup>2</sup> )
Z-C1	1.95	26.8	0.55	34.15	25.90
Z-C2	2.10	26.5	0.55	139.06	72.70

Fuente: Elaboración propia

**Resultado 3:** Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

De acuerdo diseño y la configuración estructural de la I.E.P Miguel Grau. Se pudo calcular las dimensiones de la losa de cimentación analizando la excentricidad se pudo calcular el espesor efectivo de losa igual a 55 cm y la altura  $d = 0.50$  con un área de acero de 63.52 cm<sup>2</sup>.

**Resultado 4:** Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.

El diseño más adecuado de cimentación superficial para la I.E.P. Miguel Grau es de losa de cimentación, ya que presenta mejores características de diseño y a su vez su comportamiento estructural es más eficiente.

## V. DISCUSIONES

Las discusiones están en orden a los objetivos específicos y al objetivo general

**Discusión 1:** Diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Antecedente al autor Teniente (2016) en su investigación para el análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta, alcanzo para las cimentaciones aisladas una dimensión entre de área de contacto de 3.84 m<sup>2</sup>

En el trabajo de investigación se diseñó las zapatas aisladas, en las cuales se consideró el metrado de cargas de la I.E.P. distribuidos a las columnas por medio del área tributaria y de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos se pudo obtener el área de contacto de las zapatas que esta entre 4.254m<sup>2</sup> y 9.34 m<sup>2</sup>.

De acuerdo a la norma E.050 (2018) de Suelos y Cimentaciones no establece parámetros de áreas de base contacto de zapatas aisladas pero si recomienda cambiar el diseño del tipo de cimentación cuando la capacidad portante del suelo es muy baja.

De acuerdo a los resultados obtenidos las características de la edificación, así como su uso y las consideraciones de parámetros de suelo se diseñaron las zapatas aisladas en lo cual se completó el objetivo.

**Discusión 2:** Calculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Antecedente al autor Teniente (2016) en su investigación para el análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta, alcanzo para las cimentaciones combinadas una altura efectiva "d" entre 0.35m y 0.40m

En el trabajo de investigación se diseñó las zapatas combinadas, en las cuales se consideró el metrado de cargas de la I.E.P. distribuidos a las columnas por medio del área tributaria y de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos se pudo obtener la altura efectiva “d” que va desde 0.55m con un área de acero máximo de 72.70 cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a la norma E.050 (2018) de Suelos y Cimentaciones recomienda aumentar la altura efectiva de las cimentaciones para reducir los esfuerzos de corte verticales.

De acuerdo a los resultados obtenidos las características de la edificación, así como su uso y las consideraciones de parámetros de suelo se diseñaron las zapatas combinadas en lo cual se completó el objetivo.

**Discusión 3:** Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Antecedente al autor Teniente (2016) en su investigación para el análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta, alcanzo para las losas de cimentaciones, altura efectiva de 45 cm.

En el trabajo de investigación se diseñó las losas de cimentación, en las cuales se consideró el metrado de cargas de la I.E.P. distribuidos a las columnas por medio del área tributaria y de acuerdo al ensayo de mecánica de suelos se pudo obtener la altura efectiva “d” de 50 cm y un espesor de 55 cm para una cortante máxima de 168342 kg.

De acuerdo a la norma E.050 (2018) de Suelos y Cimentaciones define para espesores mínimos de losas menores a 2 niveles no debe ser menor a 0.40m de espesor en lo cual la edificación de análisis esta entre 2 a 3 niveles y el espesor de la losa es de 55 cm.

De acuerdo a los resultados obtenidos las características de la edificación, así como su uso y las consideraciones de parámetros de suelo se diseñaron las losas de cimentación en lo cual se completó el objetivo.

#### **Discusión 4:** Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Antecedente al autor Teniente (2016) en su investigación para el análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del distrito de Anta, pudo determinar que las cimentaciones superficiales tienen características importantes de acuerdo al tipo de edificación y a las características del suelo, donde dependiendo del tipo de cimentación se debe tener en consideración los espesores, las alturas efectivas “d” y el área de contacto necesario.

En el trabajo de investigación se diseñó las zapatas aisladas, zapatas combinadas y losas de cimentación en los cuales de acuerdo a las características y condiciones de terreno incluyendo la edificación se pudo obtener diferentes valores para las áreas de contacto, espesores, y alturas efectivas “d”.

De acuerdo a la norma E.050 (2018) de Suelos y Cimentaciones recomienda para las cimentaciones superficiales tener en consideración, el área de contacto, espesores mínimos, y alturas efectivas, donde el diseño más adecuado está dentro los parámetros desarrollados.

De acuerdo a los resultados se determinó para cada uno los diseños de cimentaciones en el cual por sus características y dimensiones varían considerablemente para cada uno de las cimentaciones.

## VI. CONCLUSIONES

Las conclusiones están en orden de los objetivos específicos y finalmente al objetivo general.

**Conclusión 1:** Diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

El diseño zapatas aisladas, se pudo obtener el área de contacto de las zapatas que están pre dimensionadas a las cargas axiales de las columnas, las cuales tiene grandes luces que son hasta 8.34m y las áreas de contacto entre 4.25m<sup>2</sup> y 9.34 m<sup>2</sup>. Son mayores al permitido para este tipo de zapatas ya que las áreas de contacto en base al área tributaria de cada columna tienen una distancia mínima entre zapata y zapata.

**Conclusión 2:** Calculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

De acuerdo al diseño de zapatas combinadas se calculó de acuerdo a ejes más críticos y también de acuerdo a la distribución arquitectónica de la I.E.P. Miguel Grau donde se pudo obtener las áreas de contacto y las alturas efectivas como la altura total, donde se tiene alturas mínimas de 0.55m y área de acero máximo igual a 72.70 cm<sup>2</sup> el cual varía considerablemente.

**Conclusión 3:** Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

De los cálculos obtenidos de la losa de cimentación considerando el pabellón 2 de la I.E.P. Miguel Grau y a la distribución arquitectónica se realizó mediante el análisis de franjas, las cuales se determinó momentos de inercia, centros de gravedad a su vez las cortantes máximas y momentos. En el cual se obtuvo una altura total de la losa de cimentación de 55 cm con un área de acero máximo igual 63.52 cm<sup>2</sup>.

**Conclusión 4:** Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022

Para la cimentación más adecuada de la I.E.P. Miguel Grau se pudo concluir que la cimentación más adecuada esta en base a sus dimensiones y características, de

los cuales las zapatas aisladas debido a las cargas axiales que soportan las columnas tienen un área de contacto considerable y no son adecuadas, así mismo las zapatas combinadas presentan una altura total entre 0.55 y un área de acero máximo de 72.70 cm<sup>2</sup> que de igual manera no son adecuados, finalmente se tiene la losa de cimentación que presenta una distribución de cargas por franjas, así mismo un espesor total de 55 cm con un área de acero igual a 63.52 cm<sup>2</sup>. Que es más adecuado y el diseño mismo tiene mejor comportamiento estructural.

## VII. RECOMENDACIONES

**Recomendación 1:** Se recomienda el diseño de zapatas aisladas cuando las luces entre columnas no sea mayor a 4.5 m y así poder transmitir mucho mejor las cargas axiales hacia la cimentación con un área de contacto más adecuado. A su vez el área de contacto como la altura y espesor efectivo será menor, así mismo en caso de que la capacidad portante del suelo sea muy baja se recomienda utilizar otro diseño de cimentación superficial como puede ser zapatas combinadas o losas de cimentación.

**Recomendación 2:** Para el diseño de zapatas combinadas en edificaciones con luces grandes se recomienda diseñar las zapatas combinadas entre columnas y ejes con distancias más cortas para poder distribuir de manera más adecuada los esfuerzos hacia el suelo de fundación.

**Recomendación 3:** Para las losas de cimentación se recomienda realizar el análisis de franjas para la determinación de la altura total o espesor total con las cargas axiales mayoradas de acuerdo a la norma E 060 para la terminación de cortantes y momentos.

**Recomendación 4:** Para edificaciones donde la capacidad portante del suelo sea baja y las luces entre columnas sea mayores a 4.5m se recomienda utilizar la cimentación de zapata combinada o losas de cimentación, ya que presentan un mejor comportamiento estructural y una adecuada distribución de sus elementos respecto a sus alturas, áreas y espesores.

## REFERENCIAS

- Grider , A., Ramirez, J., & Yun, Y. (1999). *Structural Concrete Design*. Boca Raton: CRC Press LLC.
- Alenas , Anaxagoras. (2014). *Seismic-Parameter-Based Statistical Procedures for the Approximate Assessment of Structural Damage*. Mathematical Problems in Engineering. doi:10.1155/2014/916820
- Altamirano Ramos, E. K., & Dávila Alarcón, J. Y. (2019). Influencia del nivel freático en la determinación de la capacidad portante de suelos en cimentaciones superficiales de la localidad de Pucacaca provincia de Picota región San Martín. *tesis*. Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Peru.
- ASTM D2488. (2017). *Standard Practice for Description and Identification of Soils*.
- Beltran Cueva , J. R., & Diaz Vargas , D. A. (2018). Análisis de la capacidad de carga admisible de los suelos de cimentación del Complejo Arqueológico Chan Chan debido al ascenso del nivel freático. *Tesis*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Peru.
- Bustamante Sosa , H. A., & Sánchez Oblea, J. A. (2021). Comparacion y determinacion de los softwares Cype y Prota Structure en el diseño de zapatas aisladas. Peru, 2021. *Tesis*. Universidad nacional de Piura, Piura, Peru.
- Cañi Huaricallo, G. G., & Gómez Honori, J. V. (2018). Propuesta tecnica para cimentacion de viviendas ubicadas en el sector VII del distrito Alto de la Alianza - Tacna - 2018. *Tesis*. Universidad Privada de Tacna, Tacna, Peru.
- Chalco Chavez, P., & Olivos Garcia, C. F. (2019). Estudio geotécnico para el diseño de cimentaciones superficiales en suelo arenoso en el proyecto condominio Oasis, distrito de Paracas – Pisco – Ica – Perú. *Tesis*. Universidad San Martín de Porres, Lima, Peru.
- CRUZ del Castillo, C., Olivares Orosco, S., & Gonzales Garcia, M. (2014). *Metodologia de la investigacion* (Primera edicion Ebook ed.). D.F, Mexico: PATRIA. Obtenido de ISBN ebook 978-607-438-876-3
- Dziewonski , A., Chou , T.-A., & Woodhouse, H. (10 de April de 1981). Determination of earthquake source parameters from waveform data for studies of global and regional seismicity. *Journal of Geophysical Research*, 86, 2825. doi:10.1029/JB086iB04p02825
- E.050. (Lunes 03 de diciembre de 2018). Suelos y Cimentaciones. *ICG - Instituto de Construcción y Gerencia*, pág. 46.

- GRACIELA Colome, D., & Eduardo Femina, P. (2018). *Metodología de investigación para estudiantes de ingeniería* (Primera Edición ed.). Ediciones Plaza. Obtenido de ISBN: 978-987-770-605-5
- Guillen Jimenez, M. A., & Janqui Cabero, L. (2016). analisis del sistema estructural de concreto armado sismo \_ resistente en edificaciones: multi familiar de cinco pisos. *Tesis*. Universidad de San Martin de Porres, Lima, Peru.
- HERNANDEZ Sampiere, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (Sexta Edición ed.). D.F., Mexico: Mc Graw Hill Education. Obtenido de ISBN: 978-607-15-029-9
- HUAPAYA Huapaya, C., & Ginocchio Celi, J. F. (2018). *Guía de investigación en ciencias e ingeniería Ingeniería Civil* (Primera Edición ed.). Lima, Peru: Pontificia Universidad Católica del Peru. Obtenido de ISBN: 978-612-47745-2-2
- Larraga Diaz, B. P., & Guerron Ocaña , B. A. (2018). Evaluacion economica: cimentaciones sobre losa vs cimentacion de plintos combinados sobre micro pilotes. caso de estudio residencia Pinduisaca - Quito. *Tesis*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Lemes , Í., Barros, R., Silveira, R., Silva, A., & Rocha, P. (2018). Numerical analysis of RC plane structures: a concentrated nonlinear effect approach. *Latin American Journal of Solids and Structures*, 22. doi:<https://doi.org/10.1590/1679-78254681>
- Manrique Toribio, K. R., & Palomino Sotelo, E. R. (2011). *Diseño integral de pabellones para aulas y servicios en la I.E. 6060 Julio C. Tello Villa Maria del Triunfo*. Universidad Ricardo Palma, Lima Perú.
- Martinez Walters, M. M., & Livigston Chavez, L. (2018). infraestructura como condicion de calidad educativa en el fortalecimiento del desempeño academico estudiantil. *Tesis*. Universidad de la costa, Barranquilla, Colombia.
- MENDEZ Ramirez, I., Namihira Guerrero, D., Moreno Altamirano, L., & Sosa de Martinez, C. (1996). *El Protocolo de Investigación* (Segunda Edición ed.). D.F., Mexico: TRILLAS. Obtenido de ISBN 968-4100-5
- Morales Curo, F. A. (2018). Alternativas de cimentaciones superficiales para edificaciones cimentadas en un terreno con asentamiento diferencial. *Tesis*. Universidad Continental, Huancayo, Peru.
- NIÑO Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la investigación* (Primera Edición ed.). Bogota, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de ISBN: 978-958-8675-94-7

- Ortiz Nestares, M. B. (2018). Determinación de los parámetros Geotécnicos a partir del ángulo de reposo en la arena de la cantera Tita Cruz, Pasco - 2018. *Tesis*. Universidad Nacional Daniel Alcides Carrion, Pasco, Peru.
- Quero Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alpha de Cronbach. *Telos [en línea]*, 12.
- Randall W. Poston , & Basillie G. Rabbat . (2014). *Building code Requirements for structural Concrete (ACI 318M-14)*. American Concrete Institute.
- Roa Alvarado, R. O., & Vidal Saenz, , O. (2019). Evaluación técnico - económica de cimentaciones en terreno con baja capacidad portante, caso, : edificio Maraón de Huamachuco, la Perla, Callao 2019. *Tesis*. Universidad Ricardo Palma, Callao - Lima, Peru.
- Rodríguez Alcalde , A. H. (2015). análisis comparativo del diseño de zapatas aisladas y combinadas rectangulares por flexión uniaxial y biaxial con programa computacional elaborado y Safe. *Tesis*. Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Peru.
- Rodríguez Gómez, D., & Valldeoriola Roquet, J. (2018). *Metodología de la Investigación*. Catalonia: UOC.
- SANCHEZ Carlessi, H., Reyes Romero, C., & Mejía Saenz, K. (2018). *Manual de terminos en investigación científica, tecnologica y humanistica* (Primera Edición ed.). Lima, Peru: Universidad Ricardo Palma. Obtenido de ISBN: 978-612-47351-4-1
- Solórzano Taipe, S. (2021). análisis comparativo de cimentaciones superficiales en un edificio sísmo resistente de concreto armado con sótano y otro similar sin sótano. *Tesis*. Universidad Continental, Huancayo, Peru.
- SUCA Suca, N. L. (2014). *Metodología de la investigación científica y tecnologica en la ingeniería civil* (Primera Edición ed.). Puno, Peru: Sagitario Impresores.
- Teniente Paucar, A. J. (2016). análisis comparativo en la determinación de la capacidad admisible por los métodos de terzagui y meyerhof, para el diseño de cimentaciones superficiales según las características del suelo de Inquilpata del Distrito de Anta. *Tesis*. Universidad del Cusco, Cusco, Peru.
- Tuapanta Dacto, J. V., Duque Vaca, M. A., & Mena Reinoso, A. P. (2017). Alfa de cronbach para validar un cuestionario de uso de tic en docentes universitarios. *mktDescubre - ESPOCH FADE*, 12.
- Turcios Medina, D. (2020). *Comparación de diseño estructural para cimentaciones superficiales utilizando el método rígido convencional y el método Winkler por elementos finitos*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.

- Ureta Poma , W. A., & Olarte Romero , J. E. (2019). Respuesta de cimentaciones superficiales bajo condiciones parcial mente saturado en Quintanilla Pampa, Ascension - Huancavelica. *Tesis Pregrado*. Univercidad Nacional de Huancavelica, Huancavelica, Peru.
- Vega Acuña, C. C., & Moncada Lugo, S. K. (2016). Validación de patologías de cimentaciones superficiales. *Tesis*. Universidad Piloto de Colombia, Bogota, Colombia.
- Velandia Torres, A., & Veloza Velandia, P. A. (2016). Análisis del comportamiento del suelo de cimentación de edificaciones pequeñas, sometidas a incrementos de esfuerzos generados por construcciones vecinas de mayor tamaño. *Tesis*. Universidad Santo Tomas, Bogota, Colombia.
- Vigil Flores, C. A. (2019). Evaluación de la capacidad portante de los suelos para cimentaciones superficiales de la zona urbana de la localidad de Caspizapa, provincia de Picota, región de San Martin. *Tesis*. Universidad Nacional de San Martin, Tarapoto, Peru.

**ANEXOS**  
**ANEXO 1**  
**MATRIZ DE OPERALIZACIÓN DE VARIABLES**

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
V1: Institucion Educativa	Según Manrique y Palomino (2011) Las instituciones educativas son de principal categoría el cual presenta servicios de educación.	La variable 1: Institución Educativa se operacionaliza mediante su dimensión que representa como: Sistema estructural	Sistema estructural	D1: Peso (kg) D2: Cortante (kg) D3: Tipo de suelo	Los instrumentos de investigación empleados son, software de análisis de cálculos Microsoft Excel y análisis estructural como el Robot Structural	Escala Nivel de Razón, según Ñaupas et al (2018) Representan valores diferentes de cero a su vez pueden ser operadas con todas operaciones matemáticas.
V2: Cimentación Superficial	Según Medina (2011) describe que son sistemas cuyos elementos principales trabajan para transmitir cargas axiales hacia el suelo de fundación.	La variable 2: Cimentación superficial se operacionaliza mediante sus dimensiones que representan zapata aislada, zapata combinada y losas de cimentación.	zapata aislada zapata combinada losa de cimentación	D1: Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> ) D2: Esfuerzo córtate (kg) D3: Momentos últimos (kg*m)		

**ANEXO 2**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

“Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022”						
<b>Problemas</b>	<b>Objetivos</b>	<b>Hipótesis</b>	<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Metodología</b>
<b>General</b>	<b>General</b>	<b>General</b>				
¿Cuál es el Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?	Diseño estructural de la cimentación superficial más adecuado en la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022.	Mediante el diseño de cimentaciones superficiales el comportamiento estructural de la IEP. Miguel Grau será más adecuado	V1: Institucion Educativa	Sistema estructural	D1: Peso (kg)	Método Científico
					D2: Cortante (kg)	Tipo de Investigación Aplicada
					D3: Tipo de suelo	Nivel de Investigación Explicativo
						Diseño Cuasi Experimental
¿Cómo Diseñar la cimentación superficial de zapata aislada más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?	Diseño de cimentación superficial de zapata aislada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022	De acuerdo a la capacidad portante del suelo la zapata aislada será más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022	V2: Cimentación Superficial	zapata aislada	D1: Capacidad Portante (kg/cm <sup>2</sup> )	Población: I.E.P. Educativa “Miguel Grau”
¿Cómo Diseñar la cimentación superficial de zapata combinada más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?	Calculo de cimentación superficial de zapata combinada para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022	Mediante las zapatas combinadas mejorara el comportamiento estructural de la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 considerablemente		zapata combinada	D2: Esfuerzo córtate (kg)	Muestra Pabellón representativo de la I.E.P
¿Cómo Diseñar la cimentación superficial de losa de cimentación más adecuado para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022?	Diseño de cimentación superficial de losa de cimentación para la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022	Mediante la losa de cimentación disminuirá considerablemente el asentamiento diferencial en de la IEP. Miguel Grau de la ciudad de Puno 2022 considerablemente		losa de cimentación	D3: Momentos últimos (kg*m)	Muestreo No probabilístico

# ANEXO 3

## Ensayos de laboratorio



**G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.**  
**G&C GEOTECHNIK MATERIAL TEST LABOR**  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN & ENSAYO DE MATERIALES



### ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

<b>TESIS</b>	: "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-1-08C
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO.		
<b>PROCEDENCIA</b>	: SUELO NATURAL - PATIO - PERGOLA		
<b>CALICATA</b>	: SPT - 01		
<b>MUESTRA</b>	: ---		
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 3.15 m.		
		<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
		<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: ---
		<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: N.E.

DESCRIPCIÓN VISUAL - MANUAL	PROFUNDIDAD	N <sub>1</sub>	N <sub>2</sub>	N <sub>3</sub>	N <sub>campo</sub>	Q <sub>100</sub> (Cemento de la muestra) KN/m <sup>2</sup>	N <sub>spH</sub> en arcillas	C <sub>u</sub>	N <sub>100</sub> arenas	N <sub>70</sub>
	0.00 - 0.45	5	4	9	13	4.05	13.00	1.77	23	8
	0.45 - 0.90	11	6	11	17	12.15	17.00	1.71	29	11
	0.90 - 1.35	11	9	7	16	20.25	16.00	1.72	28	10
	1.35 - 1.80	7	16	29	45	28.35	45.00	1.98	62	29
	1.80 - 2.25	11	6	10	16	36.45	16.00	1.72	28	10
	2.25 - 2.70	6	5	3	8	44.55	8.00	1.85	15	5
	2.70 - 3.15	6	3	5	8	52.65	8.00	1.85	15	5



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

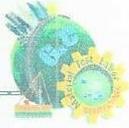
*Mary C. Yana Condori*

BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



**ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)**

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

**TESTS** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO Registro N° : T\_UCV\_EPA-93/22-1-G&C  
 2022" Fecha : 17 de Marzo del 2022

**DATOS GENERALES**

**UBICACIÓN** : JR. CAHUIDE CON JR. TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO.  
**PROFUND.:** SUELO NATURAL - PATIO - PERGOLA  
**CALCATA** : SPT - 01  
**MUESTRA** : ---  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.15 m.

**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA  
**TAMANO MÁXIMO** : 0.0  
**NIVEL FREÁTICO** : N.E.

PROFUNDIDAD	N comp	σ <sub>vm</sub> kN/m <sup>2</sup>	C <sub>H</sub>	N corregido	N <sub>60</sub>	N <sub>60</sub>	ÁNGULO DE FRICCIÓN						Es (kPa)			Densidad Relativa Meyerhof (1957)	
							Terzaghi & Peck 1948	Meyerhof 1955	Peck 1974	Schmert- mann 1975	Hatanaka & Uchida 1996	Promedio	Bowles 1968	Schmertmann 1970	Promedio	Condición	Dr (%)
0.00 - 0.45	13	4.05	1.77	13.00	8	10	32	47	39	42	49	41.5	7000	18407	12704	Medianamente denso	24.5
0.45 - 0.90	17	12.15	1.71	17.00	11	13	33	52	42	44	52	44.2	8000	23248	15624	Medianamente denso	24.0
0.90 - 1.35	16	20.25	1.72	16.00	10	12	33	50	41	43	51	43.5	7750	22069	14909	Medianamente denso	18.2
1.35 - 1.80	45	28.35	1.38	45.00	29	38	40	70	51	51	61	54.7	15000	49655	32328	Muy denso	26.0
1.80 - 2.25	16	36.45	1.72	16.00	10	14	33	50	41	43	51	43.6	7750	22069	14909	Medianamente denso	13.7
2.25 - 2.70	8	44.55	1.65	8.00	5	8	31	39	35	37	43	37.2	5750	11852	8801	Medianamente denso	9.8
2.70 - 3.15	8	52.65	1.85	8.00	5	8	31	39	35	37	43	37.2	5750	11852	8801	Medianamente denso	8.1



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Ing. Alex Luis Gómez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 205176



## ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

<b>PROYECTO</b> : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_JWAC-02/22-01-G&C <b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022
--	---

DATOS GENERALES	
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO.	
<b>PROCEDENCIA</b> : SUELO NATURAL -PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>CALICATA</b> : SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : #
<b>MUESTRA</b> : ---	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : N.E.
<b>PROFUND.</b> : 0.00 - 3.15 m.	

REGISTRO DE SONDAJES								
PROF. (m)	SIMBOL.O	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	
				N SPT	$\phi$ (°) suelo friccionante	c (Kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	N <sub>SPT</sub>	N° de golpes 15 cm
0.15	[Symbol]	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	23	42		[Graph]	[Graph]
0.30			GC					
0.45	[Symbol]	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	29	44		[Graph]	[Graph]
0.60			GC					
0.75	[Symbol]	GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	28	44		[Graph]	[Graph]
0.90			GP - GC					
1.05	[Symbol]	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARCILLA Y ARENA	GP - GC	62	55		[Graph]	[Graph]
1.20			GP - GC					
1.35	[Symbol]	GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP - GM	28	44		[Graph]	[Graph]
1.50			GP - GM					
1.65	[Symbol]	ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	SC	15	37		[Graph]	[Graph]
1.80			SC					
1.95	[Symbol]	ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM	7			[Graph]	[Graph]
2.10			SM					
2.25	[Symbol]	ARENA LIMOSA	SM				[Graph]	[Graph]
2.40			SM					
2.55	[Symbol]	ARENA LIMOSA	SM				[Graph]	[Graph]
2.70			SM					
2.85	[Symbol]	ARENA LIMOSA	SM				[Graph]	[Graph]
3.00			SM					
3.15	[Symbol]	ARENA LIMOSA	SM				[Graph]	[Graph]
3.15			SM					



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.  
  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.  
  
 ING. ALEXIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176

**ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTANDAR (SPT)**

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

**PROYECTO** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA TEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"  
**Registro N°** : T\_UCV\_JWAC-02/22-01-G&C  
**Fecha** : 17 de Marzo del 2022

**DATOS GENERALES**  
**UBICACIÓN** : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO.  
**PROCEDENCIA** : SUELO NATURAL -PATIO - PERGOLA  
**CALICATA** : SPT - 01  
**MUESTRA** : ---  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.15 m.  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA  
**TAMANO MÁXIMO** : #  
**NIVEL FREÁTICO** : N.E.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCION DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR		
				N SPT	q (kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	c (kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	q <sub>u</sub> kg/cm <sup>2</sup>	q <sub>adm</sub> kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
									q <sub>ultima</sub>	q <sub>adm</sub>
0.15		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	23	42	0.56	1.73	0.575		
0.30			GC	29	44	1.09	2.18	0.725		
0.45			GC							
0.60		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC							
0.75			GC							
0.90			GC							
1.05			GC							
1.20			GC							
1.35			GC							
1.50		GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARCILLA Y ARENA	GP - GC	28	44	1.03	2.07	0.690		
1.65			GP-GC							
1.80			GP-GC	62	55	2.33	4.66	1.552		
1.95			GP-GC							
2.10		GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP - GM							
2.25			GP - GM							
2.40		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	SC	28	44	1.03	2.07	0.690		
2.55			SC							
2.70		ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM	15	37	0.56	1.11	0.370		
2.85			SM							
3.00		ARENA LIMOSA	SM	7	37	0.23	0.56	0.165		
3.15			SM							



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Galla*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ GALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176

**ENSAYO DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)**

STANDARD TEST METHOD FOR STANDARD PENETRATION TEST (SPT) AND SPLIT-BARREL SAMPLING OF SOILS (ASTM D1586 / D1586M - 18)

**PROYECTO** : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"  
**Registro N°** : T\_UCV\_IWAC-02/22-01-G&C  
**Fecha** : 17 de Marzo del 2022

**DATOS GENERALES**  
**UBICACIÓN** : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO.  
**PROCEDENCIA** : SUELO NATURAL - PATIO - PERGOLA  
**CALICATA** : SPT - 01  
**MUESTRA** : ---  
**PROFUND.** : 0.00 - 3.15 m.  
**SOLICITANTE** : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA  
**TAMANO MÁXIMO** : #  
**NIVEL FREÁTICO** : N.E.

PROF. (m)	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES				ENSAYOS DE PENETRACION ESTÁNDAR		
				N SPT	φ (°) ángulo cohesivo	c (kg/cm <sup>2</sup> ) suelo cohesivo	qu kg/cm <sup>2</sup>	qp <sub>10</sub> kg/cm <sup>2</sup>	qp <sub>10</sub> m	
									kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
0.15		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC	23	42	0.86	1.73	0.575		
0.30			GC							
0.45			GC	29	44	1.09	2.18	0.726		
0.60		GRAVA ARCILLOSA CON ARENA	GC							
0.75			GC							
0.90			GC							
1.05			GC							
1.20			GC							
1.35			GP - GC	28	44	1.03	2.07	0.690		
1.50		GRAVA POBREMENTE GRADADA CON ARCILLA Y ARENA	GP-GC							
1.65			GP-GC	62	55	2.33	4.66	1.552		
1.80			GP-GC							
1.95		GRAVA POBREMENTE GRADADA CON LIMO Y ARENA	GP - GM							
2.10			GP - GM							
2.25		ARENA ARCILLOSA CON GRAVA	SC	28	44	1.03	2.07	0.690		
2.40			SC							
2.55		ARENA LIMOSA CON GRAVA	SM							
2.70			SM	15	37	0.56	1.11	0.370		
2.85			SM							
3.00		ARENA LIMOSA	SM							
3.15			SM	7	37	0.28	0.56	0.185		



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gómez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

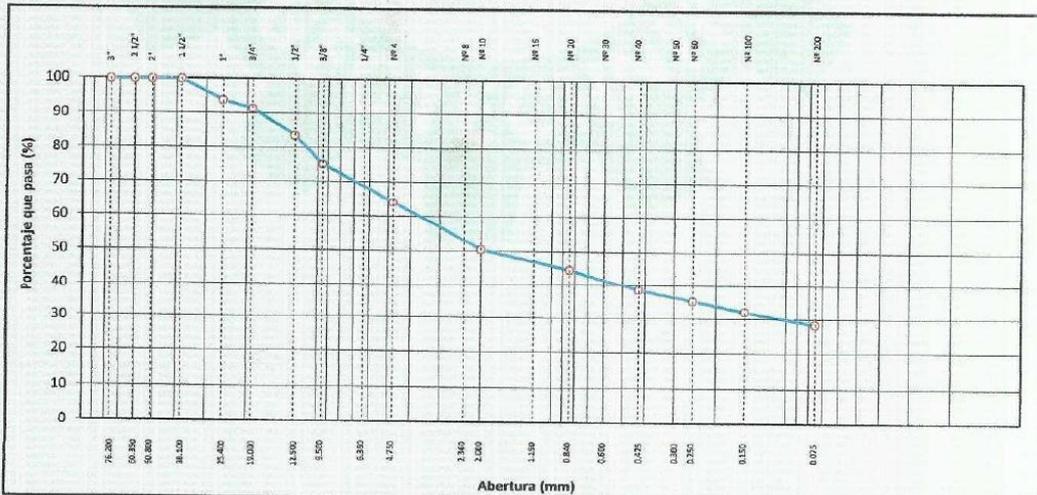
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:1
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDECENCIA</b> : PATIO - PERGOLA		<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01		<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b> : M - 01		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E	
<b>PROFUND.</b> : 0.00 - 0.60 m.		<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S	
		<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.	
		<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1 1/2 in	
		<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 450.8 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 450.8 gr.
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%): 11.7
3 in	76.200						TAMANO MÁXIMO : 1 1/2 in
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): 32.00
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): 20.00
1 1/2 in	38.100				100.00		Índice Plástico (IP): 12.00
1 in	25.400	27.77	6.16	6.16	93.84		Clasificación (SUCS): GC
3/4 in	19.000	10.88	2.41	8.57	91.43		Clasificación (AASHTO): A-2-6 (0)
1/2 in	12.500	35.46	7.87	16.44	83.56		Índice de Consistencia: 1.69
3/8 in	9.500	37.60	8.32	24.76	75.24		<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b>
1/4 in	6.350						Descripción (AASHTO): REGULAR
Nº 4	4.750	50.16	11.13	35.89	64.11		Descripción (SUCS): Grava arcillosa con arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica:
Nº 10	2.000	61.22	13.58	49.47	50.53		Turba: --
Nº 16	1.190						CU: 0.000 cc: 0.000
Nº 20	0.840	26.13	5.80	55.27	44.73		<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b>
Nº 30	0.600						Grava > 2": 0.00
Nº 40	0.425	27.66	6.14	61.40	38.60		Grava 2" - Nº 4: 35.89
Nº 50	0.300						Arena Nº 4 - Nº 200: 35.63
Nº 60	0.250	15.02	3.33	64.74	35.26		Finos < Nº 200: 28.48
Nº 100	0.150	13.70	3.04	67.78	32.22		%>3": 0.0%
Nº 200	0.075	16.86	3.74	71.52	28.48		
< Nº 200	FONDO	128.39	28.48	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 BACH. IC MARIANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES



## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

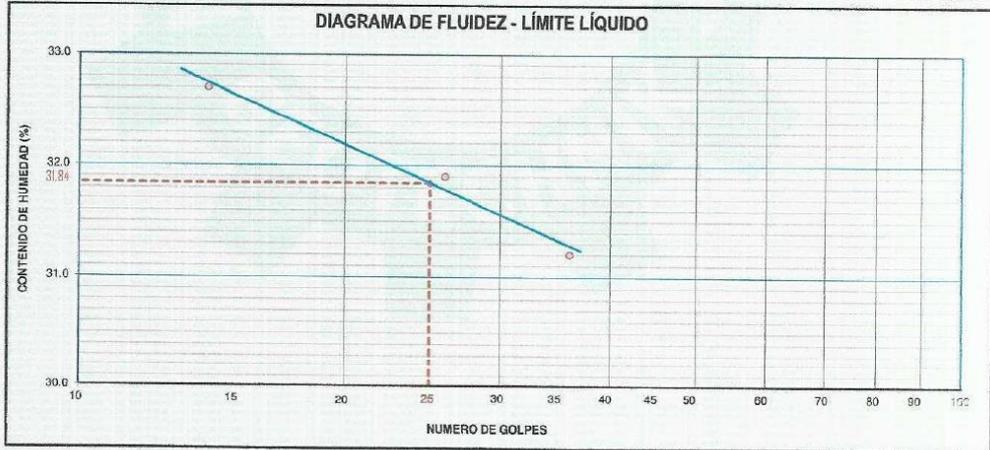
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:1
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01		
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 0.60 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3896 m.s.n.m.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 06	LC - 07	LC - 08	
MASA DE LA TARA	[g]	46.83	45.95	42.95	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	65.27	63.59	58.35	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	60.73	59.32	54.69	
MASA DE AGUA	[g]	4.54	4.27	3.66	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	13.9	13.37	11.74	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.70	31.90	31.20	
NUMERO DE GOLPES	n°	14	26	36	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 09	LC - 10		
MASA DE LA TARA	[g]	46.39	49.02		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.33	52.11		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.84	51.59		
MASA DE AGUA	[g]	0.49	0.52		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.45	2.57		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	20.00	20.20	LP= 20.1	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	32.00
LÍMITE PLÁSTICO	20.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	12.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



*[Signature]*  
 ING. ALEXANDER GÓMEZ CANLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:1
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 01	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 0.00 - 0.60 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390303.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 01		
Masa Tara	[g]	69.16		
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	572.85		
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	520.02		
Masa Agua	[g]	52.83		
Masa Suelo Seco	[g]	450.86		
Contenido de Humedad	[g]	11.72		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>11.7</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Miguel*  
BACH. MIGUEL C. YANA CONDORI  
TECNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Alexis*  
ING. ALEXIS GÓMEZ GALLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP N° 209176



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40**

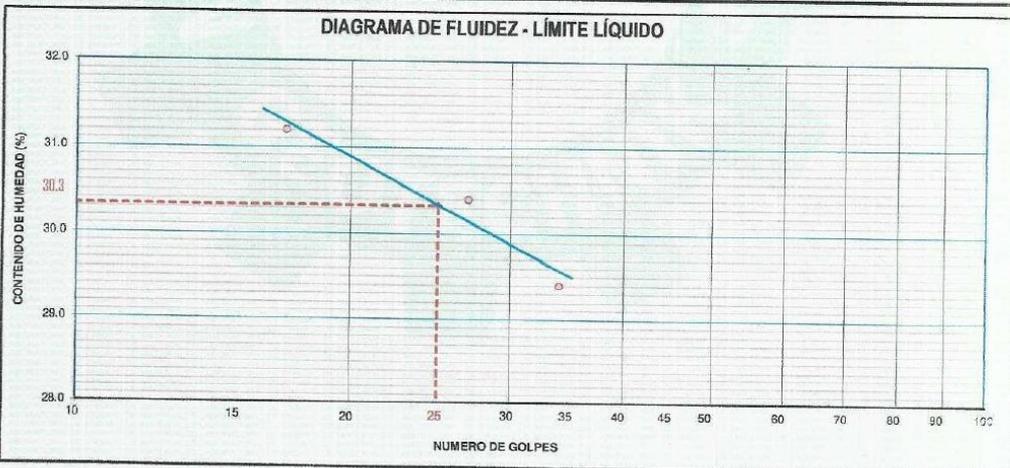
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - (17 e1))

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA TEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:2
		<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>PROFUND.</b>	: 0.60 - 1.20 m.	<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1 1/2 in	<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 11	LC - 12	LC - 13	
MASA DE LA TARA	[g]	45.79	48.08	34.45	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	60.18	66.29	53.04	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	56.76	62.05	48.82	
MASA DE AGUA	[g]	3.42	4.24	4.22	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	10.97	13.97	14.37	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	<b>31.20</b>	<b>30.40</b>	<b>29.40</b>	
NUMERO DE GOLPES	n°	<b>17</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 14	LC - 15		
MASA DE LA TARA	[g]	45.56	46.74		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.09	49.38		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.55	48.98		
MASA DE AGUA	[g]	0.54	0.40		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.99	2.24		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	<b>18.10</b>	<b>17.90</b>	<b>LP= 18</b>	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	30.00
LÍMITE PLÁSTICO	18.00
ÍNDICE DE PLÁSTICIDAD	12.00

**OBSERVACIONES**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*

BACH. ICARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



*[Signature]*

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 220178



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:2
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR. TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 02	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 0.60 - 1.20 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390303.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 05		
Masa Tara	[g]	57.85		
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	325.40		
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	298.00		
Masa Agua	[g]	27.40		
Masa Suelo Seco	[g]	240.15		
Contenido de Humedad	[g]	11.41		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>11.4</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Miguel*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

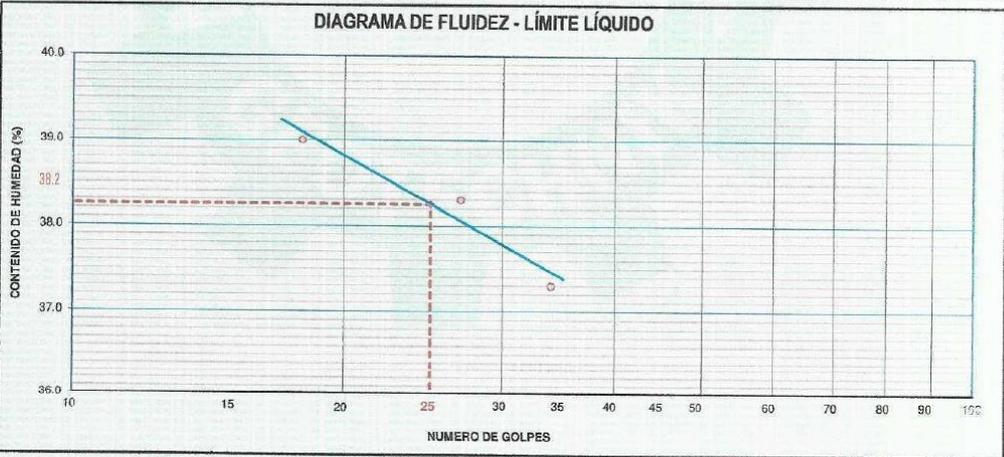
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:3
		<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR. TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 03	<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>PROFUND.</b>	: 1.20 - 1.80 m.	<b>NORTE</b> : 8248816.54 m S
	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1 1/2 in	<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 16	LC - 17	LC - 18	
MASA DE LA TARA	[ g ]	46.18	46.11	45.5	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]	65.42	61.48	60.92	
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]	60.02	57.22	56.73	
MASA DE AGUA	[ g ]	5.4	4.26	4.19	
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]	13.84	11.11	11.23	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	<b>39.00</b>	<b>38.30</b>	<b>37.30</b>	
NUMERO DE GOLPES	n°	<b>18</b>	<b>27</b>	<b>34</b>	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 19	LC - 20		
MASA DE LA TARA	[ g ]	45.66	45.47		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]	48.52	48.66		
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]	48.01	48.09		
MASA DE AGUA	[ g ]	0.51	0.57		
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]	2.35	2.62		
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	21.70	21.80	<b>LP= 21.75</b>	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	38.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16.00

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 BACH. IC MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y ENSAYO DE MATERIALES G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA TEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:3
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR. TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 03	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 1.20 - 1.80 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390303.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 03		
Masa Tara	[ g ]	71.25		
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	475.71		
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	455.74		
Masa Agua	[ g ]	19.97		
Masa Suelo Seco	[ g ]	384.49		
Contenido de Humedad	[ g ]	5.19		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>5.2</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 BACH. YANAY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CAYLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

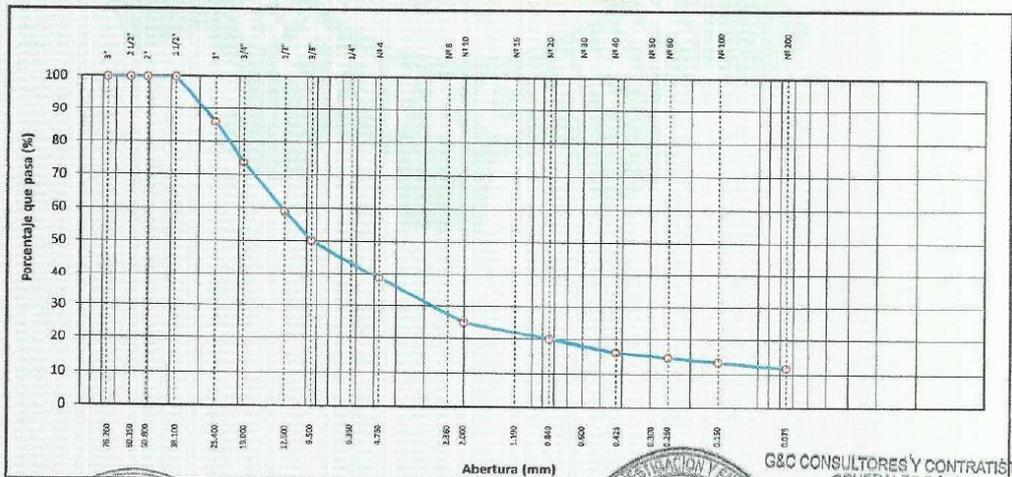
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:3
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDENCIA</b> : PATIO - PERGOLA		<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01		<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b> : M - 03		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E	
<b>PROFUND.</b> : 1.20 - 1.80 m.		<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S	
		<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.	
		<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1 1/2 in	
		<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4316 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						
6 in	152.400						
5 in	127.000						
4 in	101.600						
3 in	76.200						
2 1/2 in	60.350						
2 in	50.800						
1 1/2 in	38.100						
1 in	25.400	53.50	13.92	13.92	100.00		Masa inicial seco : 384.4 gr. Masa Global : 384.4 gr.
3/4 in	19.000	47.33	12.31	26.23	73.77		<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
1/2 in	12.500	56.43	14.68	40.91	59.09		Contenido de Humedad (%): 5.2
3/8 in	9.500	34.15	8.88	49.79	50.21		TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in
1/4 in	6.350						Límite Líquido (LL): 38.00
Nº 4	4.750	44.02	11.45	61.24	38.76		Límite Plástico (LP): 22.00
Nº 8	2.360						Índice Plástico (IP): 16.00
Nº 10	2.000	52.81	13.74	74.98	25.02		Clasificación (SUCS) : GP - GC
Nº 16	1.190						Clasificación (AASHTO) : A-2-6 (0)
Nº 20	0.840	18.92	4.92	79.90	20.10		Índice de Consistencia : 2.05
Nº 30	0.600						<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b>
Nº 40	0.425	13.97	3.63	83.54	16.46		Descripción (AASHTO) : REGULAR
Nº 50	0.300						Descripción (SUCS) : Grava pobremente gradada con arcilla y arena
Nº 60	0.250	5.63	1.52	85.05	14.95		Materia Orgánica :
Nº 100	0.150	4.99	1.30	86.35	13.65		Turba : --
Nº 200	0.075	6.36	1.65	88.01	11.99		CU : 0.000 CC : 0.000
< Nº 200	FONDO	46.11	11.99	100.00			<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b>
							Grava > 2" : 0.00
							Grava 2" - Nº 4 : 61.24
							Arana Nº4 - Nº 200 : 26.76
							Finos < Nº 200 : 11.99
							%>3" : 0.0%

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 BACH. IKENRY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.  
  
 ING. ALEXIS GOMEZ GALZA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

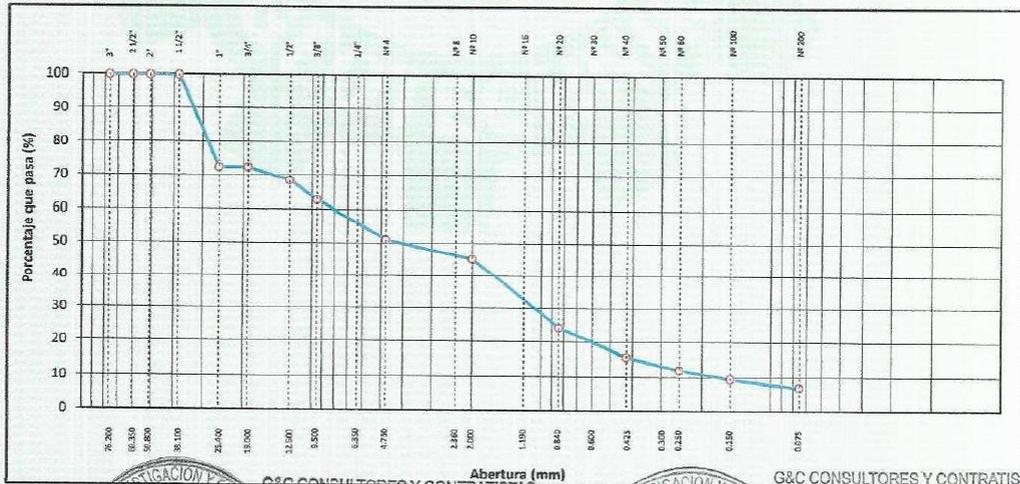
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:4
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDECENCIA</b> : PATIO - PERGOLA		<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01			<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b> : M - 04	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1 1/2 in		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>PROFUND.</b> : 1.80 - 2.10 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m		<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
			<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4316 - D3292 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 70.4 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 70.4 gr.
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%): 16.5
3 in	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : 1 1/2 in
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): 37.00
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): 30.00
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): 7.00
1 in	25.400	19.48	27.66	27.66	100.00		Clasificación (SUCS): GP - GM
3/4 in	19.000				72.34		Clasificación (AASHTO): A-2-4 (0)
1/2 in	12.500	2.70	3.83	31.49	68.51		Índice de Consistencia: 2.93
3/8 in	9.500	3.97	5.64	37.13	62.87		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6.350						Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 4	4.750	8.33	11.83	48.96	51.04		Descripción (SUCS): Grava pobremente graduada con limo y arena
Nº 8	2.360						Materia Orgánica:
Nº 10	2.000	3.97	5.64	54.59	45.41		Turba: --
Nº 16	1.190						CU: 49.755 CC: 0.875
Nº 20	0.840	14.93	21.20	75.79	24.21		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2": 0.00
Nº 40	0.425	5.99	8.50	84.30	15.70		Grava 2" - Nº 4: 48.96
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200: 43.83
Nº 60	0.250	2.51	3.56	87.86	12.14		Finos < Nº 200: 7.21
Nº 100	0.150	1.81	2.57	90.43	9.57		% < 3": 0.0%
Nº 200	0.075	1.66	2.36	92.79	7.21		
< Nº 200	FONDO	5.08	7.21	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



**BACH. TARY C. YANA CONDORI**  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



**LUIS GÓMEZ CALÁ**  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176

## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

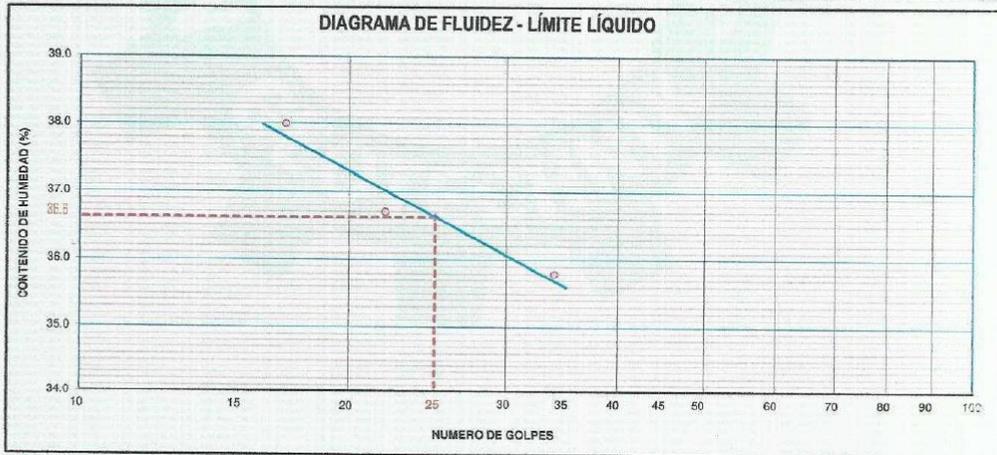
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:4
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b>	: M - 04	<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
<b>PROFUND.</b>	: 1.80 - 2.10 m.	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 21	LC - 22	LC - 23	
MASA DE LA TARA	[ g ]	47.34	43.07	48.17	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]	66.53	59.60	65.30	
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]	61.25	55.16	60.78	
MASA DE AGUA	[ g ]	5.28	4.44	4.52	
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]	13.91	12.09	12.61	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	36.00	36.70	35.80	
NUMERO DE GOLPES	n°	17	22	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 24	LC - 25		
MASA DE LA TARA	[ g ]	45.8	42.39		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]	48.66	46.18		
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]	48.00	45.30		
MASA DE AGUA	[ g ]	0.66	0.88		
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]	2.20	2.91		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	30.00	30.20	LP= 30.1	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	37.00
LÍMITE PLÁSTICO	30.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*  
 BACH. ICIMARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO



*[Signature]*  
 ING. ALEXIS GÓMEZ GALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA TEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:4
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b>	: M - 04	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1 1/2 in
<b>PROFUND.</b>	: 1.80 - 2.10 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 04		
Masa Tara	[g]	71.91		
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	154.04		
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	142.40		
Masa Agua	[g]	11.64		
Masa Suelo Seco	[g]	70.49		
Contenido de Humedad	[g]	16.51		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>16.5</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gómez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

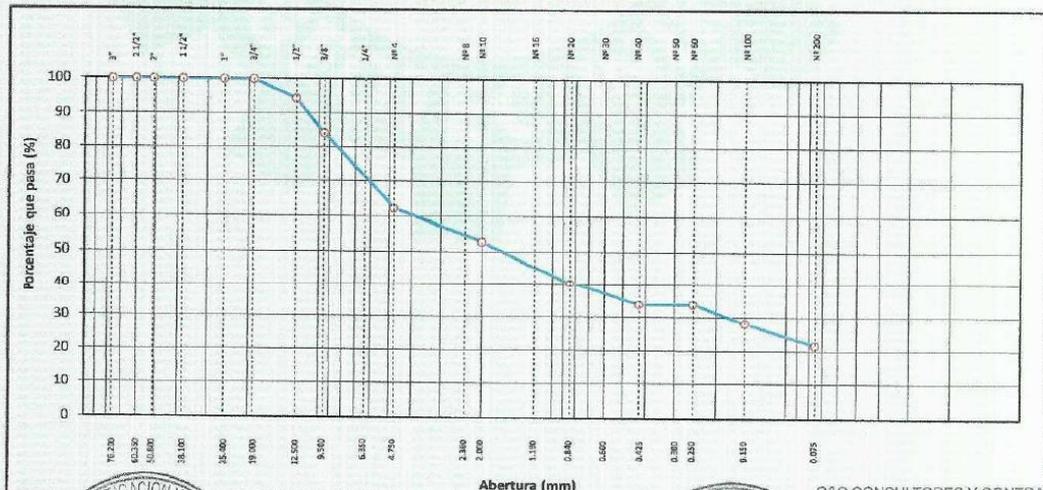
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP, MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:5
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b>	: M - 05	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 3/4 in
<b>PROFUND.</b>	: 2.10 - 2.25 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D216 - D4316 - D3282 - D2487)	
10 in	254.000							
6 in	152.400						Masa inicial seco : 90.9 gr.	
5 in	127.000						Masa Global : 90.9 gr.	
4 in	101.600						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO	
3 in	76.200						Contenido de Humedad (%):	23.1
2 1/2 in	60.350						TAMANO MÁXIMO:	3/4 in
2 in	50.800						Límite Líquido (LL):	32.00
1 1/2 in	38.100						Límite Plástico (LP):	22.00
1 in	25.400						Índice Plástico (IP):	10.00
3/4 in	19.000				100.00		Clasificación (SUCS):	SC
1/2 in	12.500	5.11	5.62	5.62	94.38		Clasificación (AASHTO):	A-2-4 (0)
3/8 in	9.500	9.25	10.17	15.79	84.21		Índice de Consistencia:	0.89
1/4 in	6.350	6.66	7.33	23.12	76.88		DESCRIPCIÓN DEL SUELO	
Nº 4	4.750	13.23	14.55	37.67	62.33		Descripción (AASHTO):	BUENO
Nº 8	2.360						Descripción (SUCS):	Arena arcillosa con grava
Nº 10	2.000	8.59	9.45	47.12	52.88		Materia Orgánica:	
Nº 16	1.190						Turba:	-
Nº 20	0.840	11.34	12.47	59.59	40.41		CU:	0.000
Nº 30	0.600						CC:	0.000
Nº 40	0.425	5.92	6.51	66.10	33.90		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS	
Nº 50	0.300						Grava > 2":	0.00
Nº 60	0.250						Grava 2" - Nº 4:	37.67
Nº 100	0.150	5.18	5.70	71.80	28.20		Arena Nº4 - Nº 200:	40.68
Nº 200	0.075	5.96	6.56	78.35	21.65		Finos < Nº 200:	21.65
< Nº 200	FONDO	19.68	21.65	100.00			% < 3":	0.0%

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



*[Signature]*  
 BACH. IOHANNES G. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



*[Signature]*  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176

## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

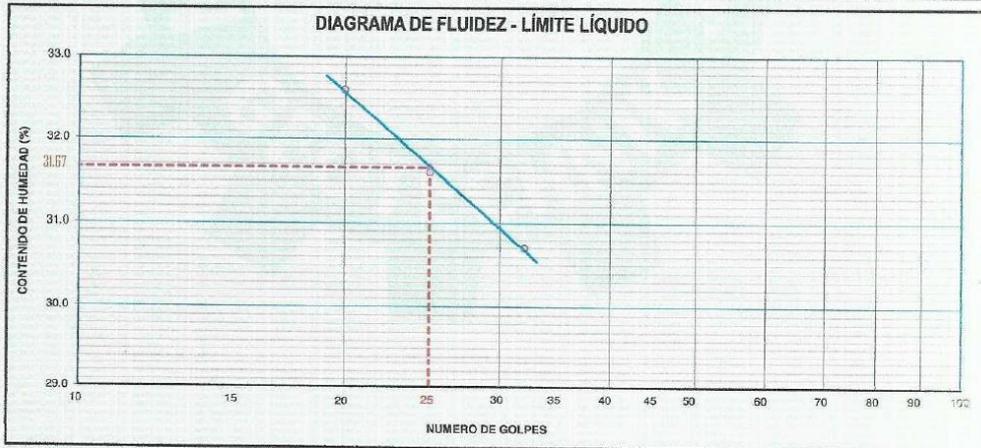
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:5
		<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b>	: M - 05	<b>ESTE</b> : 390383.07 m F
<b>PROFUND.</b>	: 2.10 - 2.25 m.	<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 3/4 in	<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.
	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)				
Nro. DE TARA	n°	LC - 26	LC - 27	LC - 28
MASA DE LA TARA	[g]	48.66	46.09	46.45
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	67.91	64.96	63.50
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	63.18	60.44	59.50
MASA DE AGUA	[g]	4.73	4.54	4
MASA DEL SUELO SECO	[g]	14.52	14.35	13.05
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	32.60	31.60	30.70
NUMERO DE GOLPES	n°	20	25	32

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)				
Nro. DE TARA		LC - 29	LC - 30	
MASA DE LA TARA	[g]	46.52	46.61	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.17	49.55	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.69	49.02	
MASA DE AGUA	[g]	0.48	0.53	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.17	2.41	
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	22.10	22.00	LP= 22.05



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	32.00
LÍMITE PLÁSTICO	22.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.
G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Handwritten signature*  
 BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Handwritten signature*  
 ING. LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	Registro N° : T_UCV_EPA-03/22-01:5
		Fecha : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 3/4 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 05	
<b>PROFUND.</b>	: ± 2.10 - 2.25 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
		<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
		<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 05		
Masa Tara	[ g ]	69.71		
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	181.74		
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	180.69		
Masa Agua	[ g ]	21.05		
Masa Suelo Seco	[ g ]	90.98		
Contenido de Humedad	[ g ]	23.14		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>23.1</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Calla*  
 ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

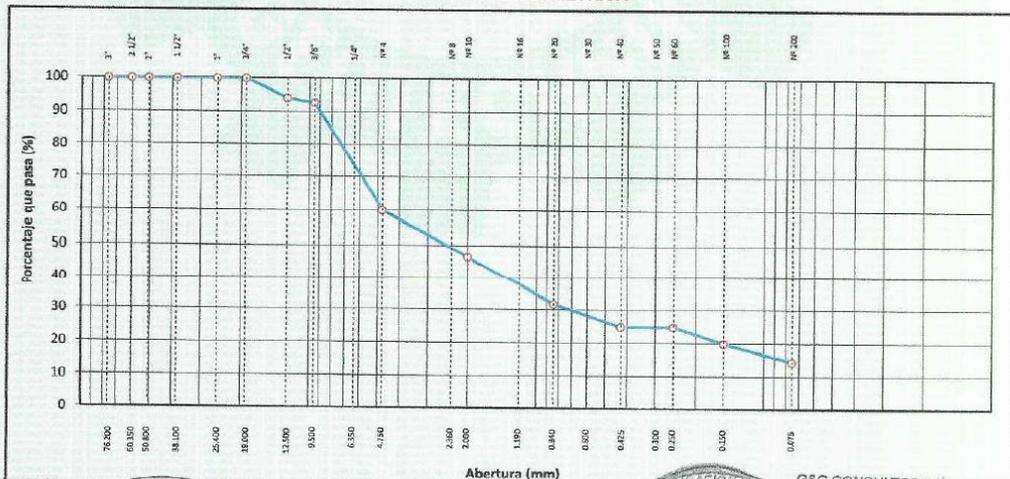
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b> : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	Registro N° : T_UCV_EPA-03/22-01:6
	Fecha : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b> : PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	<b>COORDENADAS</b>
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>MUESTRA</b> : M - 05	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 3/4 in	<b>NORTE</b> : 8248615.54 m S
<b>PROFUND.</b> : 2.25 - 2.40 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 91.8 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 91.8 gr.
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%): 22.8
3 in	76.200						TAMANO MAXIMO : 3/4 in
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): NP
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): NP
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): NP
1 in	25.400						Clasificación (SUCS): SM
3/4 in	19.000				100.00		Clasificación (AASHTO): A-1-a (0)
1/2 in	12.500	5.46	5.95	5.95	94.05		Índice de Consistencia: NP
3/8 in	9.500	1.23	1.34	7.28	92.72		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6.350	6.97	7.59	14.87	85.13		Descripción (AASHTO): BUENO
Nº 4	4.750	23.11	25.16	40.04	59.96		Descripción (SUCS): Arena limosa con grava
Nº 8	2.360						Materia Orgánica:
Nº 10	2.000	12.15	13.23	53.27	46.73		Turba: --
Nº 16	1.190						CU: 0.000 CC: 0.000
Nº 20	0.840	13.80	15.03	68.29	31.71		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2": 0.00
Nº 40	0.425	6.26	6.82	75.11	24.89		Grava 2" - Nº 4: 40.04
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200: 45.66
Nº 60	0.250						Finos < Nº 200: 14.31
Nº 100	0.150	4.52	4.92	80.03	19.97		%<3": 0.0%
Nº 200	0.075	5.20	5.66	85.89	14.31		
< Nº 200	FONDO	13.14	14.31	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones: DATOS PUNO PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



*Stuyier*  
 BACH. TERRY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



*Alex Luis Gomez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GOMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 200176

## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

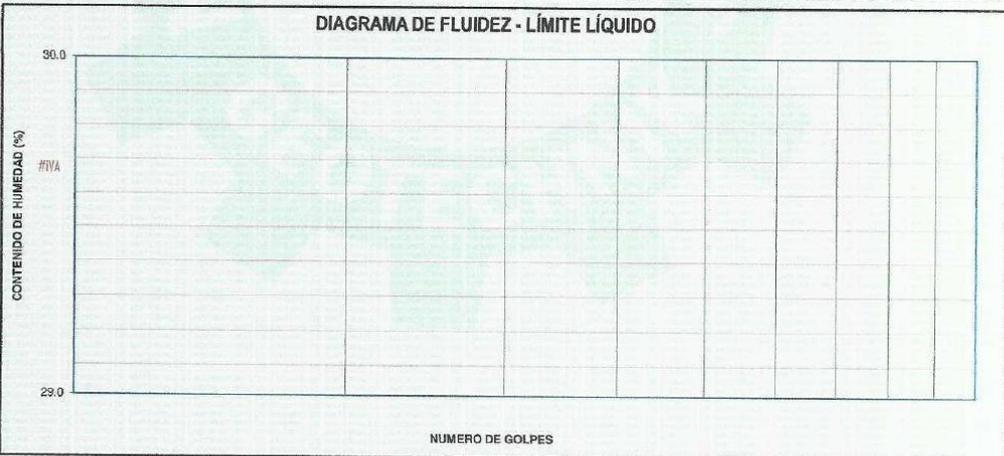
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:6
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01		
<b>MUESTRA</b>	: M - 06	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 3/4 in
<b>PROFUND.</b>	: 2.25 - 2.40 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°				
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	(%)				
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	n°				

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA					
MASA DE LA TARA	[ g ]				
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[ g ]				
MASA TARA + SUELO SECO	[ g ]				
MASA DE AGUA	[ g ]				
MASA DEL SUELO SECO	[ g ]				
<b>CONTENIDO DE DE HUMEDAD</b>	(%)	NP	NP	LP= NP	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	NP
LÍMITE PLÁSTICO	NP
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	NP

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DE LA OBRA.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:6
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022
<b>DATOS GENERALES</b>			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 3/4 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 06	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 2.25 - 2.40 m.	<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 06		
Masa Tara	[g]	69.18		
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	182.10		
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	161.11		
Masa Agua	[g]	20.99		
Masa Suelo Seco	[g]	91.93		
Contenido de Humedad	[g]	22.83		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>22.8</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
BACH. MARY C. YANA CONDORI  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gómez Casla*  
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CASLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP N° 209176



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

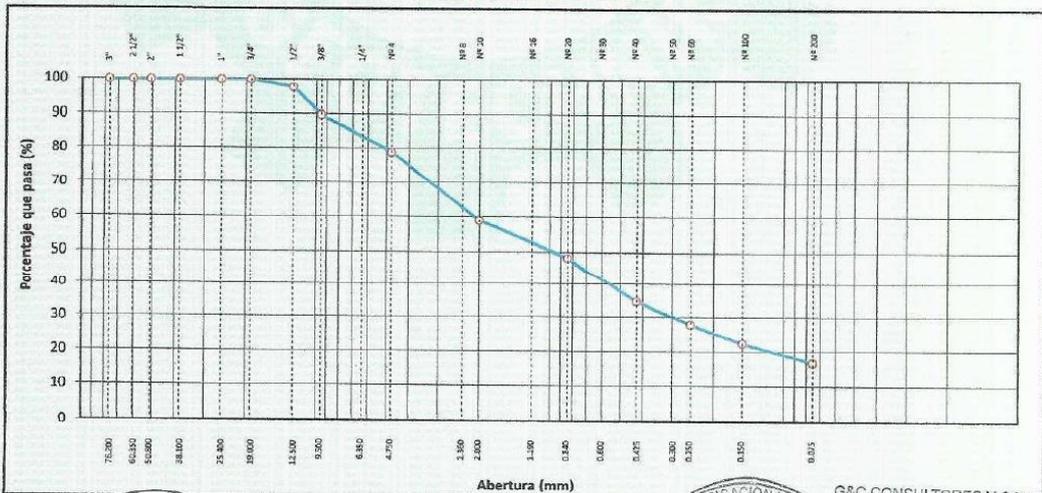
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b> : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:7 <b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022
--	--

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDECENCIA</b> : PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	<b>COORDENADAS</b>
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 3/4 in	<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>MUESTRA</b> : M - 07	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
<b>PROFUND.</b> : 2.40 - 2.70 m.		<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACION (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						
6 in	152.400						Mesa inicial seco : 230.3 gr.
5 in	127.000						Mesa Global : 280.3 gr.
4 in	101.600						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
3 in	76.200						Contenido de Humedad (%): 24.6
2 1/2 in	60.350						TAMAÑO MÁXIMO : 3/4 in
2 in	50.800						Límite Líquido (LL): 43.00
1 1/2 in	38.100						Límite Plástico (LP): 28.00
1 in	25.400						Índice Plástico (IP): 15.00
3/4 in	19.000				100.00		Clasificación (SUCS) : SM
1/2 in	12.500	5.28	2.29	2.29	97.71		Clasificación (AASHTO) : A-2-7 (0)
3/8 in	9.500	18.15	7.88	10.18	89.82		Índice de Consistencia : 1.23
1/4 in	6.350						<b>DESCRIPCIÓN DEL SUELO</b>
Nº 4	4.750	25.25	10.97	21.14	78.86		Descripción ( AASHTO): REGULAR
Nº 8	2.360						Descripción ( SUCS): Arena limosa con grava
Nº 10	2.000	45.95	19.96	41.10	58.90		Materia Orgánica :
Nº 16	1.190						Turba : --
Nº 20	0.840	24.23	10.52	51.62	48.38		CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 30	0.600						<b>CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS</b>
Nº 40	0.425	31.85	13.83	65.45	34.55		Grava > 2" : 0.00
Nº 50	0.300						Grava 2" - Nº 4 : 21.14
Nº 60	0.250	15.23	6.61	72.07	27.93		Arena Nº4 - Nº 200 : 62.16
Nº 100	0.150	12.67	5.50	77.57	22.43		Finos < Nº 200 : 16.70
Nº 200	0.075	13.20	5.73	83.30	16.70		%<3" : 0.0%
< Nº 200	FONDO	38.45	16.70	100.00			

**CURVA GRANULOMÉTRICA**



Observaciones: LAS MUESTRAS FUE CONSIDERADAS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



BACH. ICARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



URS ALEXANDER GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

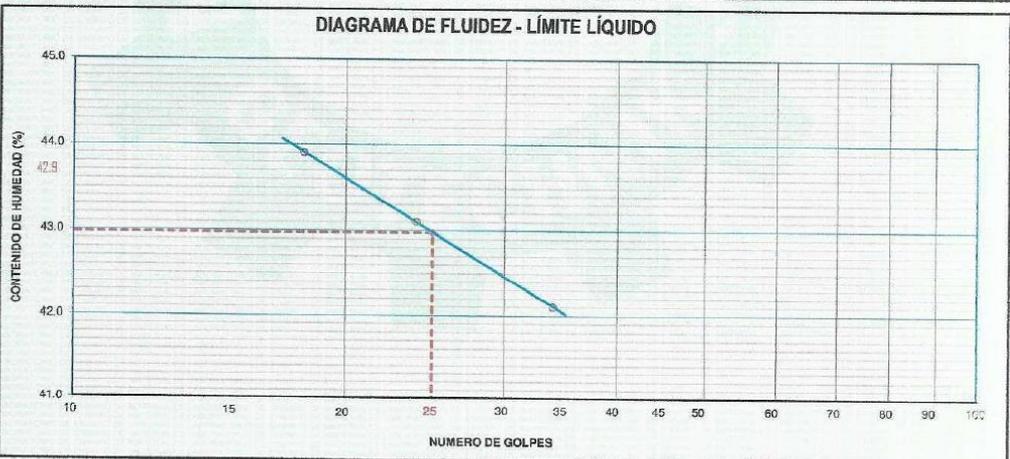
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

OBRA	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	Registro N°	: T_UCV_EPA-03/22-01:7
		Fecha	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
UBICACIÓN	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
PROCEDECENCIA	: PATIO - PERGOLA	SOLICITANTE	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
PERFORACIÓN	: SPT - 01		
MUESTRA	: M - 07	TAMANO MÁXIMO	: 3/4 in
PROFUND.	: 2.40 - 2.70 m.	NIVEL FREÁTICO	: 1.80 m
		COORDENADAS	
		ESTE	: 390383.07 m E
		NORTE	: 8248616.54 m S
		COTA	: 3886 m.s.n.m.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33	
MASA DE LA TARA	[g]	47.18	47.82	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.17	65.91	69.03	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.99	61.55	63.00	
MASA DE AGUA	[g]	5.18	6.35	6.03	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.81	14.73	14.31	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.90	43.10	42.10	
NUMERO DE GOLPES	n°	18	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 34	LC - 35		
MASA DE LA TARA	[g]	46.46	47.21		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.26	49.16		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.65	48.53		
MASA DE AGUA	[g]	0.61	0.63		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.19	2.29		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	27.90	27.50	LP= 27.7	



CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	43.00
LÍMITE PLÁSTICO	28.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Bach. Yariy C. Yana Condori*  
BACH. YARIY C. YANA CONDORI  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Ing. Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
ESPECIALISTA EN GEOTÉCNIA  
Y ENSAYO DE MATERIALES



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:7
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 3/4 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 07	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 2.40 - 2.70 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 07		
Masa Tara	[ g ]	81.47		
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	368.54		
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	311.83		
Masa Agua	[ g ]	56.71		
Masa Suelo Seco	[ g ]	230.36		
Contenido de Humedad	[ g ]	24.62		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>24.6</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
BACH. JO MARY C. YANA CONDORI  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gomez Calla*  
ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
Y ENSAYO DE MATERIALES  
C.P. N° 209176

## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

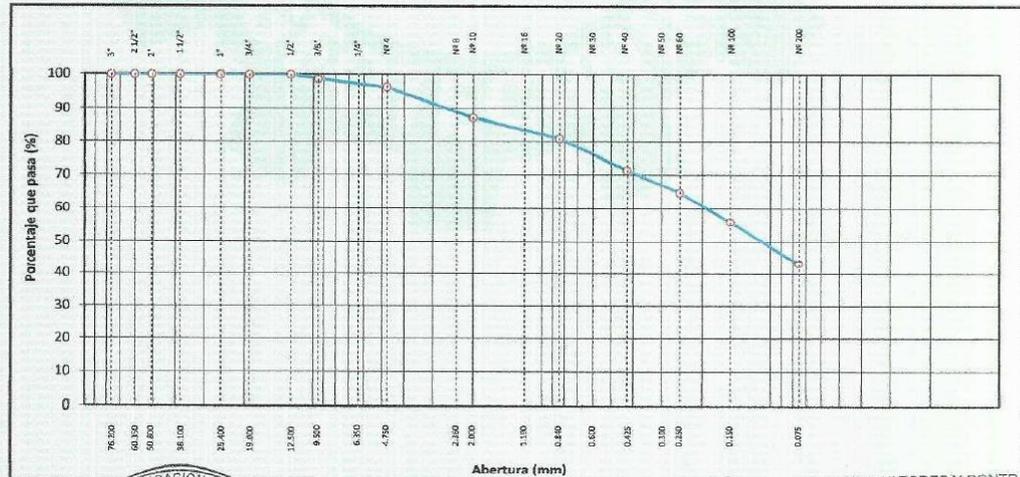
### STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b> : "DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:8
	<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDECIA</b> : PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	<b>COORDENADAS</b>
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
<b>MUESTRA</b> : M - 08	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1/2 in	<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
<b>PROFUND.</b> : 2.70 - 2.85 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO-T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4310 - D3202 - D2487)
10 in	254.000						Masa inicial seco : 115.8 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 115.8 gr.
5 in	127.000						<b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO</b>
4 in	101.600						
3 in	76.200						
2 1/2 in	60.350						
2 in	50.800						
1 1/2 in	38.100						
1 in	25.400						
3/4 in	19.000						
1/2 in	12.500				100.00		
3/8 in	9.500	1.40	1.21	1.21	98.79		
1/4 in	6.350						
Nº 4	4.750	2.78	2.40	3.61	96.39		
Nº 8	2.360						
Nº 10	2.000	10.55	9.11	12.72	87.28		
Nº 16	1.190						
Nº 20	0.840	7.26	6.27	18.99	81.01		
Nº 30	0.600						
Nº 40	0.425	11.10	9.58	28.57	71.43		
Nº 50	0.300						
Nº 60	0.250	7.69	6.64	35.21	64.79		
Nº 100	0.150	10.20	8.81	44.02	55.98		
Nº 200	0.075	14.74	12.73	56.75	43.25		
< Nº 200	FONDO	50.09	43.25	100.00			

**CURVA GRANULOMETRICA**



**Observaciones:** LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. IC MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP Nº 209176

## LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40

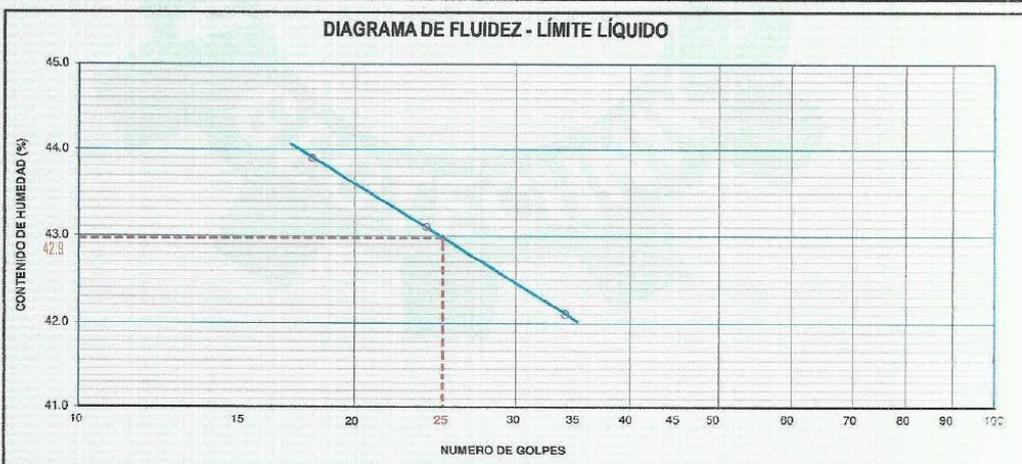
STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP, MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUÑO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:8
		<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES		
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUÍDE CON JR TITICACA, DIST. PUÑO - PROV. PUÑO - DEP. PUÑO	
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	
<b>MUESTRA</b>	: M - 08	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1/2 in
<b>PROFUND.</b>	: 2.70 - 2.85 m.	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m
		<b>COORDENADAS</b>
		<b>ESTE</b> : 390383.07 m E
		<b>NORTE</b> : 8248616.54 m S
		<b>COTA</b> : 3836 m.s.n.m.

LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA	n°	LC - 31	LC - 32	LC - 33	
MASA DE LA TARA	[g]	47.18	46.82	48.69	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	64.17	67.80	69.03	
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	58.99	61.55	63.00	
MASA DE AGUA	[g]	5.18	6.35	6.03	
MASA DEL SUELO SECO	[g]	11.81	14.73	14.31	
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	43.90	43.10	42.10	
NUMERO DE GOLPES	n°	18	24	34	

LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)					
Nro. DE TARA		LC - 34	LC - 35		
MASA DE LA TARA	[g]	46.46	46.24		
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]	49.26	49.16		
MASA TARA + SUELO SECO	[g]	48.65	48.53		
MASA DE AGUA	[g]	0.61	0.63		
MASA DEL SUELO SECO	[g]	2.19	2.29		
CONTENIDO DE DE HUMEDAD	(%)	27.90	27.50	LP= 27.7	



CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
LÍMITE LÍQUIDO	43.00
LÍMITE PLÁSTICO	28.00
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15.00

OBSERVACIONES
LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO. G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*Alex Luis Gómez Calla*  
 ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01:8
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON JR TITICACA, DIST. PUNO - PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1/2 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 08	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 2.70 - 2.85 m.		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
N° Tara		CH - 08		
Masa Tara	[g]	67.10		
Masa Tara + Suelo Humedo	[g]	220.52		
Masa Tara + Suelo Seco	[g]	182.12		
Masa Agua	[g]	38.40		
Masa Suelo Seco	[g]	115.02		
Contenido de Humedad	[g]	33.39		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>33.4</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TECNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

ING. ALEXANDER GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209178



## ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO

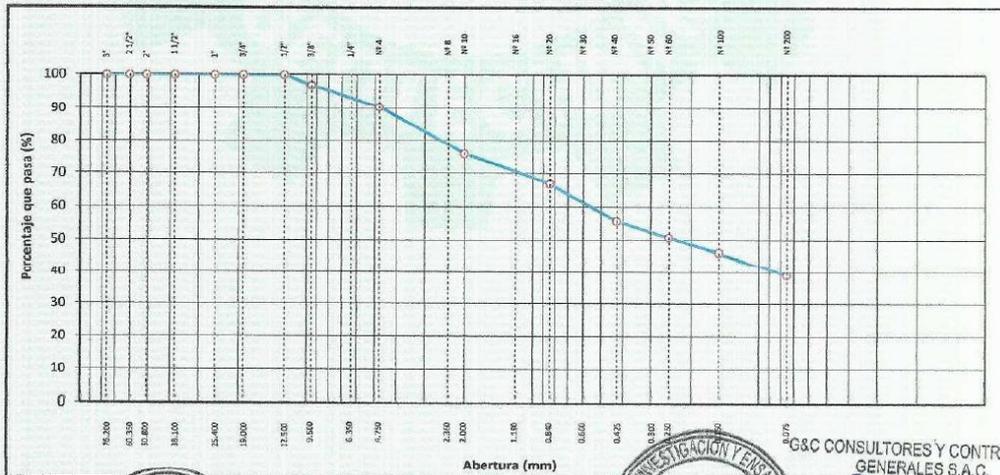
STANDARD TEST METHOD FOR PARTICLE-SIZE ANALYSIS OF SOILS (ASTM D 422 - 63 (2007) e2)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	T_UCV_EPA-03/22-01:9
		<b>Fecha</b>	17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON HR TITICACA, DIST. PUNO, PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDENCIA</b> : PATIO - PERGOLA		<b>SOLICITANTE</b> : BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA	
<b>PERFORACIÓN</b> : SPT - 01			<b>COORDENADAS</b>
<b>MUESTRA</b> : M - 09	<b>TAMANO MÁXIMO</b> : 1/2 in	<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
<b>PROFUND.</b> : 2.85 m.- 3.15	<b>NIVEL FREÁTICO</b> : 1.80 m	<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

TAMIZ	AASHTO T-27 (mm)	MASA RETENIDA	PORCENTAJE RETENIDO	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA	ESPECIFICACION	ENSAYOS ESTÁNDAR DE CLASIFICACIÓN (D422 - D2216 - D4318 - D3282 - D2487)
10 in	254.000						Masa Inicial seco : 113.9 gr.
6 in	152.400						Masa Global : 113.9 gr.
5 in	127.000						CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO
4 in	101.600						Contenido de Humedad (%): 36.7
3 in	76.200						TAMAÑO MÁXIMO : 1/2 in
2 1/2 in	60.350						Límite Líquido (LL): NP
2 in	50.800						Límite Plástico (LP): NP
1 1/2 in	38.100						Índice Plástico (IP): NP
1 in	25.400						Clasificación (SUCS) : SM
3/4 in	19.000						Clasificación (AASHTO) : A-4 (0)
1/2 in	12.500				100.00		Índice de Consistencia : NP
3/8 in	9.500	3.47	3.05	3.05	96.95		DESCRIPCIÓN DEL SUELO
1/4 in	6.350						Descripción ( AASHTO): REG-MALO
Nº 4	4.750	7.44	6.53	9.58	90.42		Descripción ( SUCS): Arena limosa
Nº 8	2.360						Materia Orgánica :
Nº 10	2.000	16.34	14.35	23.93	76.07		Turba : --
Nº 16	1.190						CU : 0.000 CC : 0.000
Nº 20	0.840	10.37	9.11	33.04	66.96		CARACTERÍSTICAS GRANULOMÉTRICAS
Nº 30	0.600						Grava > 2" : 0.00
Nº 40	0.425	12.81	11.25	44.29	55.71		Grava 2" - Nº 4 : 9.58
Nº 50	0.300						Arena Nº4 - Nº 200 : 51.55
Nº 60	0.250	5.54	4.87	49.16	50.84		Finos < Nº 200 : 38.87
Nº 100	0.150	5.22	4.58	53.74	46.26		%>3" : 0.0%
Nº 200	0.075	8.41	7.39	61.13	38.87		
< Nº 200	FONDO	44.26	38.87	100.00			

CURVA GRANULOMÉTRICA



Observaciones: DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.

G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

BACH. YANAY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES

ING. ALEX LUIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176



**LIMITES DE CONSISTENCIA - PASA MALLA N° 40**

STANDARD TEST METHODS FOR LIQUID LIMIT, PLASTIC LIMIT, AND PLASTICITY INDEX OF SOILS (ASTM D 4318 - 17 e1)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b> : T_UCV_EPA-03/22-01:9
		<b>Fecha</b> : 17 de Marzo del 2022

**DATOS GENERALES**

<b>UBICACIÓN</b>	: JR. CAHUIDE CON HR TITICACA, DIST. PUNO, PROV. PUNO - DEP. PUNO		
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>COORDENADAS</b>	
<b>MUESTRA</b>	: M - 09	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1/2 in
<b>PROFUND.</b>	: 2.85 m.- 3.15	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3835 m.s.n.m.

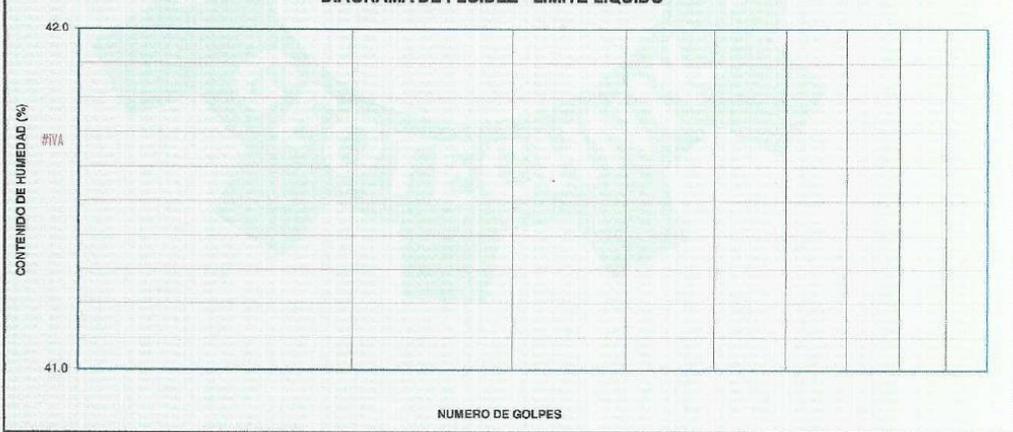
**LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D 4318 - 17 e1)**

Nro. DE TARA	n°			
MASA DE LA TARA	[g]		<b>NP</b>	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]			
MASA TARA + SUELO SECO	[g]			
MASA DE AGUA	[g]			
MASA DEL SUELO SECO	[g]			
<b>CONTENIDO DE HUMEDAD</b>	(%)			
<b>NUMERO DE GOLPES</b>	n°			

**LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D 4318 - 17 e1)**

Nro. DE TARA				
MASA DE LA TARA	[g]		<b>NP</b>	
MASA TARA + SUELO HUMEDO	[g]			
MASA TARA + SUELO SECO	[g]			
MASA DE AGUA	[g]			
MASA DEL SUELO SECO	[g]			
<b>CONTENIDO DE DE HUMEDAD</b>	(%)	NP	NP	LP= NP

**DIAGRAMA DE FLUIDEZ - LÍMITE LÍQUIDO**



**CONSTANTES FISICAS DE LA MUESTRA**

<b>LÍMITE LÍQUIDO</b>	NP
<b>LÍMITE PLÁSTICO</b>	NP
<b>ÍNDICE DE PLASTICIDAD</b>	NP

**OBSERVACIONES**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES S.A.C.

*[Signature]*

BACH. T. MARY C. YANA CONDORI  
TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO DE MATERIALES



*[Signature]*  
ING. ALEX LUIS GÓMEZ GALLA  
ESPECIALISTA EN GEOTECNIA Y ENSAYO DE MATERIALES  
CIP N° 209176

## CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

STANDARD TEST METHODS FOR LABORATORY DETERMINATION OF WATER (MOISTURE) CONTENT OF SOIL AND ROCK BY MASS (ASTM D 2216 - 19)

<b>OBRA</b>	"DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CIMENTACIÓN SUPERFICIAL MÁS ADECUADO EN LA IEP. MIGUEL GRAU DE LA CIUDAD DE PUNO 2022"	<b>Registro N°</b>	: T_UCV_EPA-03/22-01-9
		<b>Fecha</b>	: 17 de Marzo del 2022

DATOS GENERALES			
<b>UBICACIÓN</b> : JR. CAHUIDE CON HR TITICACA, DIST. PUNO, PROV. PUNO - DEP. PUNO			
<b>PROCEDENCIA</b>	: PATIO - PERGOLA	<b>SOLICITANTE</b>	: BACH. EDWIN PEREZ ANAHUA
<b>PERFORACIÓN</b>	: SPT - 01	<b>TAMANO MÁXIMO</b>	: 1/2 in
<b>MUESTRA</b>	: M - 09	<b>NIVEL FREÁTICO</b>	: 1.80 m
<b>PROFUND.</b>	: 2.85 m.- 3.15		
		<b>COORDENADAS</b>	
		<b>ESTE</b>	: 390383.07 m E
		<b>NORTE</b>	: 8248616.54 m S
		<b>COTA</b>	: 3836 m.s.n.m.

N° DE ENSAYOS		1	2	3
Nº Tara		CH - 09		
Masa Tara	[ g ]	71.07		
Masa Tara + Suelo Humedo	[ g ]	226.73		
Masa Tara + Suelo Seco	[ g ]	184.96		
Masa Agua	[ g ]	41.77		
Masa Suelo Seco	[ g ]	113.89		
Contenido de Humedad	[ g ]	36.68		
<b>PROMEDIO</b>	(%)	<b>36.7</b>		

**Observaciones:**

LAS MUESTRAS Y DATOS FUERON PROPORCIONADOS POR EL RESPONSABLE DEL ESTUDIO.



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Mary C. Yana Condori*  
 BACH. MARY C. YANA CONDORI  
 TÉCNICO ESPECIALISTA EN ENSAYO  
 DE MATERIALES



G&C CONSULTORES Y CONTRATISTAS  
 GENERALES S.A.C.

*Alexis Gómez Calla*  
 ING. ALEXIS GÓMEZ CALLA  
 ESPECIALISTA EN GEOTECNIA  
 Y ENSAYO DE MATERIALES  
 CIP N° 209176

## Panel Fotográfico

Figura 1. Fisuras en columnas



Figura 2. Fisuras en muros



Figura 3. Ensayo SPT



Figura 4. Ensayo SPT



Figura 5. Estratigrafía del suelo con ensayo SPT



Figura 6. Muestras suelo en laboratorio



Figura 7. Laboratorio de suelos para análisis de muestras

