



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

**Reforzamiento estructural del servicio académico de la Escuela de  
Matemática de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2022**

**AUTORA:**

Rivera Achulli, Fabiola Amelia (orcid.org/ 0000-0001-5924-2707)

**ASESOR:**

Mg. Sigüenza Abanto, Robert Wilfredo (orcid.org/ 0000-0001-8850-8463)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo Sostenible y Adaptación al Cambio Climático

**LIMA – PERÚ**

**2022**

## **Dedicatoria**

Este proyecto se la dedico a mi Ángel que se encuentra en el cielo, mi madre Haydee, hermanas, terceras personas y en especial a mi querido hijo, quienes son mis motores y motivos para continuar creciendo como personas y llega ser algún día merecedor de los esfuerzos y sacrificios realizados.

## **Agradecimiento**

Agradecer de manera pública a mi entorno (familiares, amigos y conocidos), que sin saber ha colaborado que desarrolle esta Tesis, que a pesar de muchas circunstancias y postergaciones siempre ha creído en mí.

## Índice de contenido

Caratula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenido .....	iv
Índice de tabla.....	v
Índice de gráficas y figuras.....	vi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO .....	5
III. METODOLOGÍA .....	19
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	20
3.2. Variables y operacionalización .....	20
3.3. Población, muestra y muestreo .....	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	21
3.5. Procedimientos .....	21
3.6. Método de análisis de datos .....	24
3.7. Aspectos Éticos .....	27
IV. RESULTADOS .....	29
V. DISCUSION .....	41
VI. CONCLUSIONES .....	58
VII. RECOMENDACIONES.....	61
REFERENCIAS .....	63
ANEXOS.....	64

## Índice de tablas

Tabla 1. Periodo de modos de vibración y respectivas masas .....	43
Tabla 2. Fuerzas cortantes en la base (Tn) .....	44
Tabla 3. Integración de fuerzas (Tn).....	45
Tabla 4. Densidad de muros en ambas direcciones .....	46
Tabla 5. Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección "X" .....	47
Tabla 6. Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección "Y" .....	47
Tabla 7. Tabla periodo de los seis (6) modos de vibración y respectivas masas .	49
Tabla 8. Fuerzas cortantes en la base (Tn) .....	51
Tabla 9. Determinación del sistema estructural dirección "X" .....	52
Tabla 10. Determinación del sistema estructural dirección "Y" .....	52
Tabla 11. Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección "X" ...	53
Tabla 12. Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección "Y" ...	54

## Índice de gráficas y figuras

Figura 1. Fallas comunes en Columnas .....	9
Figura 2. Fallas comunes en Vigas.....	10
Figura 3. Daños estructurales y sus causas más comunes.....	11
Figura 4. Encamisado de viga, columnas y nudos con concreto reforzado.....	12
Figura 5. Encamisado total (4 caras) / encamisado parcial (3 caras).....	13
Figura 6. Elementos de refuerzo con acero de construcción y/o concreto-mortero con fibra.....	13
Figura 7. Propiedades que aporta el Enchaquetado.....	14
Figura 8. Edificios de columnas cuyas fallas son por fuerzas cortantes (afectan el desempeño físico de toda la edificación).....	14
Figura 9. Edificios con rigidez laterales insuficientes antes los antecedentes sísmicos.....	15
Figura 10. Edificios con niveles inferiores débiles.....	15
Figura 11. Edificios con vigas / columnas con traslapes insuficientes.....	16
Figura 12. Encamisado total (4 caras) / encamisado parcial (3 caras).....	16
Figura 13. Encamisado y sus anclajes al elemento existente.....	17
Figura 14. Encamisado de viga.....	17
Figura 15. Encamisado en mudo (viga/columna).....	18
Figura 16. Vista de pasillo en fachada posterior.....	22
Figura 17. Vista frontal de escaleras del pabellón existente.....	22
Figura 18. Plano vista en planta – primer nivel.....	24
Figura 19. Plano vista en planta – segundo nivel.....	25
Figura 20. Plano vista en planta – tercer nivel.....	25
Figura 21. Plano vista en planta – primer nivel (reformulado) .....	26
Figura 22. Plano vista en planta – segundo nivel (reformulado).....	26
Figura 23. Plano vista en planta – tercer nivel (reformulado).....	26
Figura 24. Plano vista en planta – cuarto nivel (nuevo).....	27
Figura 25. Vista general del modelo estructural del módulo de Edificación Existente (EE) en 3D.....	30
Figura 26. Metrado de cargas asignado cargas al programa Etabs - EE.....	31
Figura 27. Vista general de las cargas Muertas asignadas a las viguetas.....	32

Figura 28. Vista general de las cargas vivas asignadas a las viguetas - Metrados de cargas de una viga.....	32
Figura 29. Vista las cargas muertas asignadas a las vigas como cargas permanentes de los 3 niveles.....	33
Figura 30. Espectro inelástico sistema de muros estructurales R=8.....	34
Figura 31. Espectro Inelástico sistema de Albañilería Confinada R=3.....	35
Figura 32. Vista general del modelo estructural del módulo de Edificación Proyectoado (EP) en 3D.....	35
Figura 33. Metrado de cargas asignado cargas al programa Etabs - EP .....	36
Figura 34. Vista general de las cargas Muertas asignadas a las viguetas .....	37
Figura 35. Vista general de las cargas vivas asignadas a las viguetas - Metrados de cargas de una viga .....	37
Figura 36. Vista las cargas muertas asignadas a las vigas como cargas permanentes de los 4 niveles .....	39
Figura 37. Espectro inelástico sistema de muros estructurales R=6.....	40
Figura 38. Espectro Inelástico sistema de Albañilería Confinada R=6.....	40
Figura 39. Vista de la planta del 1º Nivel del Módulo. Nótese la disposición y dimensiones de sus elementos principales (columnas y vigas).....	42
Figura 40. Vista de la elevación principal del Módulo. En esta vista se muestra las columnas y vigas típicas consideradas en el diseño.....	42
Figura 41. Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (transversal) T=0.135 seg.....	43
Figura 42. Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (rotacional) T=0.101 seg.....	44
Figura 43. Evaluación para muros de concreto, exportado del ETABS.....	45
Figura 44. Vista de la planta del 1º Nivel del Módulo. Nótese la disposición y dimensiones de sus elementos principales (columnas y vigas).....	48
Figura 45. Vista de la elevación principal del Módulo. En esta vista se muestra las columnas y vigas típicas consideradas en el diseño.....	48
Figura 46. Vista del modelo sísmico de la edificación en su primer modo de vibración (longitudinal) T=0.228 seg.....	50
Figura 47. Vista del modelo sísmico de la edificación en su segundo modo de vibración (rotacional) T=0.147 seg. ....	50

Figura 48. Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (rotacional) $T=0.105$ seg.....	51
Figura 49. Foto de proceso de descubrimiento de concreto para reforzamiento..	55
Figura 50. Foto de proceso de Apuntalamiento para reforzamiento.....	55
Figura 51. Foto de proceso de colocación de acero vertical y horizontal para reforzamiento.....	56
Figura 52. Foto de proceso de reforzamiento de columna existente con acero....	56
Figura 53. Foto de proceso de vaciado de concreto en reforzamiento, técnica encamisado.....	57



## **Resumen.**

Luego del terremoto del 23 de junio del 2001, la Universidad Nacional de San Agustín dispone el reforzamiento del Facultad de Ciencias Naturales y Formales, departamento de Matemáticas de las Áreas de Ingeniería a la edificación construida entre los años 1976 al 1977, con una antigüedad mayor a 25 años, destinada al sector de educación a 388 alumnos, a los cuales no se le puede otorgar un adecuado acceso a conocimientos teóricos y prácticos para su formación profesional en la escuelas profesional y departamental de Matemáticas.

Según los antecedentes obtenido del levantamiento arquitectónico, antigüedad y necesidades del área usuaria, se determinan proyectar un nivel más de un tercer nivel a un cuarto nivel; por tal sentido se considera la propuesta arquitectónica del Jefatura de Proyectos y obras y se realiza los calculo y cumplimiento de los parámetros indicados en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE RM-043-2019-VIVIENDA.

Con el cumplimiento de los parámetros establecidos en la Normativa cumpliremos el objetivo de mantener la edificación existente mediante el reforzamiento estructural y cubrir la necesidad que tiene la escuela de Matemáticas de la UNSA – Arequipa.

Palabras claves: Reforzamiento, Estructural, Antisísmico, Escuela.

## **Abstract**

After the earthquake of June 23, 2001, the National University of San Agustín orders the reinforcement of the Faculty of Natural and Formal Sciences, Department of Mathematics of the Engineering Areas to the building built between the years 1976 to 1977, with a greater antiquity to 25 years, intended for the education sector to 388 students, who cannot be granted adequate access to theoretical and practical knowledge for their professional training in the professional and departmental schools of Mathematics.

According to the information obtained from the architectural survey, age and needs of the user area, it is determined to project a level more than a third level to a fourth level; In this sense, the architectural proposal of the Head of Projects and Works is considered and the calculation and compliance with the parameters indicated in the National Building Regulation E.030 EARTHQUAKE-RESISTANT DESIGN RM-043-2019-HOUSING is carried out.

By complying with the parameters established in the Regulations, we will fulfill the objective of maintaining the existing building through structural reinforcement and meeting the needs of the UNSA Mathematics School in Arequipa

Keywords: Reinforcement, Structural, Anti-seismic, School.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Un sismo de grandes magnitudes ocurrió el 23 de junio de 2001 (Mw 8.2), teniendo fricción de las placas Nazca en Sudamérica, siendo Perú uno de los países afectados; las localidades con mayor impacto telúrico fueron: Moquegua y Tacna Arequipa y sus adjuntos Ocoña, Camaná, Mollendo, todas ubicadas al sureste del epicentro. En general, se ha observado los daños materiales y humanos de importancia en casi todas las localidades mencionadas y cercanas a la costa Peruana (Tavera et al., 2002).

El área de Ciencias Sociales, ubicada en la avenida Venezuela de la UNSA, la mayoría de las edificaciones han sufrido daños arquitectónico/estructurales, siendo la Escuela de Matemática una de tantas afectadas sumando las réplicas constantes, es tiene la necesidad de Reforzamiento Estructural.

Según las evidencias descritas, el desarrollo del trabajo de investigación tiene como objetivo principal el análisis estructural y reforzamiento del Facultad de Ciencias Naturales y Formales de las Áreas de Ingeniera, de la Universidad Nacional de San Agustín – Arequipa – Perú, esto conlleva a la evaluación de la estructura existente y su cumplimiento de los parámetros establecidos con la normativa actual y, según sus resultados el posible reforzamiento estructural con la finalidad de mantener las arquitectura actual.

### **Realidad problemática**

La Universidad Nacional de San Agustín, ubicada en la Ciudad Arequipa, está compuesto de son órganos universitarios, el presente estudio está dirigido hacia la Escuela de Matemáticas, designados a la a la Facultad de Ciencias Naturales y Formales de las Áreas de Ingeniera.

Se tienen los antecedentes de edificación entre los años 1976 al 1977, con una antigüedad mayor a 25 años, luego del terremoto de Junio del 2001, no se a realizado trabajos de reforzamiento como el resto de Facultades y Escuelas. La escuela otorga ambientes destina al sector de educación a 388 alumnos, a los cuales no se le puede otorgar un adecuado acceso a conocimientos teóricos y prácticos para su formación profesional en la escuelas profesional y departamental de Matemáticas, por las condiciones actuales de sus ambientes inadecuados.

La edificación cuenta con juntas estructurales, entre el núcleo de escalera y el pabellón de tres niveles, las cuales presenta una separación mayor a lo usual, el cual evidencia la inestabilidad estructural de ambos elementos (edificación y escalera), por lo que se debe realizar un Análisis Estructural, y determinar las condiciones y acciones que convengan para el reforzamiento.

### **Formulación del problema**

De la evidencia establecida, se plantea las siguientes problemáticas de la presente investigación:

- **Problema General**

Del problema general de la investigación fue el determinar ¿Por qué se debe realizar el Reforzamiento Estructural del Servicio Académico de la Escuela de Matemática de la UNSA, Arequipa 2022?

- **Problemas específicos**

Se propone la formulación de este estudio, pues se hace necesario plantear un reforzamiento estructural por lo que se plantea como interrogante: ¿Cómo una propuesta estructural que cubra la necesidad de la Escuela de Matemáticas de la UNSA, podrá regenerar la eficacia de los servicios, a través de la implementación, conservación, restauración y mejoramiento estructural de sus sistemas existentes, mas no la modificación sustancial de sus sistemas resistentes?

### **Justificación del estudio**

“La justificación de una investigación puede ser de carácter teórico, práctico o metodológico” (Méndez, C., 2011, p.195).

- Justificación teórica
- Justificación practica
- Justificación social
- Justificación metodológica
- Justificación económica

## **Hipótesis**

- Hipótesis general

Hipótesis general: Se alcanzará la justificación del Reforzamiento Estructural del Servicio Académico de la Escuela de Matemática de la UNSA, Arequipa 2022.

- Hipótesis específicos.

Hipótesis específico 01: Se obtendrá los resultados del levantamiento arquitectónico del Servicio Académico de Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

Hipótesis específico 02: Se obtendrá los resultados proporcionados por el análisis del Reforzamiento Estructural de Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

Hipótesis específico 03: Se obtendrá los resultados relacionados por el diseño sismo resistente del Servicio Académico de la Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

## **Objetivos**

- Objetivo general

Diseñar el reforzamiento estructural en el servicio académico en la Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

- Objetivos específicos

Objetivo Especifico 01: Conseguir los resultados de la intervención a través del levantamiento arquitectónico del Servicio Académico de la Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

Conseguir los resultados a través del análisis del Reforzamiento Estructural de la Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

Conseguir los resultados correspondientes por el diseño sismo resistente del Servicio Académico de la Escuela de Matemática - UNSA, Arequipa 2022.

## **II. MARCO TEÓRICO**

## **Trabajos previos**

La intervención contempla el Reforzamiento Estructural, según las recomendaciones del Análisis, la ampliación de un cuarto piso y reacondicionamiento de los espacios existentes, que permitan cumplir las normas del RNE, ANR y lo estipulado por la SUNEDU para el Licenciamiento Institucional.

En términos generales el Análisis estructural recomienda la rigidización de la estructura mediante muros de concreto y el reacondicionamiento implica acciones para la redistribución de espacios, según las necesidades establecidas, nivelación de pisos, creación de falsos pisos para instalaciones, generación de ductos para instalaciones sanitarias, nuevos tabiques y divisiones, cambio de pisos y luminarias.

La escuela otorga ambientes destina al sector de educación a 388 alumnos, a los cuales no se le puede otorgar un adecuado acceso a conocimientos teóricos y prácticos para su formación profesional en la escuelas profesional y departamental de Matemáticas, por las condiciones actuales de sus ambientes inadecuados.

## **Teoría del proyecto**

El proyecto deberá ser proyectado obteniendo en cálculo la carga viva y muerta de la edificación existente y proyectada según su uso que indica en la Norma de Cargas E-020 del Reglamento Nacional de Construcciones vigente.

El principio fundamental del diseño sismo resistente consiste en impedir pérdida de vidas; certificar la continuación de los servicios académicos de la Escuela de Matemáticas, según sus necesidades básicas y recortar los daños a la edificación.

## **Levantamiento arquitectónico**

Según lo mencionado por (Almagro, 2016, p. 17), el proceso de levantar arquitectónicamente / estructuralmente es la primera instancia de obtener la medidas, análisis y las posibles operaciones de las cuales darán el panorama de la arquitectura y estructura a reforzar y la posibles soluciones para el tipo de reforzamiento para salvaguarda el bien material, las consideraciones del tipo de material , estado del elemento y las edades constructivos son esenciales para u



óptimo reconocimiento y posibles proyección de la reforzamiento de la edificación existente.

Se debe considerar la posible proyección para cubrir las necesidades de la usuario, el cual se considera de acuerdo a lo dispuesto a la institución universitaria, considerando (Jiménez y Pinto, 2003, p. 49).

### **Análisis estructural**

Se define análisis estructural al cálculo de las deformaciones y fuerzas internas que desarrollan los variados elementos de la estructura cuando están expuestas a la aplicación de cargas externas (Novely, 2015, p. 5).

Sobre el análisis estructural, se refiere que análisis sísmico se debe realizar utilizando el método dinámico de Superposición Modal Espectral, en concordancia con la Norma de Diseño Sismoresistente E-030 (artículo 18.2c) del Reglamento Nacional de Construcciones referido al Análisis Dinámico que establece dos criterios de superposición: el primero, en función de la suma de valores absolutos (25%) y la media cuadrada (75%), y el segundo como combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo.

En cada dirección se debe considerar los modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura, tomando por lo menos los tres primeros modos predominantes en la dirección de análisis. Para cada una de las direcciones consideradas en el análisis, la fuerza cortante en la base del edificio debe ser mayor que el 80% del valor calculado en el artículo 17.3 por ser una estructura regular.

### **Diseño sismoresistente**

Del espectro designado aun diseño sísmico, se deberá tomar los parámetros establecidos en la Norma E-030-2003 de Diseño Sismo resistente establecida en el Reglamento Nacional de Construcción, considerando las tablas, parámetros, condiciones y demás indicado para el cumplimiento de los cálculos, tratando de establecer resultados óptimos a un posible evento sísmico.

Se tiene a disponibilidad diferentes técnicas para incrementar la resistencia y la capacidad de deformación o ductilidad a través del reforzamiento estructural, las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- Enchaquetado o zunchado con malla de acero y concreto o mortero de protección.
- Enchaquetado o envoltura con láminas de acero (relleno, adheridas, ancladas).
- Enchaquetado o envoltura con ángulo y platinas de acero (relleno, adheridas).
- Enchaquetado o envoltura con materiales compuestos

### **Reforzamiento de elementos**

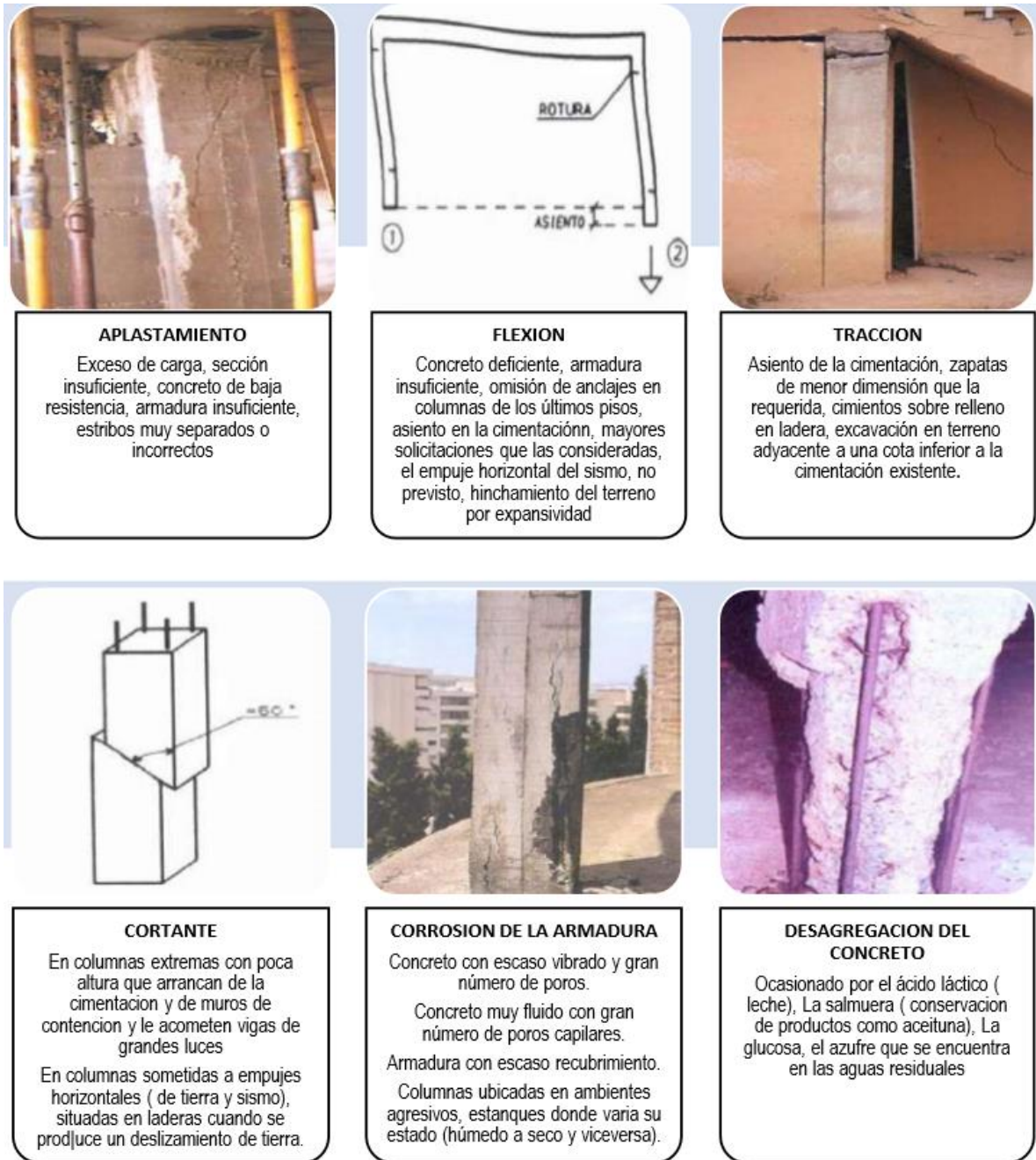
Las columnas es uno de los elementos estructurales de pieza fundamental para la capacidad sísmo resistente, por lo tanto es necesario mejorar el reforzamiento resistencia sísmica y su rigidez, para reducir sus daños ante un evento sísmico. En la actualidad se tiene varias técnicas de reforzamiento para columnas, las cuales se tiene:

- Encamisado metálico
- Encamisado con fibra de carbón
- Encamisado con malla electrosoldada

El objetivo del encamisado / enchachetado permite incrementar la resistencia a los esfuerzos de flexión, cortante y esfuerzo axial de los elementos existentes. El refuerzo se adicionara en los sentidos que este lo requiera, tanto longitudinal y/o transversal en la sección de columna existente, y columnas con el vaciado de concreto premezclado

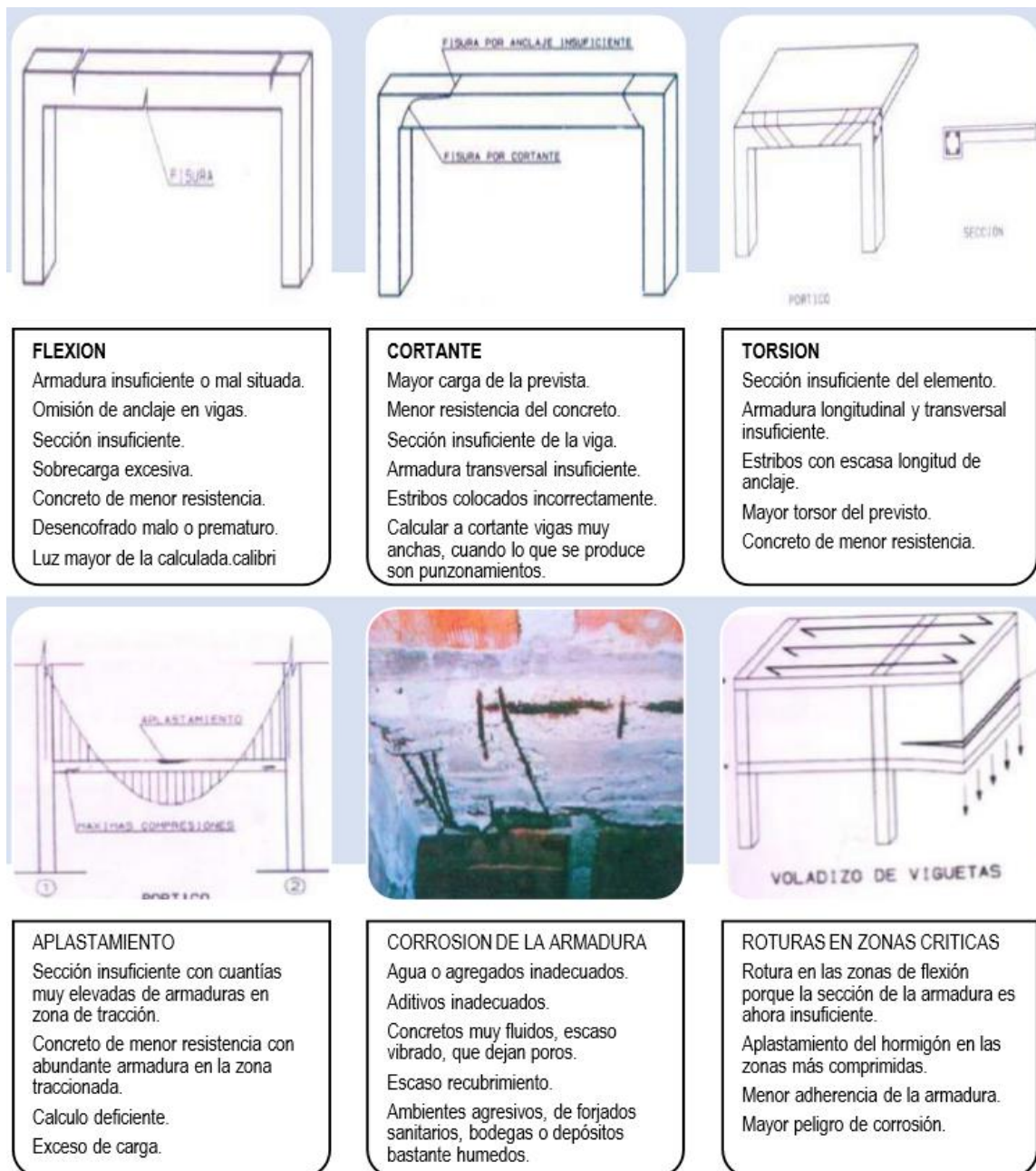
### **Fallas en elementos estructurales**

Según el proceso constructivo de sus elementos estructurales, edad de la edificación, técnica de construcción, y otros parámetros, es que se debe considerar para realizar el reforzamiento de la estructura según la necesidad de ampliación, remodelación, refacción y otros; por lo tanto se debe identificar las fallas más comunes, según el elemento estructural.



**Figura 1.** Fallas comunes en Columnas

**Fuente:** Modificado de (Torrealva, D., 2007)



**Figura 2.** Fallas comunes en Vigas

**Fuente:** Modificado de (Torrealva, D., 2007)

Elemento estructural	Tipo de daño	Causa más común
Columnas	Grietas inclinadas Grietas verticales  Desprendimiento del recubrimiento Aplastamiento del concreto Pandeo del acero de refuerzo	Cortante Flexocompresión adherencia - Flexocompresión Flexocompresión Flexocompresión
Vigas	Grietas inclinadas Roturas de estribos Grietas verticales Rotura del refuerzo Aplastamiento del concreto	Cortante o Torsión Cortante o Torsión Flexión Flexión Flexión
Unión viga-columna	Grietas inclinadas Falla por adherencia del refuerzo de vigas	- Cortante
Sistemas de piso	Grietas alrededor de columnas en losas o placas planas – Grietas longitudinales	Penetración  Flexión
Muros de concreto	Grietas inclinadas Grietas horizontales  Aplastamiento del concreto  Pandeo del acero de refuerzo	Cortante Flexocompresión o deslizamiento - Flexocompresión o deslizamiento - Flexocompresión o deslizamiento
Muros de mampostería	Grietas inclinadas Grietas verticales en las esquinas y en el centro Grietas horizontales	Flexión Volteo  Deslizamiento

**Figura 3.** Daños estructurales y sus causas más comunes

**Fuente:** (Iglesias, J.; Robles, F.; De la Cera, J.; Oscar, M.; González, C.,;1985)

### **Técnica del encamisado / enchaquetado**

Con la finalidad de lograr una adecuada rehabilitación de la escuela de matemáticas, después del terremoto de 23 Junio 2001, desde una reparación hasta un reforzamiento, se desarrolla las técnicas básicas en la cual se podría mencionar:

- Las deficiencias estructural a corregir
- Descripción de las técnicas y de ser el caso sus variables
- Modo de comportamiento y falla
- Concepto básicos de análisis y diseño

- Aspectos fundamentales de construcción y supervisión entre otros

El encamisado de Viga, columnas y nudos con concreto reforzado, consiste en adicionar una capa de concreto o mortero



**Figura 4.** Encamisado de viga, columnas y nudos con concreto reforzado

Se denomina encamisado total si se cubre y/o rodea todo el elemento; encamisado parcial si cubre algunas caras



**Figura 5.** Encamisado total (4 caras) / encamisado parcial (3 caras)

Esta capa de concreto se refuerza por elementos de acero longitudinales y transversales o por medio de alambre de malla soldada de la misma manera se puede utilizar concreto/mortero con fibras variadas



**Figura 6.** Elementos de refuerzo con acero de construcción y/o concreto-mortero con fibra

Las propiedades del contribuyen a aumentar la rigidez, resistencia y la capacidad de deformación. También el aumento de la resistencia a la carga axial, fuerza cortante y el momento flexionante del elemento estructural.





**Figura 7.** Propiedades que aporta el Enchaquetado

Esta técnica es recomendada en los siguientes casos:



**Figura 8.** Edificios de columnas cuyas fallas son por fuerzas cortantes (afectan el desempeño físico de toda la edificación)





**Figura 9.** Edificios con rigidez laterales insuficientes antes los antecedentes sísmicos



**Figura 10.** Edificios con niveles inferiores débiles



**Figura 11.** Edificios con vigas / columnas con traslapes insuficientes

Aunque es recomendable realizar encamisados totales, las configuraciones interiores, exteriores y fachadas pueden representar un obstáculo, por lo tanto se podrá encamisar 2 o 3 caras el cual debe garantizar el trabajo monolítico.



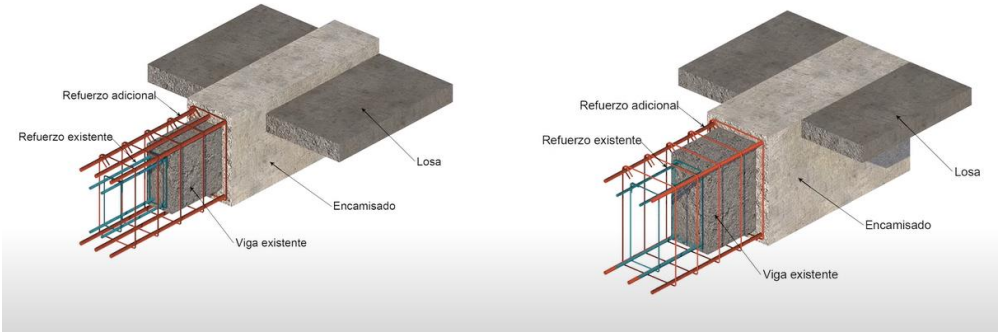
**Figura 12.** Encamisado total (4 caras) / encamisado parcial (3 caras)

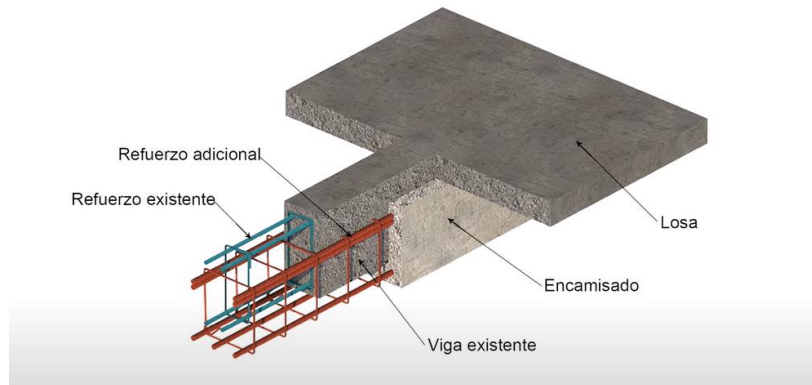
La adherencia correcta se puede obtener mediante anclas de barra de acero empotradas en elemento existente adicionadas con resina o poxicos.



**Figura 13.** Encamisado y sus anclajes al elemento existente

En caso de vigas, la losa puede ser un obstáculo para un encamisado total, por lo tanto el encamisado lateral e inferiores del elemento existente es una buena alternativa, otorgando la capacidad a la deflexión y/o corte y el aumento de compactación entre columna y corte.





**Figura 14.** Encamisado de viga

El encamisado en elementos mixto de columnas y vigas para incrementar a rigidez del edificio y evitar la falla en el nudo



**Figura 15.** Encamisado en nudo (viga/columna)

### **III. METODOLOGÍA**

### **3.1. Tipo y diseño de investigación**

**3.1.1. Tipo de investigación:** La presente investigación está enmarcada de tipo APLICADA, según Behar Rivero, D. (2008); al tomar bibliografía existente como las Normas E020, 030, 050, 060 y demás, con el fin de la demostración del comportamiento de la edificación frente a un evento sísmico simulando resultados mediante Software, que permita el descarte de fallas estructurales.

### **3.1.2. Diseño de investigación**

- En cuanto al diseño el mismo es experimental, el cual es para Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, M. (2010). En esta investigación se va evaluar condiciones reales, y las variables independientes no pueden ser manipuladas porque fueron sucediendo.
- Según levantamiento topográfico, resultados de laboratorio y la modelación mediante Software, se deberá minimizar los daños ocasionados por un eventual evento telúrico, por lo que no se manipula la variable independiente, la presente investigación se define diseño no experimental, por el desarrollo de los posibles simulaciones con los datos obtenidos de nuestra muestra.

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

Variable 01: Independiente: Reforzamiento estructural

Variable 02: Dependiente: Servicios Académicos

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

**3.3.1. Población:** Según Eyssautier, M. (2006); se determina que la presente investigación considera una población se encuentra conformada por todas población que conforma la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2022.

**3.3.2. Muestra:** En atención a Hernández (2006); Del presente informe se determina la muestra, está conformada por los integrantes (alumnado, docentes, área administrativa y tercera personas) del pabellón de la Escuela de Matemáticas - UNSA, Arequipa 2022.

**3.3.3. Muestreo:** Se considera el muestreo no probabilístico, considerando el tiempo de antigüedad de la construcción existente.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

De lo mencionado por (Gutiérrez, 2004), el presente informe se aplicó la observación directa y recolección de datos donde se realizaron visitas de inspecciones de la Escuela de Matemáticas - UNSA, Arequipa 2022, realizando Fichas Técnicas, Cuadro de reportes y mediciones

- Técnicas: Según Gutiérrez (2004); se considera levantamiento de edificación existente, procesamiento de datos por software, etc.
- Instrumentos: Según Arias (2006); se considera equipos y materiales para levantamiento de edificación existente, equipo de cómputo para procesamiento de datos, etc.

#### **3.5. Procedimientos**

##### **3.5.1. Levantamiento Arquitectónico**

Considerando lo mencionado por Almagro (2016, p. 17) y Jiménez y Pinto (2003 p. 49); se adjunta en Anexos el Informe de Levantamiento Topográfico realizado en el cual se Concluye y Recomienda:

- Se obtuvieron plano topográfico, identificando todos los elementos necesarios de identificar para realizar un buen mantenimiento (postes, cajas de agua y desagüe, buzones, etc.).
- Se permitió complementar el plano obtenido con el plano arquitectónico, pudiendo tener una correcta posición espacial de las edificaciones.

- El terreno existente tiene ciertas variaciones con respecto al terreno inscrito (según ficha otorgada por la entidad), existe incompatibilidad por el área y el perímetro.



**Figura 16.** Vista de pasillo en fachada posterior



**Figura 17.** Vista frontal de escaleras del pabellón existente



## **Pruebas de laboratorio El estudio de Suelos (calicatas)**

La presente ensayo de calicatas tiene por objeto investigar el subsuelo del terreno asignado a la obra: Reforzamiento Estructural del Servicio Académico de la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2022, por medio de trabajos de campo a través de calicatas “a cielo abierto”, ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físicas / mecánicas del suelo, así como, sus propiedades de resistencia y labores de desarrollo de gabinete, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos y las recomendaciones generales para la construcción.

En tal sentido se Adjunta en Anexos el Informe de estudio de suelos realizado en el cual se Concluye y Recomienda:

- El predio estudiado se encuentra ubicado en la Universidad Nacional de San Agustín, Distrito Cercado, Provincia y Región Arequipa.
- El predio presenta una buena accesibilidad.
- Se recomienda tener en cuenta los Sistemas de Drenaje necesarios para la evacuación del agua en época de lluvia.
- Capacidad Portante: La calicata 01 del terreno es de 2.73 kg/cm<sup>2</sup>; la capacidad portante para la calicata 02 y 03 del terreno es de 2.31 kg/cm<sup>2</sup>.
- Profundidad Mínima de Cimentación: según los resultados, se debe considerar una profundidad de 2.60 m.
- Material Predominante: Para la calicata 01 es un suelo SP (Material tipo conglomerado heterogéneo con matriz areno limo gravoso). El material predominante para la calicata 02 y 03 es un suelo SM (Material tipo conglomerado heterogéneo con matriz limo areno gravoso).
- Se recomienda eliminar todas las impurezas orgánicas con lechada de cal.
- Agresividad del Suelo a la Cimentación: Se ha considerado que el suelo no es agresivo, para cuyo efecto se usará Cemento Tipo IP en todas las cimentaciones.

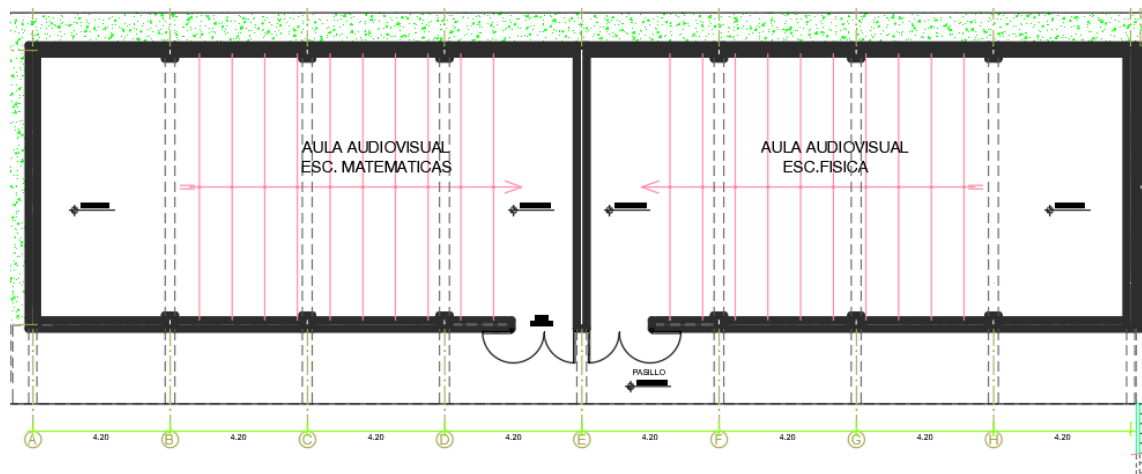
- Asentamiento: El Asentamiento Inmediato para la calicata 1 es de 1.30 cm. El Asentamiento Inmediato para la calicata 2 y 3 es de 1.45 cm.
- Los parámetros para el análisis sísmo resistente se recomienda considerar un factor  $s = 1.20$  y  $T_s = 0.60$ .
- Napa Freática: No se encontró la napa freática hasta la profundidad de 3.00m.
- Las Conclusiones y Recomendaciones son válidas para la zona en estudio y para los niveles de cargas consideradas en el Proyecto.

### 3.6. Método de análisis de datos

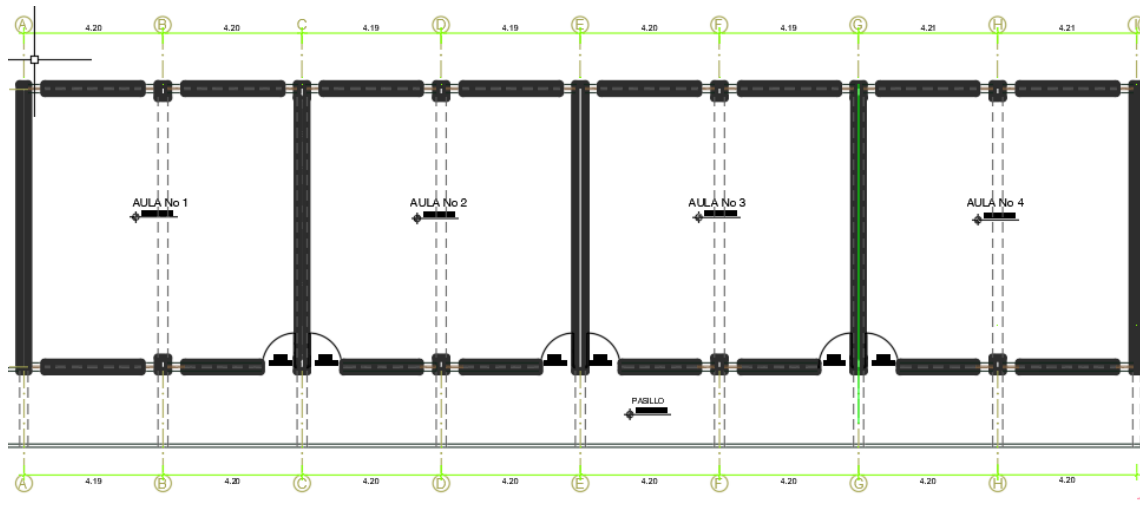
#### 3.6.1. Estructura Existente (EE)

Del levantamiento arquitectónico, se procede a digitalizarlo en el software AutoCAD, tomando en consideración las medidas de columnas, vigas, muros, alfeices, escaleras, ventanas y/o todo elemento arquitectónico que se encontró; del primer, Segundo y Tercer piso.

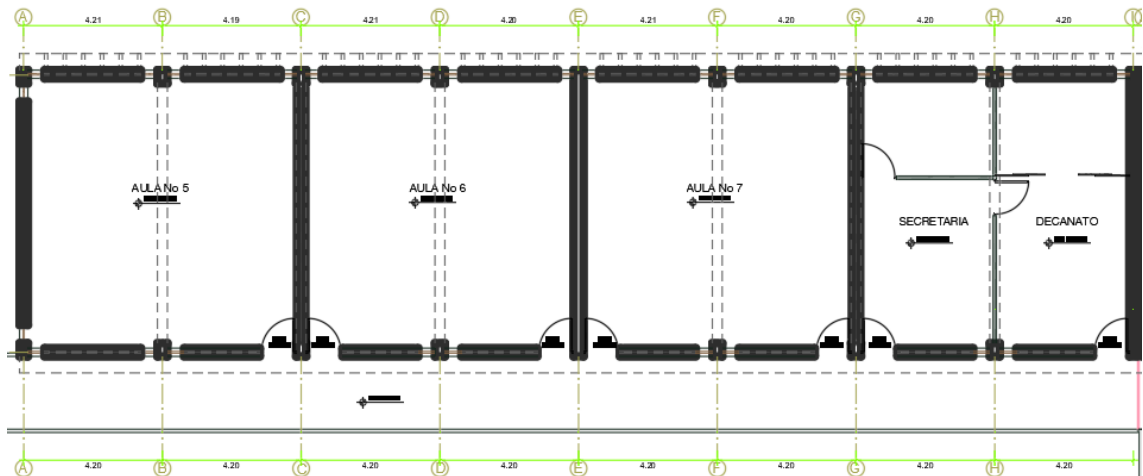
Descripción de los componentes estructurales.



**Figura 18.** Plano vista en planta – primer nivel



**Figura 19.** Plano vista en planta – segundo nivel



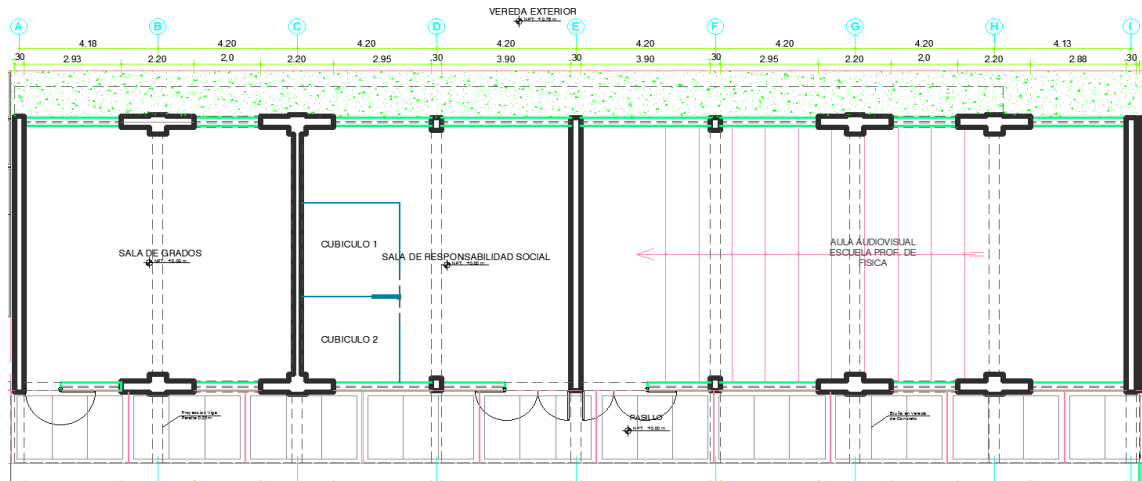
**Figura 20.** Plano vista en planta – tercer nivel

De los componentes / elementos estructurales se tiene:

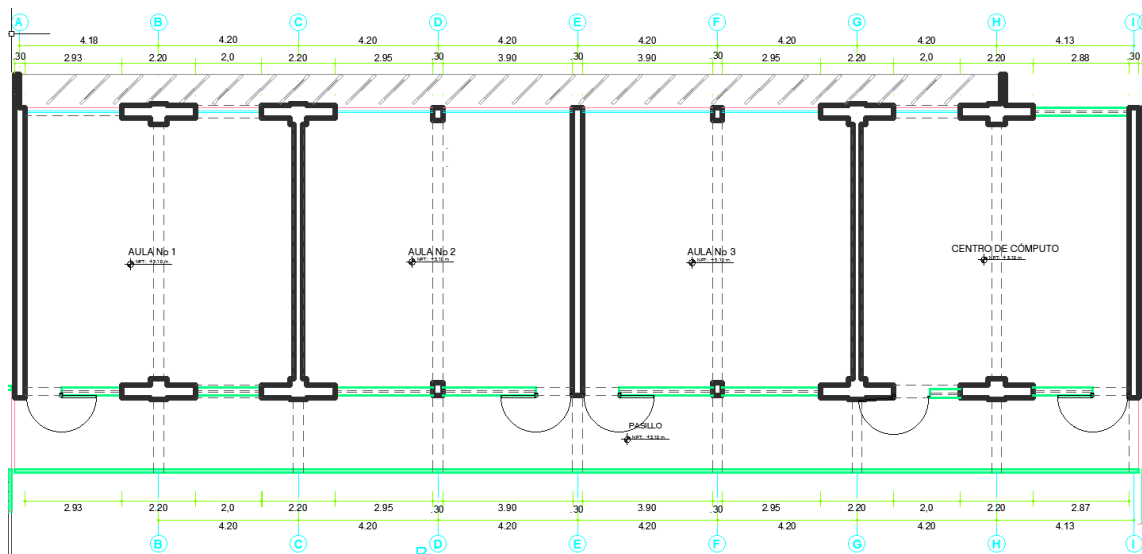
- Columnas Rectangular de 0.25 x 0.40 m
- Columnas Rectangular de 0.30 x 0.40 m
- Viga Principal de 0.30 x 0.50m
- Viga Principal de 0.25 x 0.50m
- Viga Secundaria de 0.25 x 0.450 m
- Viga de Borde de 0.20 x 0.20 m
- Losa aligerada de 0.20 m
- Muro de Albañilería Confinada de 25 cm

### 3.6.2. Estructura Projectada (EP)

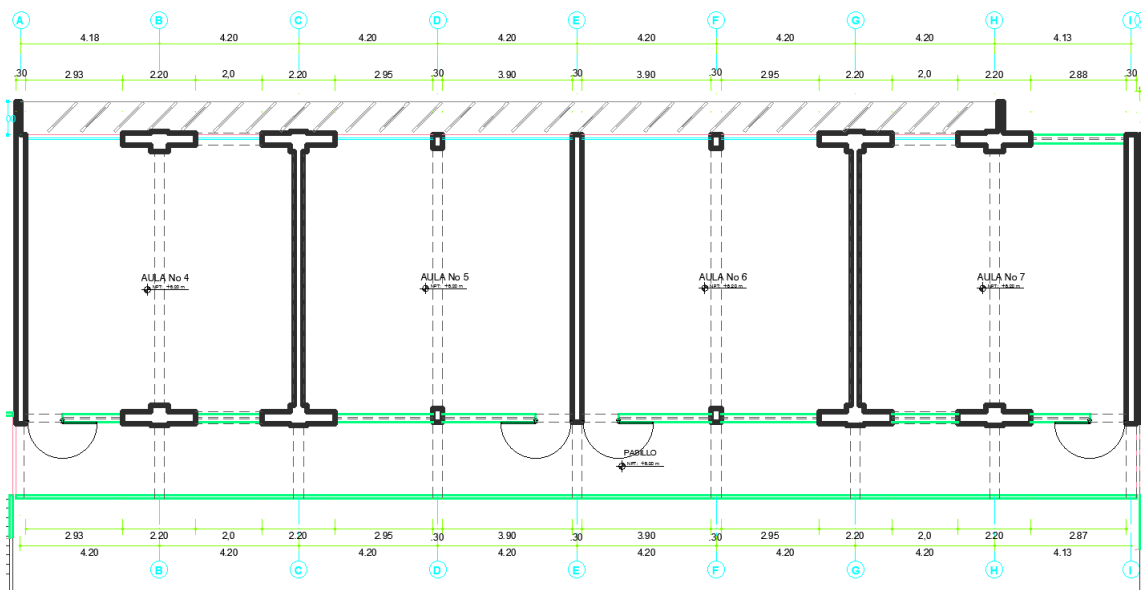
De los planos proyectados, según la necesidad de la Universidad Nacional de San Agustín descrito por la Oficina de Proyectos y Obras de la Subdirección de Infraestructuras, se tiene la descripción de los componentes estructurales.



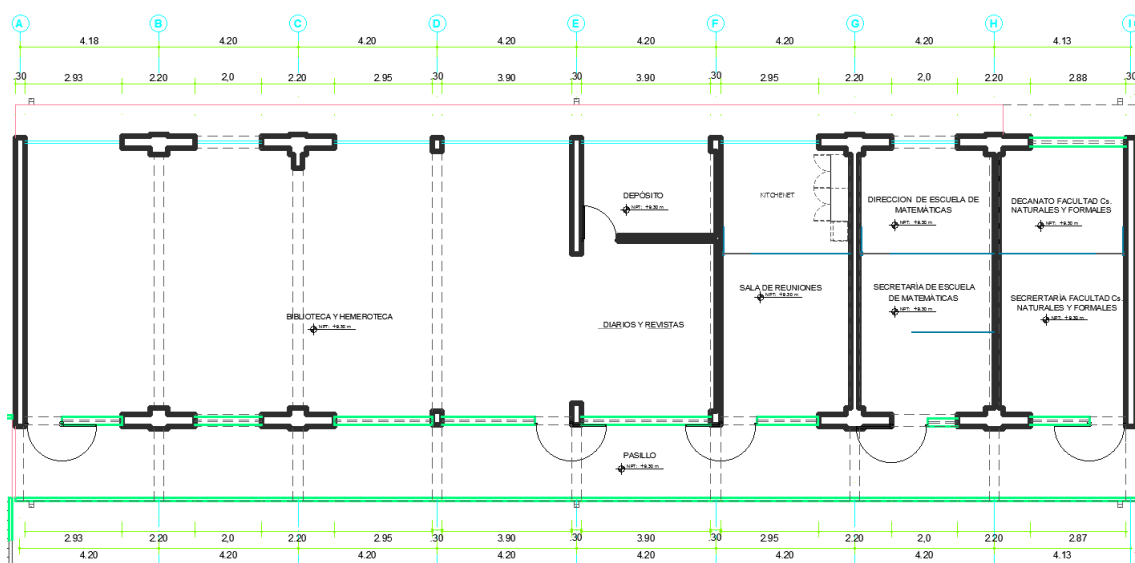
**Figura 2. Plano vista en planta – primer nivel (reformulado)**



**Figura 3. Plano vista en planta – segundo nivel (reformulado)**



**Figura 23. Plano vista en planta – tercer nivel (reformulado)**



**Figura 24.** Plano vista en planta – cuarto nivel (nuevo)

De los componentes / elementos estructurales se tiene:

- Columnas Rectangular de 0.25 x 0.40 m
- Columnas Rectangular de 0.30 x 0.40 m
- Columnas Rectangular de 0.47 x 0.62 m
- Viga Principal de 0.30 x0.50m
- Viga Principal de 0.25 x0.50m
- Viga Secundaria de 0.25 x 0.450 m
- Viga Secundaria de 0.37 x 0.80 m
- Viga de Borde de 0.20 x 0.20 m
- Losa aligerada de 0.20 m
- Muro de Albañilería Confinada de 25 cm
- Muro de Concreto de 30 cm
- Muro de Concreto de 37 cm
- Muro de Concreto de 52 cm

### 3.7. Aspectos Éticos

Se consideró el cumplimiento del Reglamento Nacional de Edificaciones E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE RM-043-2019-VIVIENDA; por lo tanto se tiene los siguientes parámetros para Estructura Existente (EE) y Estructura Proyectada (EP).

### Concreto

$f_c$	: Resistencia a la compresión del concreto	210 Kg/cm <sup>2</sup>
$E_c$	: Módulo de Elasticidad del Concreto	217370.651 Kg/cm <sup>2</sup>
$\nu$	: Módulo de Poisson	0.15
$G = E_c / 2.3$	Módulo de corte	94508.98 Kg/cm <sup>2</sup>

### Acero de refuerzo

$f_y$	: Esfuerzo de fluencia del acero	4200 Kg/cm <sup>2</sup>
$E_s$	: Módulo de elasticidad	2000000 Kg/cm <sup>2</sup>
	Deformación unitaria máxima	0.0021

### Albañilería

Ladrillo tipo IV sólido kin kong de arcilla industrial - TABLA 9 - ARTICULO 24.7

Dimensiones del ladrillo: Ancho= 0.13 m, largo= 0.23 m, altura=0.09 m

$f'_b$	: Resistencia a la compresión Axial en las Unidades	130 Kg/cm <sup>2</sup>
$f'_m$	: Resistencia a la compresión Axial en Pilas	65 Kg/cm <sup>2</sup>
$V'_m$	: Resistencia a la compresión del muro de albañilería	8.1 Kg/cm <sup>2</sup>
$E_m$	: Módulo de Elasticidad de la albañilería $E_m = 500f'_m$	32500 Kg/cm <sup>2</sup>
$G_m$	: Módulo de Corte $G_m = 0.4E_m$	13000 Kg/cm <sup>2</sup>

#### **IV. RESULTADOS**

## **Análisis estructural**

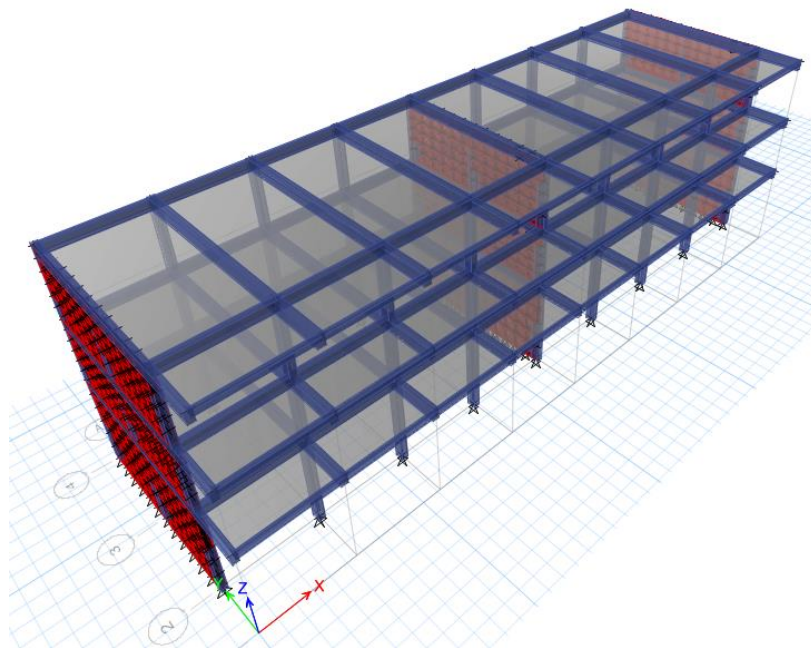
Se define análisis estructural al cálculo de las deformaciones y esfuerzos internos que desarrollan los distintos elementos de la estructura cuando están expuestas a la aplicación de cargas externas (Novely, 2015, p. 5).

## **Edificación Existente (EE)**

### **Análisis estructural de la Edificación Existente (EE)**

#### **Modelo estructural**

El análisis sísmico de los módulos típicos se realizó haciendo uso del programa ETABS. Los diversos módulos fueron analizados con modelos tridimensionales. En el análisis de la estructura se supuso un comportamiento lineal y elástico. Los elementos de concreto armado se representaron con elementos lineales. Los muros de albañilería se modelaron con elementos tipo Shell, con rigideces de membrana y de flexión, aun cuando estas últimas son poco significativas. Los modelos se analizaron considerando sólo los elementos estructurales, sin embargo, los elementos no estructurales han sido ingresados en el modelo como solicitaciones de carga debido a que aquellos no son importantes en la contribución de la rigidez y resistencia de la edificación.



**Figura 25.** Vista general del modelo estructural del módulo de Edificación Existente (EE) en 3D



Según la Figura del modelo estructural del módulo de Edificación Existente (EE), los componentes no estructurales fueron procesados como cargas intactas, generando los siguientes datos:

## Metrados de carga

### CARGA PARA EL TECHO HORIZONTAL - PLANO

#### CARGA MUERTA : CM

Ladrillo techo :	72.00 kg/m <sup>2</sup>		
		202.00 kg/m <sup>2</sup>	0.202tn/m <sup>2</sup>
Acabados :	130.00 kg/m <sup>2</sup>		

#### CARGA VIVA : CV

Aulas :	250 kg/m <sup>2</sup>
Corredores - Balcones :	400 kg/m <sup>2</sup>
Azotea :	100 kg/m <sup>2</sup>

### CARGA DE TABIQUERIA SOBRE VIGUETAS O VIGAS CHATAS



espesor	0.15 m	0.15 m	0.275 m
altura	1.65 m	0.4 m	2.9 m
Peso esp all	1800 Kg/m <sup>3</sup>	1800 Kg/m <sup>3</sup>	1800 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Carga Distr</b>	<b>446 kg/m</b>	<b>108 kg/m</b>	<b>1436 kg/m</b>

### OTRAS CARGAS

#### CARGA MUERTA : CM

Ventanas y Puerta :	100.00 kg/m	0.10tn/m
---------------------	-------------	----------

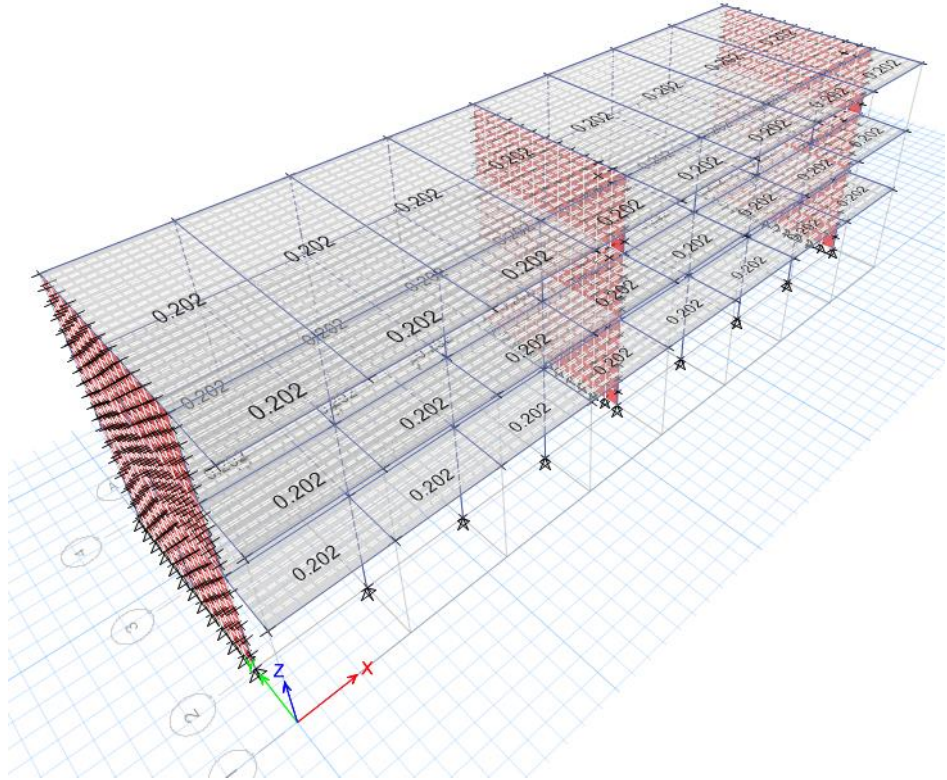
#### CARGA MUERTA : CM

Baranda :	100.00 kg/m	0.10tn/m
-----------	-------------	----------

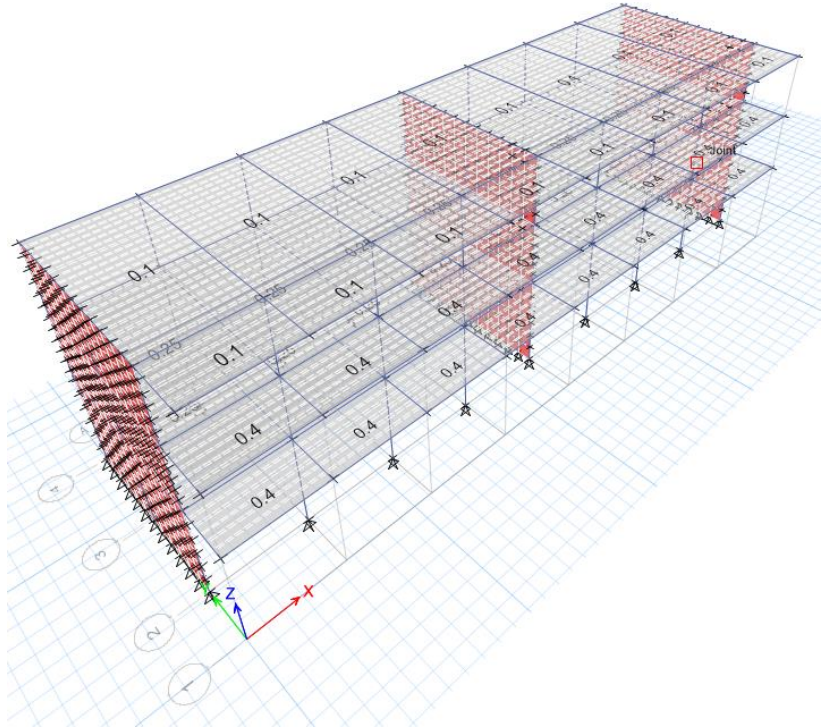
Figura 26. Metrado de cargas asignado cargas al programa Etabs - EE

Para el cálculo del peso total de la edificación se usó el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva según lo indicado en la Norma de Estructuras E.030 correspondiente a las edificaciones categoría A (edificaciones esenciales).

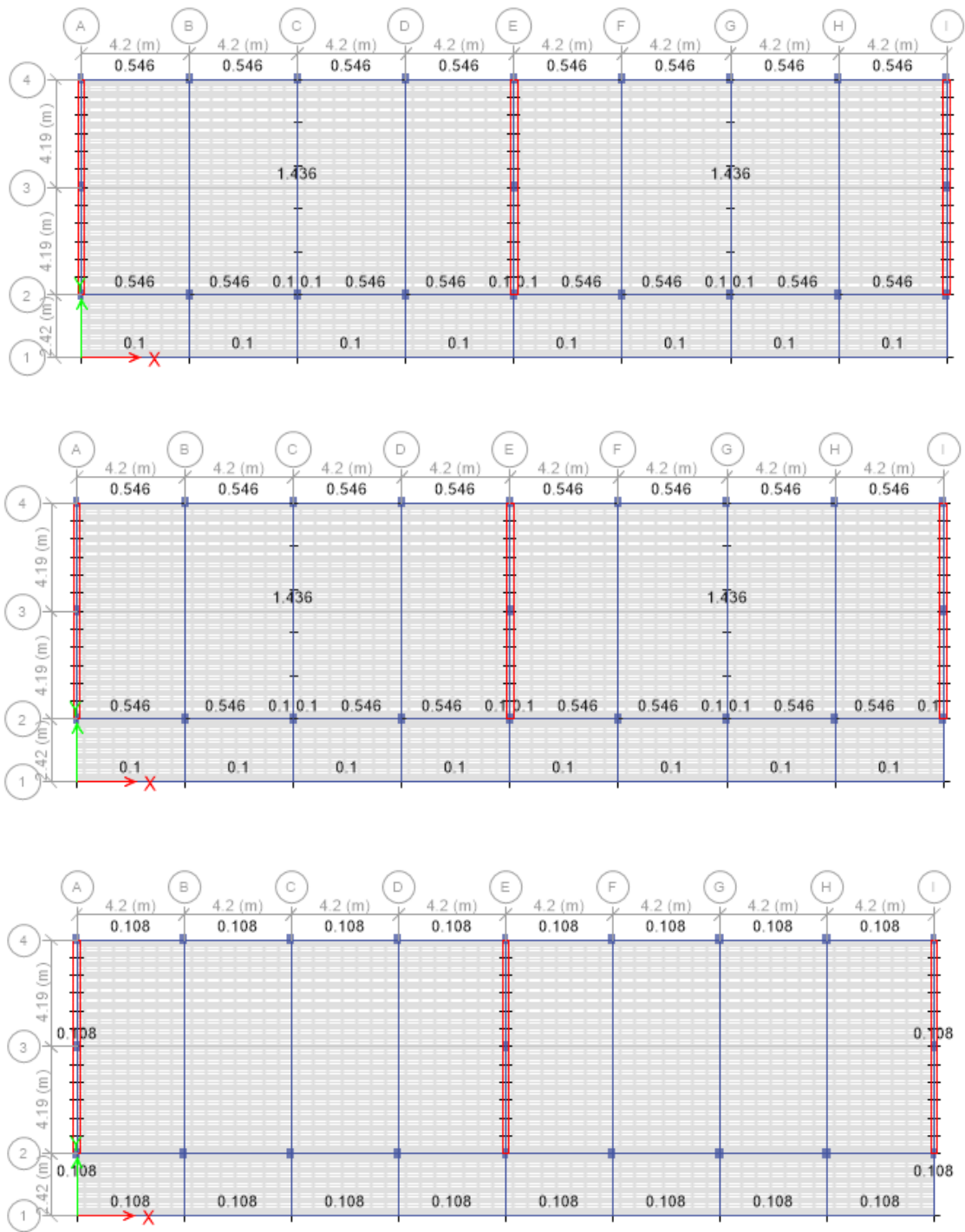
**Metrado de cargas de una vigueta**



**Figura 27.** Vista general de las cargas Muertas asignadas a las viguetas



**Figura 28.** Vista general de las cargas vivas asignadas a las viguetas - Metrados de cargas de una viga



**Figura 29.** Vista las cargas muertas asignadas a las vigas como cargas permanentes de los 3 niveles

### **Análisis sísmico de Edificación Existente (EE)**

En análisis sísmico de las estructuras se realizó siguiendo los criterios de la Norma E.030 Diseño Sismo resistente mediante el método CQC (Complete Quadratic Combination). La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto

conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ), el cual se determinará mediante este método de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Los parámetros sísmicos considerados para el análisis de las edificaciones se consideraron los valores más críticos a fin de uniformizar las condiciones de diseño para los prototipos sistémicos:

Factor de zona	Z = 0.35 (Zona 3)
Factor de uso e importancia	U = 1.50 (Categoría A)
Factor de suelo	S3 = 1.20 (Según Estudio de
Suelos	
<u>Periodos</u>	T p= 1.00 s
	TL=1.60 s
Factor de amplificación sísmica	C = 2.50
Factor de reducción	<u>Rx=8 (Porticos)</u>
	<u>Ry=3 (Albañilería Confinada)</u>

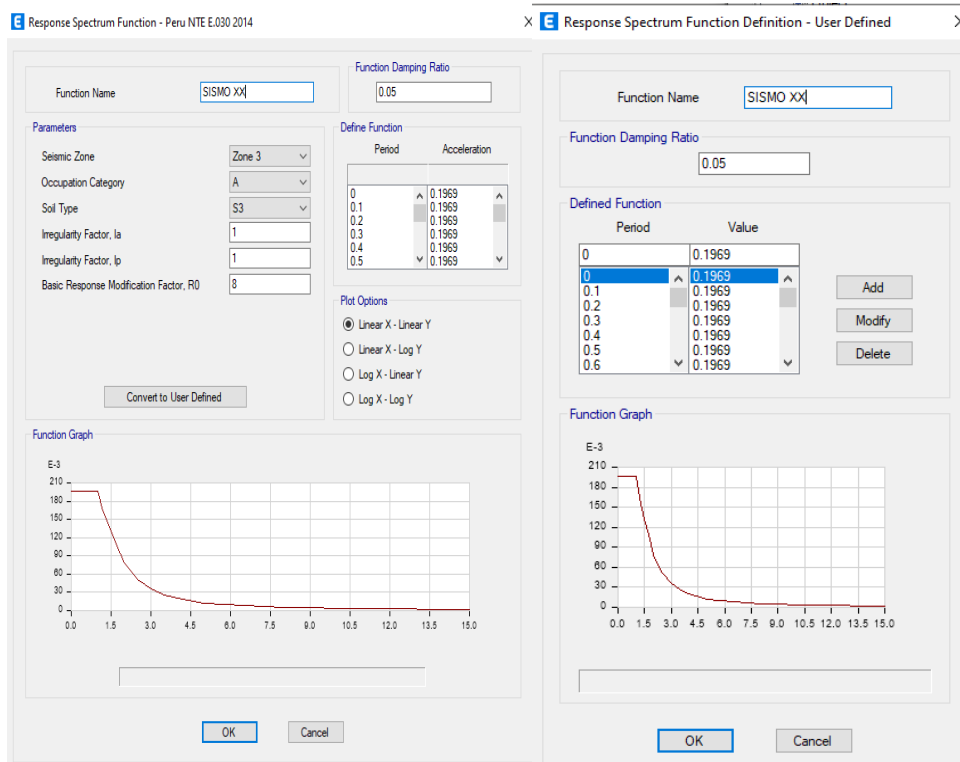


Figura 30. Espectro inelástico sistema de muros estructurales R=8

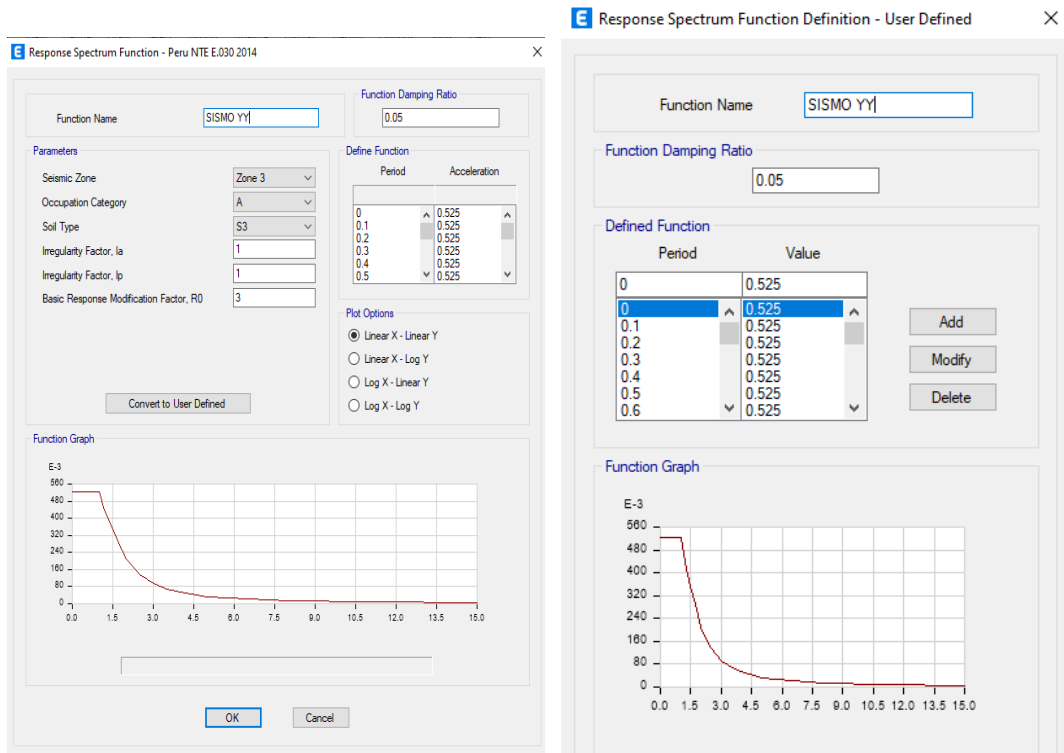


Figura 31. Espectro Inelástico sistema de Albañilería Confinada  $R=3$ .

## Edificación Projectada (EP)

### Análisis estructural de la Edificación proyectada (EE)

#### Modelo estructural

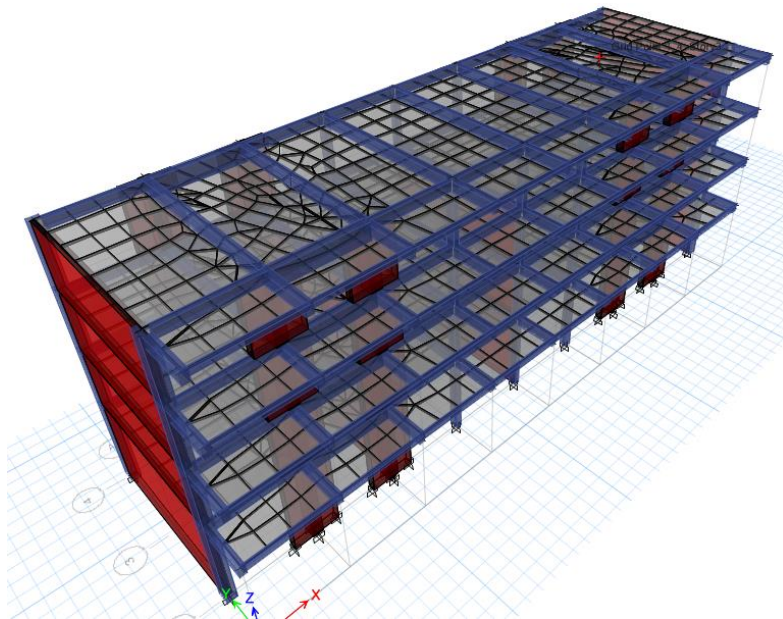


Figura 32. Vista general del modelo estructural del módulo de Edificación Projectada (EP) en 3D

Según la Figura del modelo estructural del módulo de Edificación Proyectada (EP), los elementos no estructurales fueron ingresados como cargas permanentes, generando los siguientes datos:

## Metrados de carga

### CARGA PARA EL TECHO HORIZONTAL - PLANO

#### CARGA MUERTA : CM

Ladrillo techo :	72.00 kg/m <sup>2</sup>		
		202.00 kg/m <sup>2</sup>	0.202tn/m <sup>2</sup>
Acabados :	130.00 kg/m <sup>2</sup>		

#### CARGA VIVA : CV

Aulas :	250 kg/m <sup>2</sup>
Corredores - Balcones :	400 kg/m <sup>2</sup>
Azotea :	100 kg/m <sup>2</sup>

### CARGA DE TABIQUERIA SOBRE VIGUETAS O VIGAS CHATAS



espesor	0.15 m	0.15 m	0.25 m	0.15 m
altura	1.65 m	0.4 m	2.9 m	2.9 m
Peso esp all	1800 Kg/m <sup>3</sup>	1800 Kg/m <sup>3</sup>	1800 Kg/m <sup>3</sup>	1800 Kg/m <sup>3</sup>
Carga Distr	446 kg/m	108 kg/m	1305 kg/m	783 kg/m

### OTRAS CARGAS

#### CARGA MUERTA : CM

Ventanas y Puerta :	100.00 kg/m	0.10tn/m
---------------------	-------------	----------

#### CARGA MUERTA : CM

Baranda :	100.00 kg/m	0.10tn/m
-----------	-------------	----------

**Figura 4.** Metrado de cargas asignado cargas al programa Etabs - EP

Para el cálculo del peso total de la edificación se usó el 100% de la carga muerta más el 50% de la carga viva según lo indicado en la Norma de Estructuras E.030 correspondiente a las edificaciones categoría A (edificaciones esenciales).

# Metrado de cargas de una vigueta

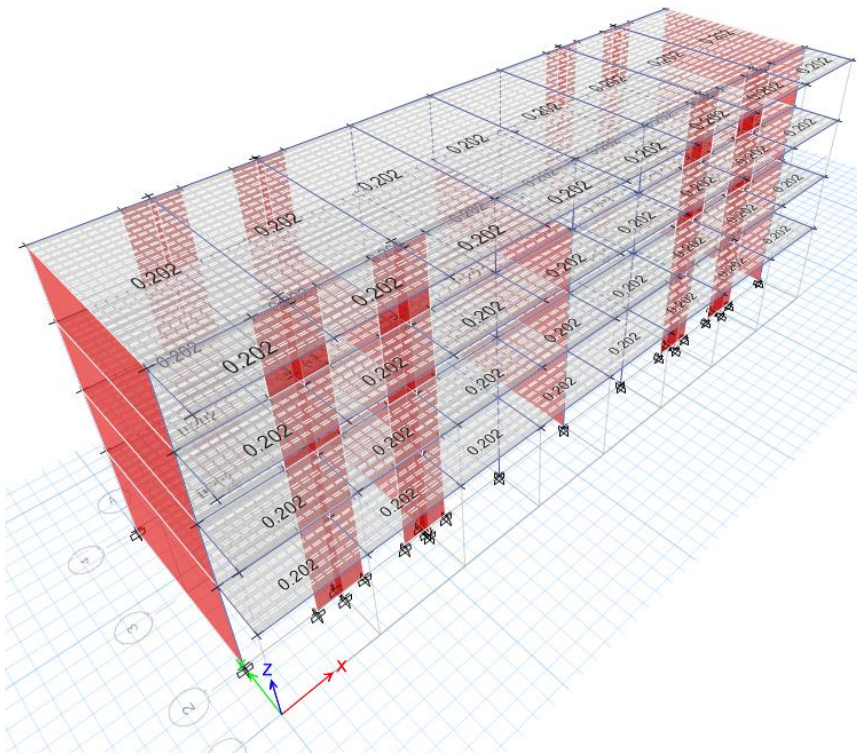


Figura 54. Vista general de las cargas Muertas asignadas a las viguetas

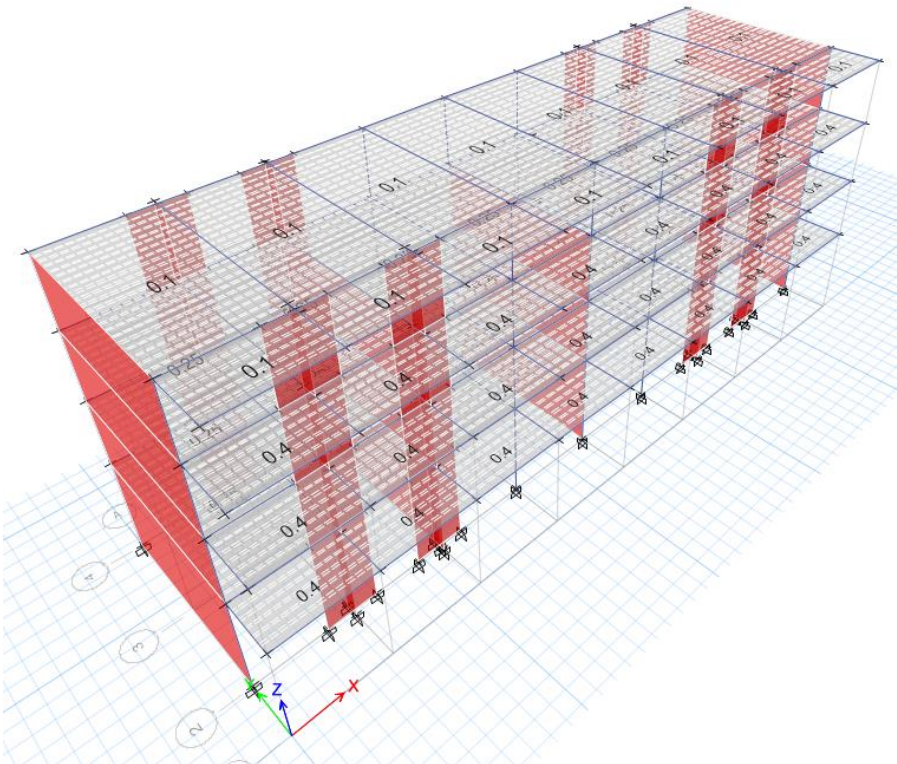
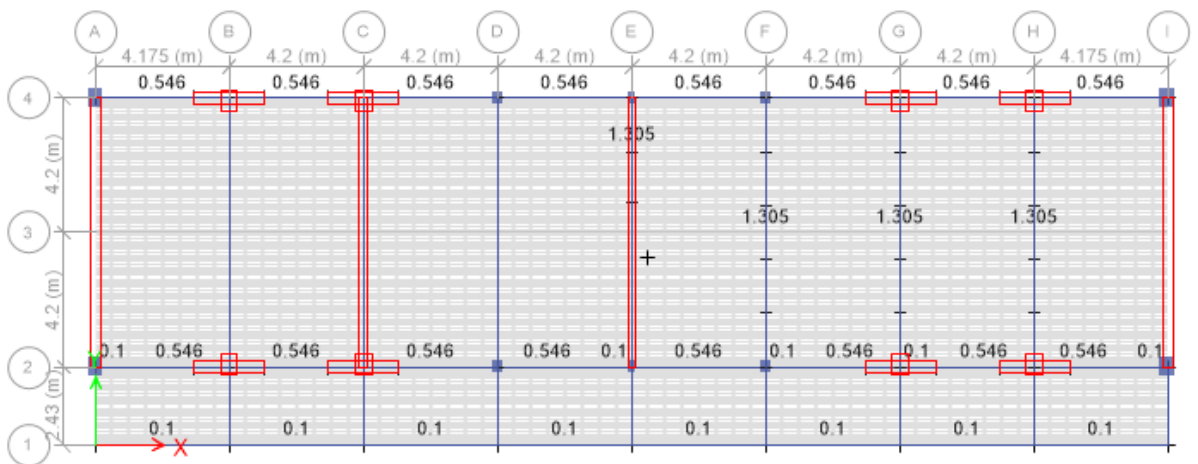
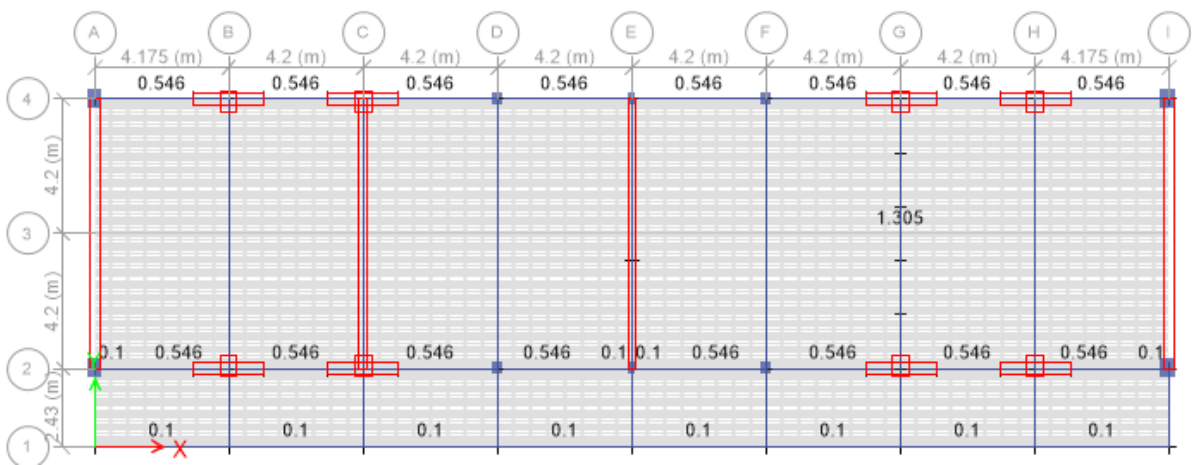
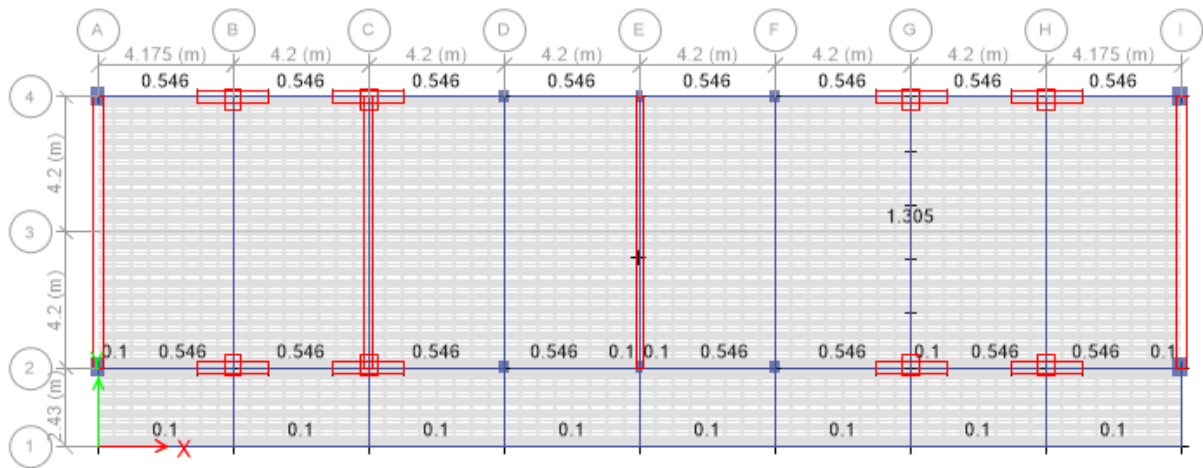
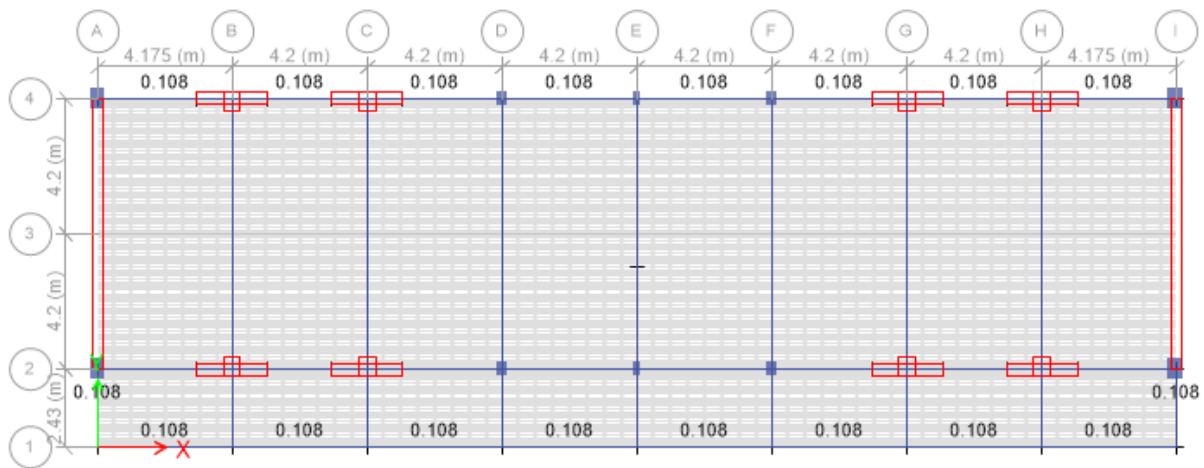


Figura 65. Vista general de las cargas vivas asignadas a las viguetas - Metrados de cargas de una viga







**Figura 76.** Vista las cargas muertas asignadas a las vigas como cargas permanentes de los 4 niveles

### Análisis sísmico de Edificación Proyectoada (EP)

En análisis sísmico de las estructuras se realizó siguiendo los criterios de la Norma E.030 Diseño Sismo resistente mediante el método CQC (Complete Quadratic Combination). La respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados ( $r_i$ ), el cual se determinará mediante este método de los valores calculados para cada modo.

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j}$$

Los parámetros sísmicos considerados para el análisis de las edificaciones se consideraron los valores más críticos a fin de uniformizar las condiciones de diseño para los prototipos sistémicos:

Factor de zona	$Z = 0.35$ (Zona 3)
Factor de uso e importancia	$U = 1.50$ (Categoría A)
Factor de suelo	$S3 = 1.20$ (Según Estudio de
Suelos	
<u>Periodos</u>	$T_p = 1.00$ s
	$T_L = 1.60$ s
Factor de amplificación sísmica	$C = 2.50$
Factor de reducción	<u><math>R_x = 6</math></u> (Porticos)
	<u><math>R_y = 6</math></u> (Albañilería Confinada)

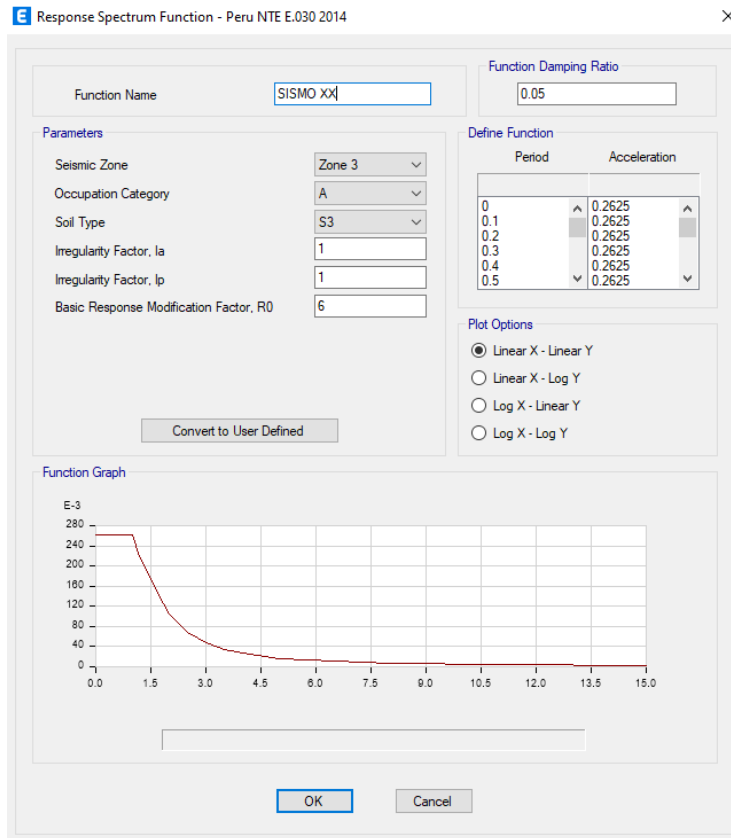


Figura 37. Espectro inelástico sistema de muros estructurales  $R=6$

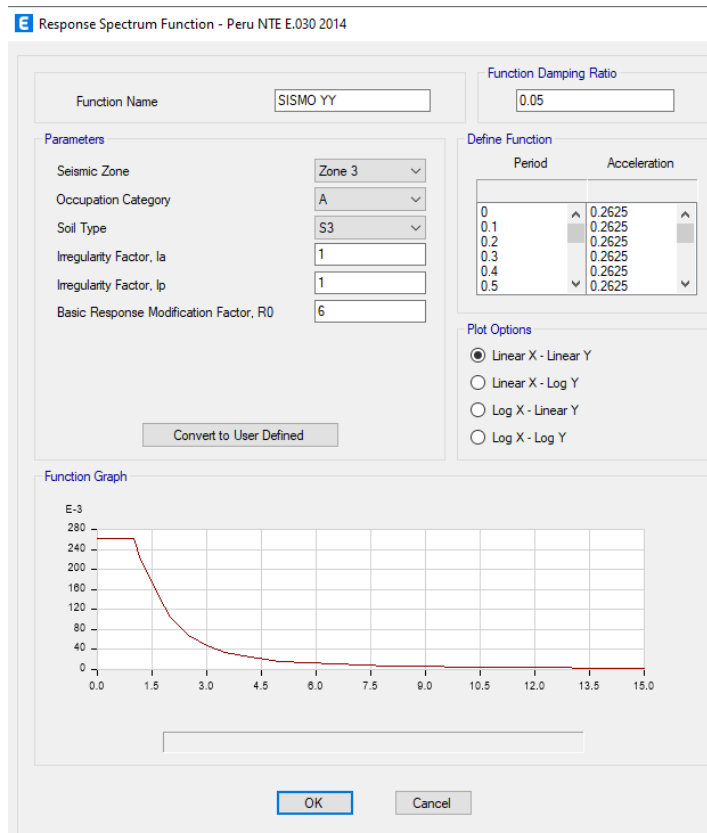
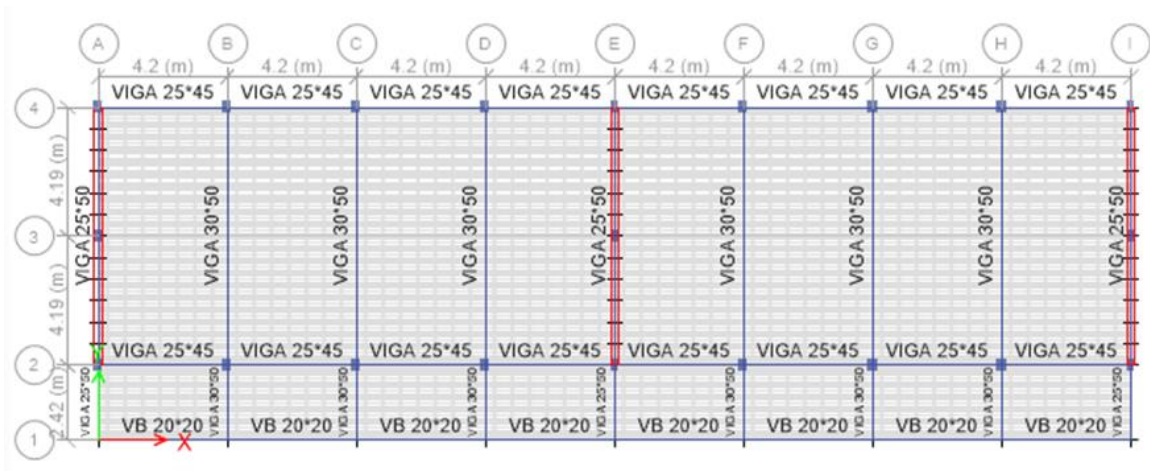


Figura 38. Espectro Inelástico sistema de Albañilería Confinada  $R=6$ .

## **V. DISCUSSION**

## Edificación Existente (EE)

**Del modelamiento sísmico:** El modelo estructural del módulo se muestra a continuación, en el cual se incluyeron los parámetros indicados en el capítulo anterior y se tomaron en consideración las hipótesis de análisis desarrollado.



**Figura 39.** Vista de la planta del 1º Nivel del Módulo. Nótese la disposición y dimensiones de sus elementos principales (columnas y vigas).



**Figura 40.** Vista de la elevación principal del Módulo. En esta vista se muestra las columnas y vigas típicas consideradas en el diseño.

**Periodo fundamental de vibración:** En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura.

A continuación, se muestran los periodos de los seis (6) modos de vibración y sus respectivas masas de participación.

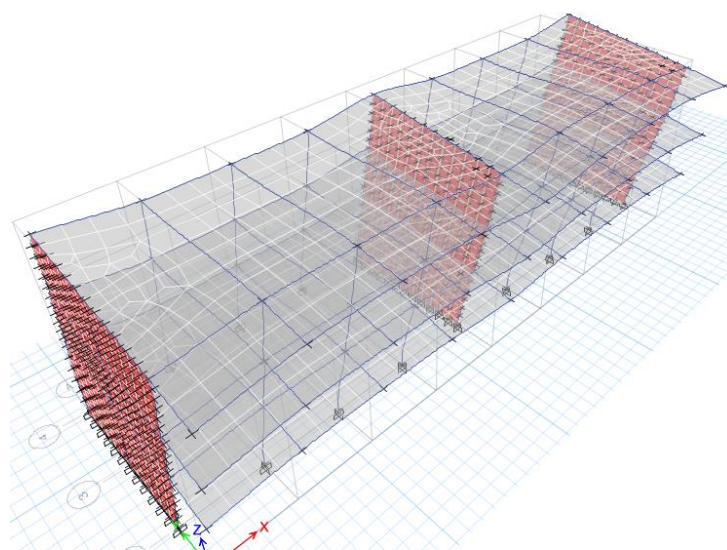
**Tabla 1.** Periodo de modos de vibración y respectivas masas

Case	Mode	Period sec	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
Modal	1	1.001	<b>0.9728</b>	0	0.9728	0	0.00003773	0.00003773
Modal	2	0.291	0.0246	0	0.9974	0	0.0002	0.0002
Modal	3	0.212	0	<b>0.896</b>	0.9974	0.896	0.0000018	0.0002
Modal	4	0.17	0.00001509	0.000001475	0.9974	0.896	<b>0.8876</b>	0.8878
Modal	5	0.167	0.0026	0	1	0.896	0.0072	0.895
Modal	6	0.067	0	0.0988	1	0.9948	0	0.895
Modal	7	0.054	0	0	1	0.9948	0.1	0.995
Modal	8	0.04	0	0.0052	1	1	0	0.995
Modal	9	0.032	0	0	1	1	0.005	1

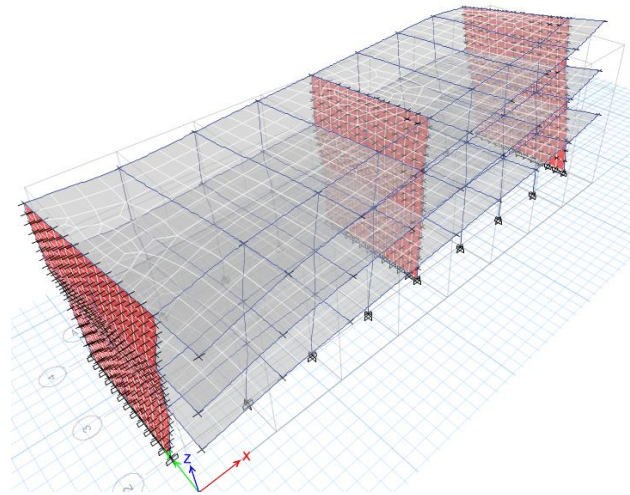
**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

Como se puede mostrar en el Cuadro, la suma de las masas efectivas en los primeros modos de vibración es mayores al 90% de la masa total de la estructura, cumpliendo con lo especificado en la Norma E.030.

A continuación, se muestran los desplazamientos y rotaciones de los tres (03) primeros modos de vibración.



**Figura 8.** Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (transversal)  
T=0.135 seg



**Figura 92.** Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (rotacional)  $T=0.101$  seg.

**Fuerza cortante estática en la base, Fuerza dinámica escalada en la base y Fuerza Cortante Mínima (Norma E 030- Artículo 29.4):** De acuerdo a lo que establece la Norma E.030 Diseño Sismo resistente, la fuerza cortante mínima en la base obtenida del análisis dinámico no puede ser menor que el 80% de la fuerza cortante en la base obtenida del análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

En el cuadro siguiente se muestran las fuerzas cortantes obtenidas en el módulo desarrollado bajo los análisis estático y dinámico:

**Tabla 2.** Fuerzas cortantes en la base (Tn)

	S ESTATICO	S DINAMICO	80% S ESTA	ESCALAR
<b>DIRECCION XX</b>	200.4663	191.9489	160.37304	0.84
<b>DIRECCION YY</b>	531.2356	474.6662	424.98848	0.90

**Fuente:** Desarrollo propio

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los cortantes obtenidos mediante el análisis dinámico ( $V_x = 191.9489$  Tn y  $V_y = 474.6662$  Tn), son mayores al 80% de la fuerza cortante obtenida mediante el análisis estático ( $V_x = 160.37304$  Tn y  $V_y = 424.98848$  Tn), cumpliendo con lo especificado en la Norma E.030.

**Verificación del sistema estructural:** inicialmente se consideró un sistema estructural para cada dirección.

Rx            8            Pórticos  
 Ry            3            Albañilería confinada

Al ser los muros de concreto armado en la Dirección X-X, el sistema predominante se realiza la evaluación:

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	0	0	-869.6377	0	0	896.5873
Moment	7811.0307	-15207.9737	0	-8074.8601	15679.1331	0

	Right Side			Left Side		
	1	2	Z	1	2	Z
Force	-0.0013	-3.6471	-713.1321	0.0013	3.6471	730.6857
Moment	6367.1058	-12463.3641	63.77	-6539.6627	12770.2526	-63.77

**Figura 10.** Evaluación para muros de concreto, exportado del ETABS

**Tabla 3.** Integración de fuerzas (Tn)

DESCRIPCION	FUERZAS	%
Cortante total	869.637	82.00%
Cortante columnas	713.13	

**Fuente:** Desarrollo propio

Según el RNE E.030, en el Artículo 16, muros estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre

los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base. Según el análisis en la Dirección X-X se tiene un 90.41%, por tanto, se corrobora el sistema estructura empleado.

Al ser los muros de Albañilería Confinada el sistema predominante en la dirección Y-Y, se verifica la densidad de Muros:

**Tabla 4.** Densidad de muros en ambas direcciones

DIRECCIÓN "Y"				
Muro	Longitudes y espesor efectivo		Área de muros portantes	Material
	0.13	0.25	L*t (m2)	A-C
Y1		8.15	2.04	A
Y2		8.15	2.04	A
Y3		8.15	2.04	A
	$\Sigma Y$	<b>24.45</b>		
Z.U.S.N	1.89			
Z.U.S.N/60	0.0315			

**DENSIDAD MINIMA DE MUROS "Y"**

$$\sum \frac{L * t}{Ap} \quad 0.016491299 \quad > \quad 0.0315 \quad \text{FALLA}$$

**Fuente:** Desarrollo propio.

Se corrobora que el sistema estructural asumido, es el correcto en la dirección Y-Y, al cumplir con la densidad de muros.

**Verificación de irregularidades:** En atención al Artículo 19 del RNE E.030, Regularidad Estructural, se indica que, según lo analizado se tiene que la estructura es Regular tanto en planta y Altura, los elementos estructurales que se proponen son simétricas y uniformes en planta y cuentan con continuidad en todos los niveles, por tanto, se asume para cada caso lo siguiente:

	X-X	Y-Y
lp	1	1
la	1	1



**Desplazamiento máximo en el último nivel, máximo desplazamiento de entrepiso y deriva máxima:** En el cuadro siguiente se muestran los desplazamientos y derivas de entrepisos de los diafragmas de cada nivel. Estos valores fueron determinados multiplicando los resultados obtenidos en el programa de análisis por 0.75 R, conforme se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismo resistente.

**Tabla 5.** Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección “X”

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.012173
Story2	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.024964
Story1	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.049553

**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

**Tabla 6.** Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección “Y”

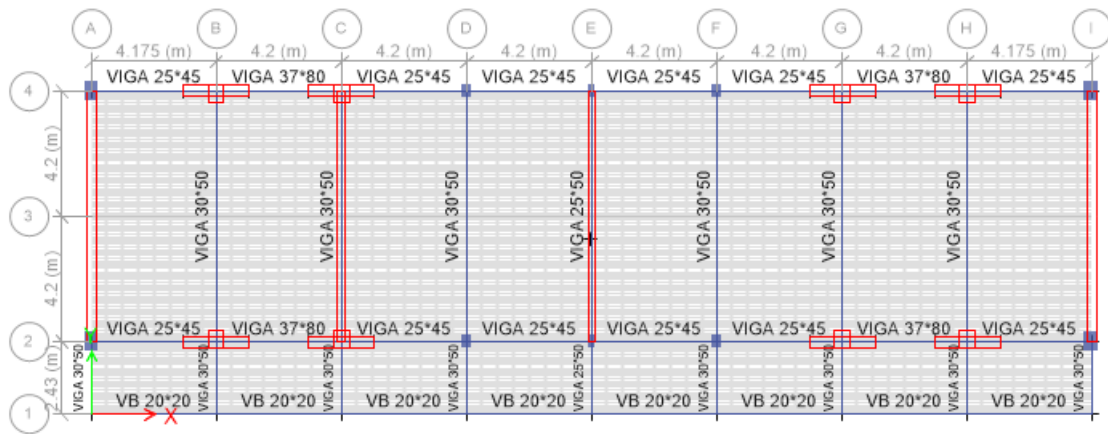
Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.00161
Story2	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.00204
Story1	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.00204

**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

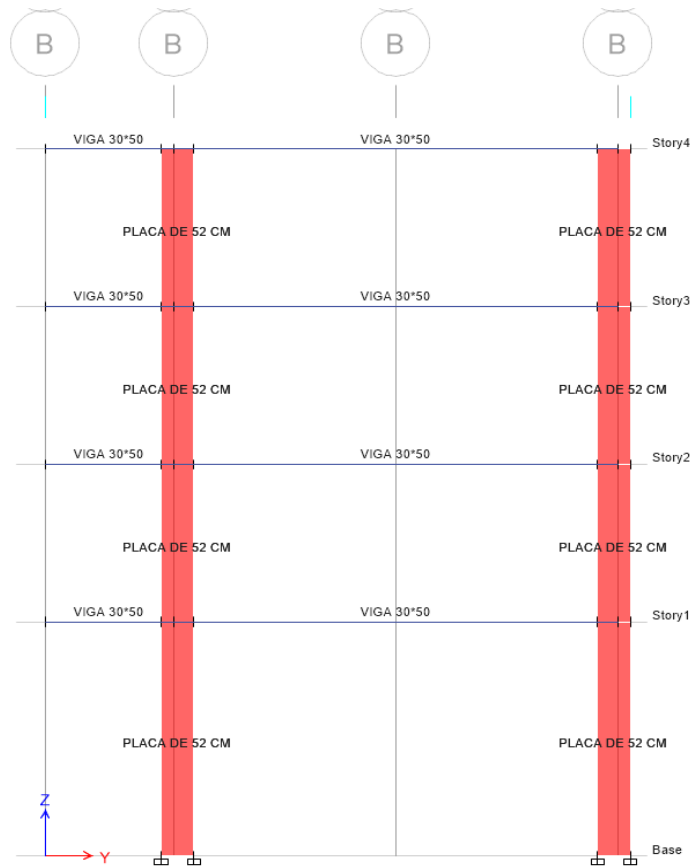
Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los desplazamientos obtenidos en el análisis sísmico realizado en el módulo NO CUMPLE satisfactoriamente con las máximas derivas exigidas en la Norma E.030 Diseño Sismo resistente.

### Edificación Proyectada (EP)

**Del modelamiento sísmico:** El modelo estructural del módulo se muestra a continuación, en el cual se incluyeron los parámetros indicados en el capítulo anterior y se tomaron en consideración las hipótesis de análisis desarrollado.



**Figura 44.** Vista de la planta del 1º Nivel del Módulo. Nótese la disposición y dimensiones de sus elementos principales (columnas y vigas).



**Figura 45.** Vista de la elevación principal del Módulo. En esta vista se muestra las columnas y vigas típicas consideradas en el diseño.

**Periodo fundamental de vibración:** En cada dirección se consideran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa de la estructura.

A continuación, se muestran los periodos de los seis (6) modos de vibración y sus respectivas masas de participación.

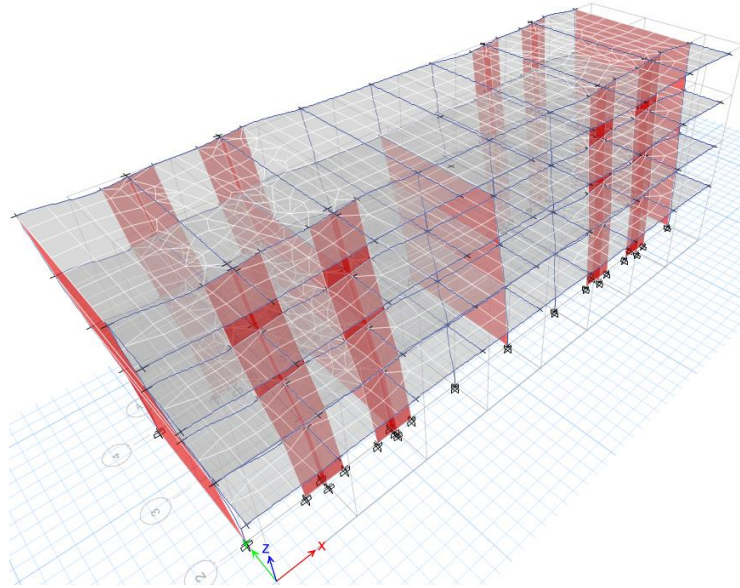
**Tabla 7.** Tabla periodo de los seis (6) modos de vibración y respectivas masas

Case	Mode	Period	UX	UY	SumUX	SumUY	RZ	SumRZ
sec								
Modal	1	0.228	<b>0.8285</b>	0.000008871	0.8285	0.000008871	0.0005	0.0005
Modal	2	0.147	0.00002792	<b>0.8039</b>	0.8285	0.8039	0.0133	0.0138
Modal	3	0.105	0.0004	0.0121	0.8289	0.8159	<b>0.8013</b>	0.8151
Modal	4	0.06	0.1295	0	0.9584	0.8159	0.0002	0.8153
Modal	5	0.041	5.766E-07	0.161	0.9584	0.9769	0.0002	0.8156
Modal	6	0.029	0.00000541	0.0002	0.9584	0.9771	0.165	0.9806
Modal	7	0.028	0.0327	0	0.9912	0.9771	0.0001	0.9807
Modal	8	0.022	0	0.0177	0.9912	0.9949	0.000008874	0.9807
Modal	9	0.017	0.0087	7.256E-07	0.9999	0.9949	0.00001822	0.9807
Modal	10	0.015	5.732E-07	0.0051	0.9999	1	0.00004754	0.9808
Modal	11	0.015	0.0001	0	1	1	0.0158	0.9966
Modal	12	0.011	0.00001851	0.000004837	<b>1</b>	<b>1</b>	0.0034	<b>1</b>

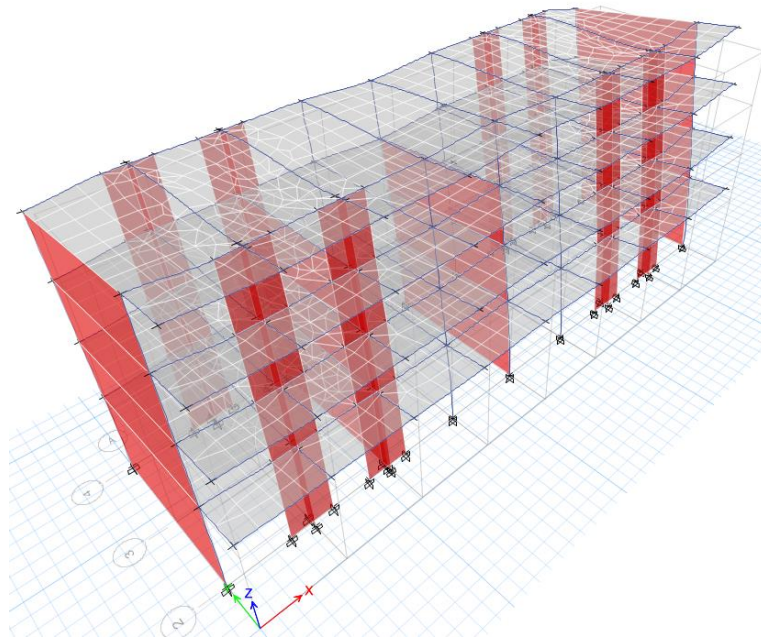
**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

Como se puede mostrar en el Cuadro, la suma de las masas efectivas en los primeros modos de vibración es mayores al 90% de la masa total de la estructura, cumpliendo con lo especificado en la Norma E.030.

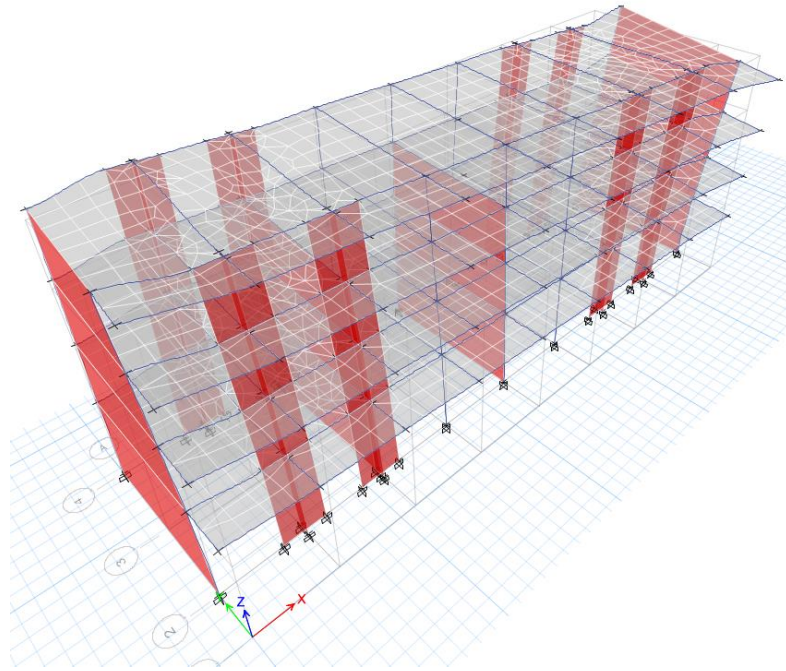
A continuación, se muestran los desplazamientos y rotaciones de los tres (03) primeros modos de vibración.



**Figura 116.** Vista del modelo sísmico de la edificación en su primer modo de vibración (longitudinal)  
 $T=0.228$  seg.



**Figura 127.** Vista del modelo sísmico de la edificación en su segundo modo de vibración (rotacional)  
 $T=0.147$  seg.



**Figura 138.** Vista del modelo sísmico de la edificación en su tercer modo de vibración (rotacional)  $T=0.105$  seg.

**Fuerza cortante estática en la base, Fuerza dinámica escalada en la base y Fuerza Cortante Mínima (Norma E 030- Artículo 29.4):** De acuerdo a lo que establece la Norma E.030 Diseño Sismo resistente, la fuerza cortante mínima en la base obtenida del análisis dinámico no puede ser menor que el 80% de la fuerza cortante en la base obtenida del análisis estático para estructuras regulares, ni menor que el 90% para estructuras irregulares.

En el cuadro siguiente se muestran las fuerzas cortantes obtenidas en el módulo desarrollado bajo los análisis estático y dinámico:

**Tabla 8.** Fuerzas cortantes en la base (Tn)

	S ESTATICO	S DINAMICO	80% S ESTA	ESCALAR
DIRECCION XX	437.5533	371.0355	350.04264	0.94
DIRECCION YY	437.5533	363.1036	350.04264	0.96

**Fuente:** Desarrollo propio.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los cortantes obtenidos mediante el análisis dinámico ( $V_x = 371.0355$  Tn y  $V_y = 363.1036$  Tn), son mayores al 80 % de

la fuerza cortante obtenida mediante el análisis estático ( $V_x = 350.04264$  Tn y  $V_y = 350.04264$  Tn), cumpliendo con lo especificado en la Norma E.030.

**Verificación del sistema estructural:** inicialmente se consideró un sistema estructural para cada dirección.

Rx            6            Pórticos  
 Ry            6            Albañilería confinada

Al ser los muros de concreto armado en la Dirección X-X, el sistema predominante se realiza la evaluación:

**Tabla 9.** Determinación del sistema estructural dirección "X"

$V_x$	-437.5533					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	
Story1	PX1	SEST XX	Bottom	90.8078	53.09	
Story1	PX2	SEST XX	Bottom	-84.0176	52.6651	
Story1	PX3	SEST XX	Bottom	93.3676	52.3526	
Story1	PX4	SEST XX	Bottom	-88.5832	52.8972	
Story1	PX5	SEST XX	Bottom	-88.2629	53.4677	
Story1	PX6	SEST XX	Bottom	93.9383	52.8331	
Story1	PX7	SEST XX	Bottom	-84.8961	53.1454	
Story1	PX8	SEST XX	Bottom	90.4643	53.6314	
				$\Sigma$	424.0825	Tnf
			%	<b>-96.92%</b>		

**Fuente:** Desarrollo propio.

**Tabla 10.** Determinación del sistema estructural dirección "Y"

$V_y$	-437.5533					
Story	Pier	Load Case/Combo	Location	P tonf	V2 tonf	
Story1	PY1	SEST XX	Bottom	-0.2721	137.7809	
Story1	PY2	SEST XX	Bottom	-0.4797	201.5918	
				$\Sigma$	339.3727	Tnf
			%	<b>-77.56%</b>		

**Fuente:** Desarrollo propio.

Según el RNE E.030, en el Artículo 16, Muros Estructurales. Sistema en el que la resistencia sísmica está dada predominantemente por muros estructurales sobre los que actúa por lo menos el 70% de la fuerza cortante en la base. Según el análisis en la Dirección X-X se tiene un 96.92%, y en la dirección Y-Y se tiene el 77.56 % por tanto, se corrobora el sistema estructura empleado en ambas direcciones.

**Verificación de irregularidades:** Tomando en consideración lo indicado en el Artículo 19 del RNE E.030, Regularidad Estructural, se indica que, según lo analizado se tiene que la estructura es Regular tanto en planta y Altura, los elementos estructurales que se proponen son simétricas y uniformes en planta y cuentan con continuidad en todos los niveles, por tanto, se asume para cada caso lo siguiente:

	X-X	Y-Y
lp	1	1
la	1	1

**Desplazamiento máximo en el último nivel, máximo desplazamiento de entrepiso y deriva máxima:** En el cuadro siguiente se muestran los desplazamientos y derivas de entrepisos de los diafragmas de cada nivel. Estos valores fueron determinados multiplicando los resultados obtenidos en el programa de análisis por 0.75 R, conforme se especifica en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

**Tabla 11.** Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección "X"

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.001411
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.001791
Story2	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.001982
Story1	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	X	0.001128

**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

**Tabla 12.** Desplazamientos máximos y derivaciones entrepisos, dirección “Y”

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.000931
Story3	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.000971
Story2	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.000936
Story1	DESPLAZAMIENTO	Combination	Max	Y	0.000586

**Fuente:** Desarrollo propio, exportado del software ETABS.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, los desplazamientos obtenidos en el análisis sísmico realizado en el módulo CUMPLE satisfactoriamente con las máximas derivas exigidas en la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

## TECNICA DEL ENCAMISADO

Con la finalidad de lograr una adecuada rehabilitación de la escuela de matemáticas, después del terremoto de 23 Junio 2001, desde una reparación hasta un reforzamiento.

Luego de la verificación de los elementos estructurales (columnas y vigas), se toma en cuenta la proyección del reforzamiento, considerando tomar el ACI 369R-11, 2011; el proceso constructivo son las siguientes:

- Según la evaluación estructural a través del software ETAPS, los ejes a refaccionar son A-A, B-B, C-C, D-D, E-E, F-F, G-G, H-H e I-I, según la arquitecta proyectada (EP).
- Se debe apuntalar el entorno del elemento estructural (columnas) para asegurar la estabilidad de la edificación.
- Con herramientas automáticas que retira el tarrajeo de las columnas hasta dejar al descubierto el acero vertical y los estribos. De a l misma manera la cimentación para poder incorporarle el acero vertical
- El elemento expuesto no solo será columnas sino su cimentación y sobre cimientto, la técnica incluye reforzamiento de la cimentación.





**Figura 149.** Foto de proceso de descubrimiento de concreto para reforzamiento.



**Figura 50.** Foto de proceso de Apuntalamiento para reforzamiento.

- Se colocara las barra de acero verticales desde la cimentación hasta pasar la losa aligerando con respectivo estribos, grapado al elemento antiguo, se debe tomar en cuenta no lastimar las vigas existentes.



**Figura 51.** Foto de proceso de colocación de acero vertical y horizontal para reforzamiento.

- Se debe mencionar que según el retiro del tarrajeo y concreto en columnas, se deberá evaluar el nivel de porosidad, calidad del concreto existe, estado del acero vertical y el horizontal.
- Según los cálculos no solo se está engrosando la columnas con la técnica del encamisado sino se está generando a las a las columnas, generando la modificación de columnas rectangular a columna en forma de más amplia tipo placa, por lo tanto el picado de muros de ladrillo será con las medidas según diseño.



**Figura 52.** Foto de proceso de reforzamiento de columna existente con acero

- Al culminar la colocación del acero, se deberá colocar el encofrado con madera desde la cimentación hasta el 50% del alto del ambiente, tomando

todas las consideraciones de procesos de encofrado indicados en la Normativa vigente.

- Luego de darle estabilidad al encofrado se procede al vaciado de concreto diseñado, considerando en todo momento la vibración para asegurar que el concreto ingrese en todo el entorno y entre el concreto viejo y nuevo.
- Se debe considerar el posible uso de aditivo para la unión correcta del concreto antiguo con el nuevo.
- Una vez culminado la primera parte del vaciado, se procede a vaciado la según parte con el mismo procedimiento,
- No se debe encofrar hasta el tope de la columna y losa, ya que esta tercera parte se deberá realizar desde el nivel siguiente para garantizar el correcto amarre entre columna, losa y viga.
- Según la experiencia del personal técnico, se deberá disponer en campo algunos posibles campos para solucionar los posibles hallazgos de los diferentes elementos estructurales.



**Figura 53.** Foto de proceso de vaciado de concreto en reforzamiento, técnica encamisado.

- Este procedimiento se deber realizar en todos los elementos a reforzar según el diseño estructural.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. El levantamiento topográfico, arquitectónico, estructural y datos de estudio de suelos nos otorga un panorama del estado de la edificación, vertido en el programa ETABS (software) la Edificación Existente (EE) de 3 niveles generando las simulaciones con los parámetros de la norma E.030 DISEÑO SISMORRESISTENTE RM-043-2019-VIVIENDA, evidenciando lo siguiente:
  - Se Concluye que por el uso según Artículo 15 en la tabla N° 5 pertenece a edificaciones esenciales (A2); asimismo considerando el Artículo 17.- Categoría y Sistemas Estructurales, nos indica que esta edificación le corresponde los siguientes sistemas estructurales como: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, albañilería Armada o confinada; por consiguiente la edificación existente no cumple con la Norma, siendo actualmente un sistema Aporticado
  - De la Estructura Existente la resistencia sísmica está dada predominantemente por Porticos sobre los cuales por lo menos el 80% de la fuerza cortante en la base. Según el análisis en la dirección X-X se tiene un 90.41% (CUMPLE) de los muros estructurales, el análisis en la dirección Y-Y los muros de albañilería confinada el sistema predominante se verifica la densidad de muros el cual  $0.0164913 < 0.0315$  (FALLA) según RNE E.030, en el Artículo 16.
  - Se Concluye que por el uso de la Edificación según la Tabla N° 5 pertenece a edificaciones esenciales (A2); asimismo considerando el Artículo 17.- Categoría y Sistemas Estructurales, nos indica que esta edificación le corresponde los siguientes sistemas estructurales como: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado, albañilería Armada o confinada; por consiguiente la edificación existente no cumple con la Norma, siendo actualmente un sistema Aporticado.
  - Se concluye que la Infraestructura Existente, según la Normativa Vigente E.030 Diseño Sismorresistente, los desplazamientos de base y entrepisos de los diagramas de cada nivel obtenido en el análisis sísmico realizado en el módulo NO CUMPLE; por lo que se requiere un reforzamiento con Muros Estructurales como el que se esta planteando.
  - También se asumió por criterio que al generar un 4to nivel a la edificación existente con los parámetros actuales RNE- RM-043-2019-VIVIENDA,

no cumplirían y se dispondría el reforzamiento Estructural para mantener la construcción.

2. También se asumió por criterio que al generar un 4to nivel a la edificación existente con los parámetros actuales RNE- RM-043-2019-VIVIENDA, no cumplirían y se dispondría el reforzamiento Estructural para mantener la construcción.
3. Según la propuesta de Reforzamiento Estructura con la técnica del encamisado descrito, se debe considerar la experiencia del personal técnico, que deberá disponer en campo algunos posibles campos para solucionar los posibles hallazgos de los diferentes elementos estructurales.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda emplear este sistema de reforzamiento, antes de tomar como opción la demolición de infraestructuras existentes
2. Los Resultados del presente Estudio se recomienda solo para la zona investigada y no para ningún otro lugar, ni tipo de obra diferente a la estudiada
3. Se recomienda el seguir adecuados procesos constructivos para así evitar patologías como cangrejas entre otras patologías que debilitan la resistencia del concreto



## REFERENCIAS

- ACI 369R-11.(2011).ACI 369r-11 Guide for Seismic Rehabilitation of Existing Concrete Frame Buildings and Commentary. ACI-American Concrete Institute.
- ACI 440.2R-08. (2008). Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthenins Concrete Structures. American Concrete Institute: ACI Committee 440.
- Aguilar,J.; Breña,S.; Del Valle,E.; Iglesias,J.; Picado, M.; James M. (1996). Rehabilitation of existing reinforced concrete building in mexico city. PMFSEL 96-3 Ferguson Structural Engineering Laboratory The University of Texas at Austin.
- Antonio Blanco Blasco-Ricardo Araujo Alvarez-Jose Antonio Terry. (2009). Reforzamiento del estadio nacional de Lima Perú. Lima
- APLIKA PERU. (24 de Junio de 2014). Reforzamiento Estructural en Edificaciones. Obtenido de Reforzamiento Estructural en Edificaciones: <https://prezi.com/oirhsiv9dcyo/reforzamiento-estructural-en-edificaciones/>
- N.T.E. E030. (2016). REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES.
- N.T.E. E060. (2006). Reglamento Nacional de Edificaciones
- Oviedo, S. (2010). Metodos de Reforzamiento en Edificios de Concreto Armado
- Palomino, A. (2016). Manual de Análisis Estático y Dinámico NTE E030.
- Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). INGEOMIN Boletin N°3 Serie C. Geodinámica e Ingeniería Geológica. LIMA-PERU: Instituto de Geología y Minería.
- Soto, E. (2008). Rehabilitación de Estructuras de Concreto. TESIS-UNAM.
- Torrealva, D. (2007). Curso de Reparación y Refuerzo de estructuras de Concreto y Mampostería. Lima: ACI-PERU.
- Villamarin,E. ;Yañez, E. (2010). Reforzamiento sísmico de estructuras aporticadas, regulares en planta y regulares en elevación. Sangolqui

## **ANEXOS**

## Anexo N°1: Matriz de operacionalización de las Variables de investigación

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
<b>Variable 01: Reforzamiento estructural</b>	El proceso de reforzamiento estructural comprende primero el investigar los planos existentes de la estructura, en su situación actual, para ser definida su calidad sismoresistente y así obtener sus características de configuración y poder definir los elementos de refuerzo; segundo la propuesta de reforzamiento se debe acomodar a la remodelación para dar una buena configuración; tercero se debe analizar, afinar y diseñar la estructura modificada para la remodelación; cuarto se debe definir los detalles de conexión de la estructura antigua con la nueva y con los elementos el refuerzo (Icochea, 1998, p. 31).	El Reforzamiento estructural es una variable de naturaleza cualitativa politómica y se mide a través de una escala nominal	Reforzamiento estructural con la Técnica de encamisado	Rigidez
				Resistencia Cortante
				Esfuerzos axiales
<b>Variable 02: Servicios Académicos</b>	Son las actividades que se realizan para atender demandas y necesidades específicas de los agentes sociales con el concurso de la comunidad académica. Los principales Servicios Académicos son: consultorías, asesorías, interventorías, conceptos, y evaluación de programas y políticas	<p>El levantamiento arquitectónico se debe entender como la forma primaria del conocer y por ello la consolidación de procedimientos, las medidas y el análisis indispensable para poder comprender y a la vez documentar la configuración completa del bien arquitectónico (Jiménez y Pinto, 2003, p. 49). El levantamiento arquitectónico es la primera forma del saber, por ello, es la unión de medidas, análisis y operaciones que serán necesarios para la documentación y entendimiento de la configuración completa del bien arquitectónico, en sus propiedades métricas y dimensionales, en su importancia histórica, en sus propiedades constructivas y estructurales tanto en las funcionales como formales. (Almagro, 2016, p. 17).</p> <p>El levantamiento arquitectónico se debe entender como la forma primaria del conocer y por ello la consolidación de procedimientos, las medidas y el análisis indispensable para poder comprender y a la vez documentar la configuración completa del bien arquitectónico (Jiménez y Pinto, 2003, p. 49).</p> <p>Norma E-030-2003 de Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Construcciones.</p>	Aspectos Estructurales	Comportamiento estructural
			Resistencia de los elementos estructurales	
			Análisis Sísmicos	Análisis Dinámico
				Análisis Estático
				Capacidad Portante
				Coefficiente de reducción sísmica (Ro)
				Resistencia de Albañilería (compresión axial)
Respuestas Sísmicas				

## Anexo N°2; Panel Fotográfico



*Foto 1; Vista de perspectiva de la Escuela de Matemáticas*



*Foto 2; Vista posterior de la Escuela de Matemáticas*



**Foto 3;** Vista lateral de la Escuela de Matemáticas



**Foto 4;** Vista perspectiva primer nivel



**Foto 5;** Vista interior de SS.HH.



**Foto 6;** Ambiente interior de aula segundo nivel



*Foto 7; Existencia de canal de agua frente al pabellón*



*Foto 8; Desnivel existente de la Edificación en relación a la circulación del entorno*



*Foto 9; Equipo topográfico para el levantamiento de la edificación Existente*



## Anexo N°2; Estudio de Suelos



**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### ESTUDIO DE SUELOS

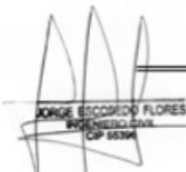


Reforzamiento Estructural del Servicio Académico de la Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa 2022

#### A SOLICITUD

Rivera Achulli, Fabiola Amelia

ABRIL -2022

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 10394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### INDICE

#### A. GENERALIDADES

Objeto del Estudio  
Ubicación y Descripción del Área en estudio  
Acceso al Área en Estudio  
Condición Climática

#### B. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGÍA

#### C. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

Sismicidad del área de estudio

#### D. INVESTIGACIONES DE CAMPO

Calicatas o Pozos de Exploración  
Muestreo y Registros de Exploración

#### E. ENSAYOS DE LABORATORIO

Ensayos Estándar  
Ensayos Especiales  
Clasificación de suelos

#### F. PERFILES ESTRATIGRAFICOS

Descripción de la Conformación del Subsuelo del Área en estudio

#### G. ANALISIS DE LA CIMENTACIÓN

Tipo y Profundidad de cimentación  
Cálculo de la Capacidad Portante Admisible  
Cálculo de Asentamientos

#### H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### ANEXOS

#### ANEXO I:

##### ENSAYOS DE LABORATORIO

- Ensayos Estándar
- Ensayos Especiales

#### ANEXO II:

##### TRABAJOS DE CAMPO

- Registros de Exploración

#### ANEXO III:

##### MATERIAL FOTOGRAFICO

- Perfiles estratigráficos.
- Material Fotográfico.

JORGE ESCOBEDO FLORES  
Ingeniero Civil  
CIP 16394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORIA

### A. GENERALIDADES

#### Objeto del Estudio:

El presente Informe tiene por objeto investigar el subsuelo del terreno asignado a la obra: *REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022*; por medio de trabajos de campo a través de calicatas “a cielo abierto”, ensayos de laboratorio estándar y especiales, a fin de obtener las principales características físicas y mecánicas del suelo, así como, sus propiedades de resistencia y labores de gabinete, en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante admisible, asentamientos y las recomendaciones generales para la construcción.

Para este estudio de suelos realizaremos lo siguiente:

- Reconocimiento del terreno.
- Distribución y ejecución de calicatas.
- Ejecución de ensayos de Laboratorio.
- Evaluación de los trabajos de campo y laboratorio.
- Perfiles Estratigráficos.
- Análisis de la Capacidad Portante Admisible.
- Determinación de Asentamientos.
- Conclusiones y Recomendaciones.

#### Ubicación y Descripción del Área en Estudio:

La zona en estudio, se encuentra ubicada en la Universidad Nacional de San Agustín en el Distrito de Cercado, Provincia y Región de Arequipa.


#### Acceso del Área en Estudio:

Presenta una buena accesibilidad.

#### Condiciones Climáticas de la zona:

El área de estudio se caracteriza por presentar un clima desértico montano templado, las lluvias se presentan por periodos estacionarios (enero-abril), con promedios anuales de 98-277mm, y humedades relativas que oscilan alrededor de 65%.

Las temperaturas promedio anuales varían de 12°C a 21°C.

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 16394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Eng. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### B. GEOMORFOLOGIA Y GEOLOGÍA

#### Geomorfología:

En el área en estudio se presentan tres unidades geomorfológicas:

- a) **Cordillera de Laderas:** Ocupa la parte sur de la ciudad, se caracteriza por presentar un relieve de cerros de superficie rocosa, con drenaje dendrítico y esporádicamente paralelo.
- b) **Cadena del Barroso:** Formada por las estribaciones de los tres volcanes: Chachani, Misti y Pichu Pichu. Tiene una superficie inclinada, cortada por numerosas quebradas de paredes empinadas.
- c) **Penillanura de Arequipa:** Es una superficie ligeramente plana, inclinada hacia el oeste con una pendiente de aproximadamente 4%. Está conformada por materiales tufáceos hacia el oeste y materiales detríticos hacia el este. Cuenta con cinco subunidades: Valle del Chili, Superficie del Cercado, Superficie de Socabaya, Superficie de Pachacútec y Superficie del Aeropuerto.

#### Geología:

En la ciudad de Arequipa se encuentra unidades ígneas, sedimentarias y metamórficas, cuyas edades se ubican en forma discontinua desde el prepaleozoico hasta el cuaternario reciente.

Entre éstas tenemos:

- o **Gabrodiorita de La Caldera:** Son rocas ígneas intrusivas que afloran en la parte sur de la ciudad.
- o **Granodiorita de Tiabaya:** Estas rocas afloran en forma de elipses groseras en los cerros vecinos al distrito de Tiabaya.
- o **Volcánico Sencca Compacto:** Constituido por un tufo blanco compacto, coherente y algo poroso. Es conocido con el nombre de sillar.
- o **Volcánico Sencca Salmón:** Son tufos de color rosáceo, estratificados en bancos subhorizontales.
- o **Volcánico Chila:** Conformado por derrames andesíticos y basálticos de color marrón oscuro, altamente fracturados.
- o **Flujos de Barro:** Compuestos por bloques andesíticos de diversos tamaños, cuyos intersticios están rellenos por una matriz arenotufácea.

JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 EPMI \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

- **Depósitos Piroclásticos:** Son tobas volcánicas de color blanco amarillentas, deleznales, ásperas y de aspecto azucarado, muy livianas.
- **Materiales Aluviales:** Conformados por el Aluvial de Acequia Alta, Aluvial de Umacollo y Aluvial de Miraflores, constituidos por gravas y arenas de distinta formación; además del Aluvial reciente, constituido por materiales que rellenan los cauces de los ríos y quebradas.
- **Eluviales Recientes:** Están conformados por arenas limosas de color beige, de origen residual, que constituyen los terrenos de cultivos.

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
Ingeniero Civil  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📞 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Eng. Geotécnica  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA



### LEYENDA

GM-cL	Cordillera de Laderas	GM-pAsS	Superficie de Socabaya
GM-cB	Cadena del Barroso	GM-pAsP	Superficie de Pachacútec
GM-pAvCh	Valle del Chili	GM-pAsA	Superficie del Aeropuerto
GM-pAsC	Superficie del Cercado		

FIGU. 1 : MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 65304

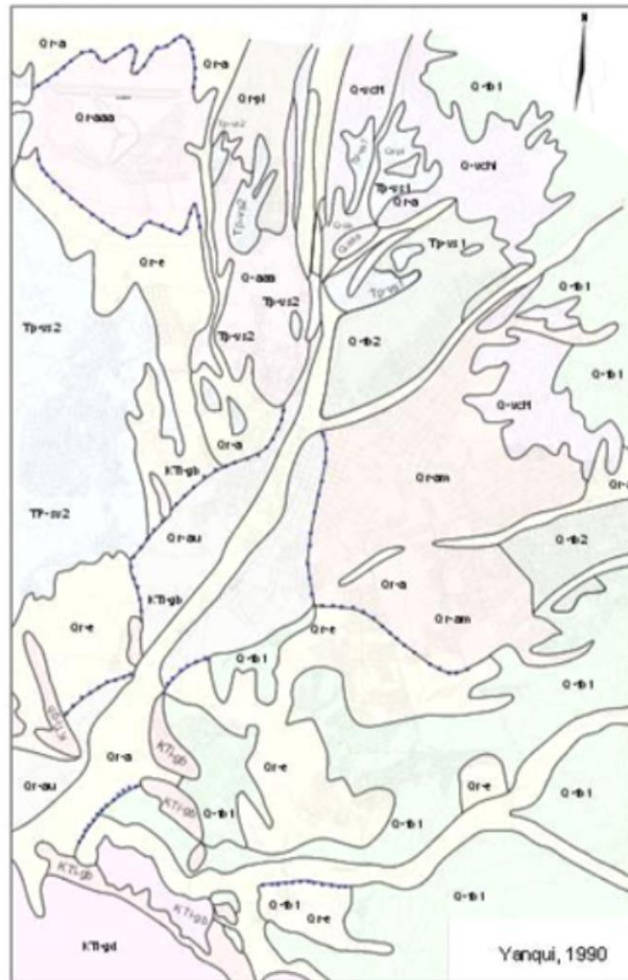
Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ  
 MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORÍA



### LEYENDA















 Q-re Eluvial Reciente	 Q-fb1 Flujo de Barro Brechoso	 Tp-vs2 Volcánico Sencca 2
 Q-ra Aluvial Reciente	 Q-fb2 Flujo de Barro Rosáceo	 Tp-vs1 Volcánico Sencca 1
 Q-am Aluvial Miraflores	 Q-aaa Aluvial Acequia Alta	 KT-gd Granodiorita Tiabaya
 Q-au Aluvial Umacollo	 Q-vch1 Volcánico Chila	 KT-gb Gabrodiorita
 Q-pi Depósitos Piroclásticos	 Q-ca Formación Capillune	

FIG. 2: MAPA GEOLÓGICO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

JORGE ESCOBEDO FLORES  
 INGENIERO CIVIL  
 CP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
 E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
 Exp. Geotecnia  
 CP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### Características Geotécnicas:

En base a la información geotécnica recopilada y a los ensayos realizados, se han obtenido las características físico-mecánicas de los suelos de cimentación, las que se presentan en la Tabla N° 1.

**TABLA N° 1**  
**CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS DE LAS ZONAS PROPUESTAS.**

Zona	Df (m)	B (m)	$\gamma$ (gr/cm <sup>3</sup> )	$\phi$ (°)	C (Kg/cm <sup>2</sup> )	DR (%)	qa (Kg/cm <sup>2</sup> )
G1 - rpt	0.00 - 0.50	0.40	2.2 - 2.4	30 - 39	70.0 - 90.0	> 100	30.0
G2 - rvch	0.40 - 0.50	0.40	1.7 - 2.2	32	0.0 - 30.0		15.0
G3 - si	0.40 - 0.50	0.40	1.3	30	---		5.0
G4 - saa	0.80 - 1.00	0.40	1.4 - 1.8	29 - 32	0.0 - 0.4	50 - 100	3.5
G5 - fb	0.80 - 1.00	0.40	1.3 - 2.0	30 - 36	0.0 - 2.0	70 - 100	3.0
G6 - spp	0.80 - 1.00	0.40	1.1 - 1.6	26 - 31	0.0 - 0.4	0 - 90	2.0
G7 - sau	1.00 - 1.50	0.40	1.5 - 2.0	30 - 35	0.0 - 0.5	40 - 90	1.5
G8 - sam	1.00 - 1.50	0.40	1.4 - 1.7	32 - 36	0.0	0 - 50	1.0
G9 - ste	1.00 - 1.50	0.40	0.6 - 1.2	30 - 35	0.0 - 0.1	0 - 100	0.5
G10 - ser	1.00 - 1.50	0.50	1.4 - 1.7	29 - 36	0.0	0 - 50	0.5

Para calcular la capacidad portante del suelo se ha tomado en consideración la cimentación de una vivienda de interés social típica, de tipo zapata corrida, con un ancho de 0.40 a 0.50 m. y emplazada entre 0.80 y 1.50 m. de profundidad. Debido a lo errático de la geología, en la ciudad de Arequipa existen diversos tipos de suelos de cimentación, tales como: rocas ígneas, con capacidades portantes mayores que 10 Kg/cm<sup>2</sup>; sillares, con capacidades portantes mayores que 5 Kg/cm<sup>2</sup>; depósitos aluviales, con capacidades portantes de 3.5 a 1.0 Kg/cm<sup>2</sup>; depósitos de materiales piroclásticos y suelos eluviales, con capacidades portantes de 0.5 Kg/cm<sup>2</sup>. Estos suelos, debido a su origen volcánico, generalmente contienen fragmentos de piedra pómez, lapilli y cenizas volcánicas, por lo que presentan pesos unitarios bastante bajos; además, debido a la forma en que han sido depositados, en algunos lugares se encuentran en estado suelto. Se recomienda que estos datos sean tomados solamente como referenciales para el caso de viviendas de interés social, debiendo realizarse necesariamente estudios de mecánica de suelos para estructuras de cierta envergadura.

JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CIP 56394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474

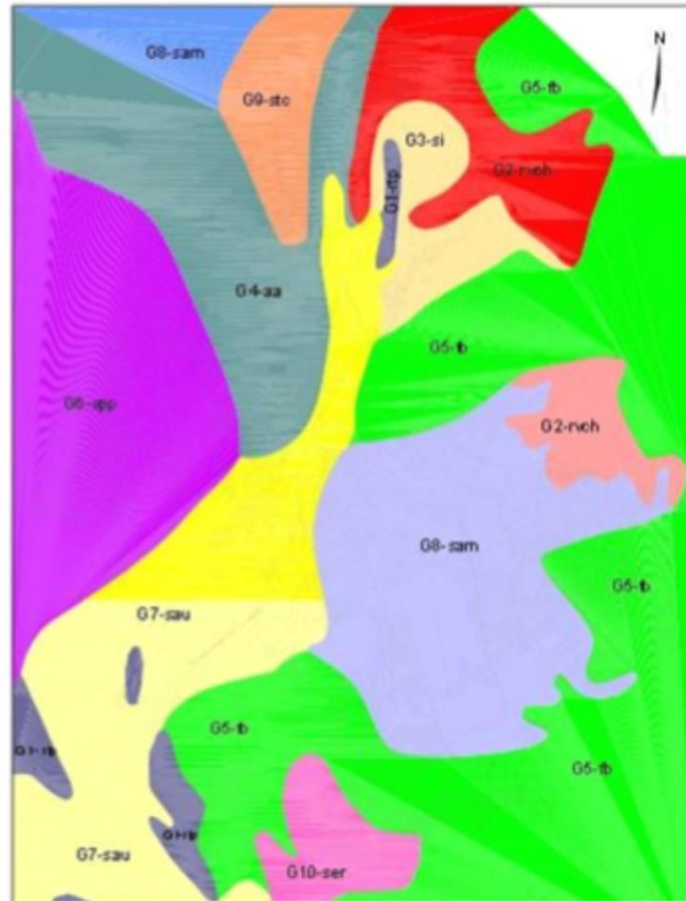




# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA



### LEYENDA

	$q_b$ (kg/m <sup>2</sup> )		$q_b$ (kg/m <sup>2</sup> )
G1-rpt Rocas Preterciarias	30.0	G6-spp Suelo Puzolánico de Pachacútec	2.0
G2-rvch Rocas Volcánicas de Chila	15.0	G7-sau Suelo Aluvial de Umacollo	1.5
G3-si Sillar	5.0	G8-sam Suelo Aluvial de Miraflores	1.0
G4-saa Suelo de Acequia Alta	3.5	G9-stc Suelo Tobáceo Compresible	0.5
G5-fb Flujos del Barro	3.0	G10-ser Suelo Aluvial Reciente	0.5

FIG 3 MAPA GEOTECNICO DE LA CIUDAD DE ARQUIPA

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

*Chavez*  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

### Características Dinámicas:

Para evaluar las características dinámicas del suelo, en este estudio se ha utilizado la técnica de medición de microtrepidaciones, que permite evaluar el período de vibración natural del terreno. Estas mediciones pueden ser verificadas con análisis de amplificación sísmica a deformaciones pequeñas de la roca basal a la superficie.

El estudio de las microtrepidaciones como un método de microzonificación sísmica se ha llevado a cabo en varios países. En el Japón, Kanai et al (1954) utilizaron este método hace más de 30 años para clasificar al suelo en cuatro categorías, habiéndose utilizado después dichos resultados en el reglamento sismorresistente del Japón. Taniwangsa (1981) utilizó esta metodología en Indonesia para realizar la microzonificación sísmica de la capital Jakarta. En Chile se ha utilizado el método en la microzonificación sísmica de varias ciudades (Lástrigo y Monge, 1972; Thomas, Monge y Saragoni, 1980).

En el Perú se han realizado ensayos de medición de microtrepidaciones en Chimbote (Morimoto et al, 1971; Hermoza, 1972; Alva Hurtado et al, 1986), en Huaraz (Kuroiwa et al, 1973; Alva Hurtado et al, 1986), en La Molina, Lima (Martínez, 1989), Nueva Ciudad Majes (Meneses, 1990), Cusco y Tacna (Tokeshi, 1990), La Punta y Callao (Huamán, 1990) y últimamente en las ciudades de Rioja, Moyobamba y Soritor.

#### a. Técnica de medición de microtrepidaciones:

El material que constituye la tierra se encuentra vibrando constantemente en todas direcciones. Un instrumento suficientemente sensible puede detectar estos continuos movimientos de microtrepidaciones. Se define como microtrepidación a la vibración natural del terreno con un período que varía de 0.05 a 2.0 seg. y con una amplitud de 0.1 a 1 micrón.

Las microtrepidaciones se originan por causas naturales y artificiales; las causas naturales son condiciones volcánicas, ondas oceánicas y condiciones atmosféricas, mientras que las artificiales son el tráfico, las maquinarias industriales, etc. Comúnmente el equipo utilizado en la medición de microtrepidaciones consta de lo siguiente:

- a) **Sensores.**- Se utilizan 3 sensores: 2 horizontales y 1 vertical, dispuestos ortogonalmente entre sí.
- b) **Amplificador.**- Dado que las amplitudes de las microtrepidaciones son muy pequeñas, es necesario utilizar un amplificador que normalmente incluye circuitos de integración y diferenciación.
- c) **Registro de información.**- Las vibraciones medidas se graban en una cinta magnética, para luego ser procesadas directamente en la computadora analógica.
- d) **Monitor de registros.**- Se utiliza un oscilógrafo para verificar la forma de la onda de microtrepidaciones durante la medición y evitar la grabación de perturbaciones e interferencias.

JORGE ESCOBEDO FLORES  
PROFESORADO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Ejerc. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

- e) **Analizador analógico-digital FFT.**- Es una computadora analógica para efectuar el análisis de Fourier de la onda grabada, graficar el registro medido, calcular y graficar el espectro de Fourier, proporcionando también la frecuencia predominante de la onda.

En las mediciones se registran los desplazamientos en dos direcciones horizontales perpendiculares y una vertical. La onda medida en el campo es visualizada en el gabinete, con el objeto de definir la parte representativa de la misma a ser procesada en el analizador analógico digital de ondas (FFT Analyzing Scope TEAC-3000), que calcula el espectro de Fourier y la frecuencia predominante. El período predominante en un punto es calculado promediando los valores de períodos predominantes de las dos componentes horizontales registradas en dicho punto. El período predominante de la componente vertical solamente es considerado como referencial.

### b. Medición de microtrepidaciones en el ciudad de arequipa:


En la ciudad de Arequipa se realizaron 227 puntos de medición de microtrepidaciones, distribuidos más o menos uniformemente en toda la ciudad. Los trabajos de campo se llevaron a cabo en dos campañas de 12 días cada una.

El mapa de curvas isoperíodos de la ciudad de Arequipa, que se muestra en la Fig. 4, presenta períodos predominantes entre 0.15 y 0.45 seg., existiendo una gran área con valores de períodos predominantes entre 0.25 y 0.40 seg.

En algunos lugares, estos valores han podido ser comprobados con análisis de amplificación sísmica, los cuales se han realizado en base a los ensayos SPT de estudios recopilados y a la información geológica de la zona. Los resultados de estos análisis dan valores muy similares a los obtenidos por el método de medición de microtrepidaciones, como en el caso de la Plaza de Armas, donde el período fundamental del suelo obtenido por amplificación sísmica, es de 0.37 seg. y el período predominante obtenido por medición de microtrepidaciones es de 0.38 seg.

Los valores de períodos predominantes han sido agrupados en rangos para definir la zonificación sísmica, considerando básicamente las condiciones geotécnicas de los suelos que delimitan las curvas isoperíodos, lográndose así proponer las siguientes zonas:

- o **ZONA A:** Conformada por las rocas ígneas intrusivas de la Cordillera de Laderas que ocupan la parte sur oeste de la ciudad y por las rocas ígneas del Volcánico Chila que afloran en la parte norte, en la margen izquierda del río Chili. Los valores de períodos predominantes obtenidos en esta zona varían entre 0.15 y 0.25 seg. los suelos de cimentación presentan

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 16394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

excelentes características geotécnicas, pudiéndoles asignar una capacidad portante superior a 10 Kg/cm<sup>2</sup>.

- o **ZONA B:** Conformada por los afloramientos de sillar, parte de los suelos puzolánicos de Pachacútec y parte de los flujos de barro que constituyen las laderas de la Cadena del Barroso. Los valores de períodos predominantes obtenidos en esta zona varían de 0.20 a 0.30 seg., llegando hasta 0.35 seg. en los flujos de barro. Se incluye en esta zona el área del Cercado comprendida entre las Urbanizaciones Cerro Juli, Parque Industrial, Ferroviarios, IV Centenario y Municipal, que presentan valores de períodos predominantes de 0.15 a 0.25 seg. Las características geotécnicas de esta zona son buenas, presentando valores de capacidad portante entre 2.0 y 3.5 Kg/cm<sup>2</sup>.
- o **ZONA C:** Conformada por la mayor parte del casco urbano, entre las que se encuentran los distritos de Cayma, Yanahuara, el Cercado, parte de Cerro Colorado y las partes bajas de los distritos de Miraflores, Mariano Melgar y Paucarpata. Los suelos de esta zona presentan características geotécnicas bastante erráticas, encontrándose valores de capacidad portante entre 1.0 y 2.5 Kg/cm<sup>2</sup>.

El nivel freático se encuentra a más de 5 m. de profundidad, excepto en la zona del balneario Tingo, en la que el nivel freático se encuentra muy cerca de a la superficie. Los valores de períodos predominantes obtenidos en esta zona se encuentran en el rango de 0.30 a 0.45 seg.

- o **ZONA D:** Conformada por el material piroclástico que cubre las urbanizaciones Alto Cayma y Francisco Bolognesi, y por los suelos eluviales de Bellapampa, donde el nivel freático se encuentra cercano a la superficie. Esta zona presenta condiciones geotécnicas desfavorables, encontrándose valores de capacidad portante de 0.50 Kg/cm<sup>2</sup>. Los valores de períodos predominantes obtenidos en esta zona también se encuentran en el rango de 0.30 a 0.45 seg. En la Fig. 5 se presenta el mapa de Microzonificación Sísmica Preliminar de la Ciudad de Arequipa.

JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. INGENIERO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Eng. Geotecnia  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA



### LEYENDA



FIG. 4: MAPA DE CURVAS ISOPERIODO DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 56394

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

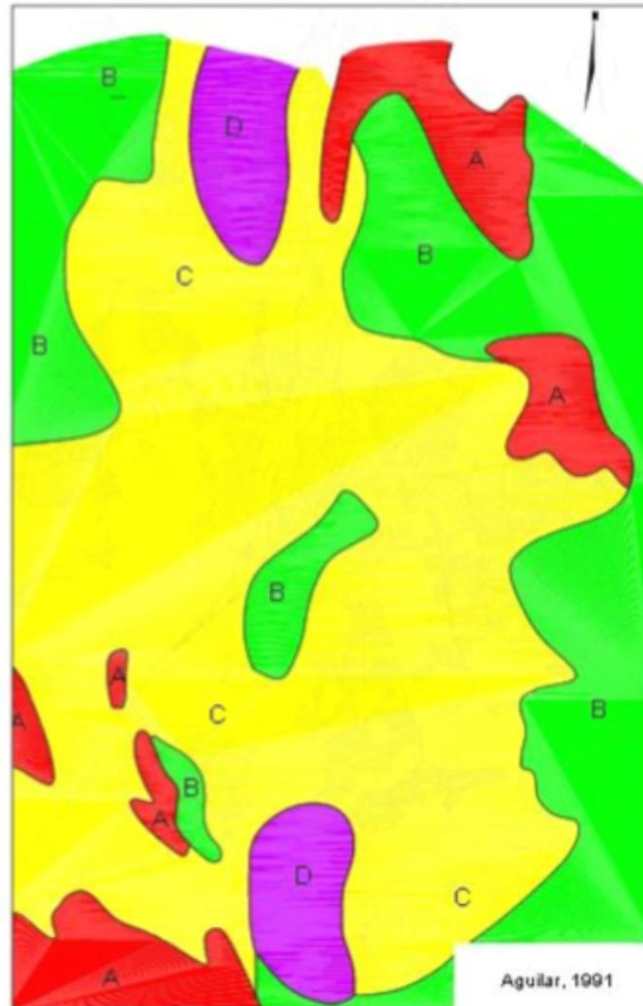
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Engr. Geotecnica  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORIA



## LEYENDA

ZONA A		ZONA C	
ZONA B		ZONA D	

FIG. 5: MAPA DE MICROZONIFICACION SÍSMICA DE LA CIUDAD DE AREQUIPA

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 10394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### C. SISMICIDAD EN EL AREA EN ESTUDIO

#### Sismicidad Del Área En Estudio:

A partir de la información (macro sísmica), se han confeccionado los mapas de líneas isosistas de algunos sismos destructores que han tenido incidencia sobre la Franja N°1, donde se emplazan las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna y parte de Puno (INGEMMET).

De acuerdo a esto se ha determinado que la intensidad máxima en la Escala Modificada de Mercalli (E.M.M.), los sismos que han ocurrido en la franja N°1 varían entre VII y X grados.

Según el Mapa de Zonificación Sísmica del Sur del Perú – Reglamento Nacional de Edificaciones 2014; hace referencia que la Región Sur del Perú se considera Dividida en tres Zonas de las tres Clasificadas, de acuerdo a la sismicidad observada y a la potencialidad Sísmica de dichas Zonas, se ha determinado a la Zona 3 de Sismicidad Alta (Dptos. De Arequipa, Moquegua, Tacna, Ayacucho, Ica, Lima, Ancash, La Libertad, Cajamarca, Lambayeque, Piura y Tumbes).

### D. INVESTIGACIONES DE CAMPO

#### Calicatas o Pozos de Exploración:


Se realizó tres (03) calicatas o pozos de exploración “a cielo abierto”, designados como C-1, C-2 y C-3 los cuales fueron ubicados convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a la intensidad de las cargas estimadas en el proyecto de construcción.

Este sistema de exploración nos permite evaluar directamente las diferentes características del subsuelo en su estado natural.

Hasta la profundidad explorada no se encontró el nivel freático.

La excavación alcanza la siguiente profundidad:

Pozo	Profundidad (m) A cielo abierto
C-1	3.00
C-2	3.00
C-3	3.00

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 65304

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Enrique Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORIA

### Muestreo y Registros de Exploración:

Se tomó muestra disturbada representativa del estrato atravesado en la calicata y en cantidades suficientes como para realizar los ensayos de identificación y clasificación, también se extrajo muestra representativa para el ensayo de Corte Directo.

Paralelamente al muestreo se realizó los registros de exploración, en los que se indican las diferentes características de los estratos subyacentes, tales como tipo de suelo, espesor del estrato, color, humedad, plasticidad, compacidad, etc.

### E. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de laboratorio Estándar y Especiales, fueron realizados en el Laboratorio de Mecánica de Suelos de GEOTECNIA AQP E.I.R.L.; bajo las Normas de la American Society For Testing and Materials (A.S.T.M.).

#### Ensayos Estándar:

Se realizaron los siguientes ensayos:

- Análisis Granulométrico por Tamizado ASTM D-422
- Límite Líquido y Límite Plástico ASTM D-4318
- Contenido de Humedad ASTM D-2216

#### Ensayos Especiales:

Fueron realizados los siguientes:

- En una muestra representativa del pozo de 0.00 - 3.00 m de profundidad, se realizó el ensayo de Corte Directo Saturado-Inalterado.

#### Clasificación de Suelos:

Las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.).

### F. PERFILES ESTRATIGRÁFICOS

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio y a la inspección realizada, se efectuó tres (03) perfiles estratigráficos del terreno de la construcción.

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 16394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Eng. Geotécnica  
CIP 20474





## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### Descripción de la conformación del subsuelo del Área en estudio:

De acuerdo al perfil estratigráfico inferido, y a la inspección realizada se concluye que el subsuelo está conformado para la calicata 1 con Material de Clasificación SUCS. "SP", la calicata 2 y 3 con Material de Clasificación SUCS. "SM" de acuerdo al perfil anexo.

En general el área de estudio está conformado desde la superficie y con una profundidad de 3.00 m., La calicata 1 en su superficie presenta Material de chacra, seguido de material tipo conglomerado heterogéneo con matriz areno limo gravoso. La calicata 2 y 3 en su superficie presenta Material de chacra, seguido de material tipo conglomerado heterogéneo con matriz limo areno gravoso.

Para más detalles de la conformación del subsuelo ver el Perfil estratigráfico anexo.

### G. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

#### Tipo y Profundidad de Cimentación:

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, descripción del perfil estratigráfico, características del proyecto y al análisis efectuado, se concluye que la cimentación será a la profundidad de 2.60 m.

#### Cálculo de la Capacidad Portante Admisible: CALICATA 1

Con los datos obtenidos en el Ensayo de Corte Directo Remoldeado - Saturado ( $\phi = 29.00^\circ$  y  $c = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$ ) en la condición mas desfavorable y aplicando la Teoría de Karl Terzaghi y corroborado por Meyerhoft para cimentaciones superficiales, se tiene:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} (C N_c + \gamma D_f N_q + 0.4 B \gamma N_\gamma)$$

Dónde:

qad	: Capacidad portante admisible	= Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	: Ángulo de Fricción Interna	= 29.00°
C	: Cohesión (gr/cm <sup>3</sup> )	= 0.00
$\gamma$	: Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	= 1.72
Df	: Prof. De Cimentación (m)	= 2.60
B	: Ancho de cimiento (m)	= 1.00
Nq y N $\gamma$	: Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.	
FS	: Factor de Seguridad	= 3

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📞 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORIA

Reemplazando se obtiene:

$$q_{ad} = 2.73 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de la Capacidad Portante Admisibles: CALICATA 2 y 3

Con los datos obtenidos en el Ensayo de Corte Directo Remoldeado - Saturado ( $\phi = 27.50^\circ$  y  $c = 0.00 \text{ Kg/cm}^2$ ) en la condición más desfavorable y aplicando la Teoría de Karl Terzaghi y corroborado por Meyerhoff para cimentaciones superficiales, se tiene:

$$q_{ad} = \frac{1}{FS} (CNc + \gamma Df Nq + 0.4 B \gamma N\gamma)$$

Dónde:

$q_{ad}$	: Capacidad portante admisible	= Kg/cm <sup>2</sup>
$\phi$	: Ángulo de Fricción Interna	= 27.50°
C	: Cohesión (gr/cm <sup>3</sup> )	= 0.00
$\gamma$	: Densidad Natural (gr/cm <sup>3</sup> )	= 1.68
Df	: Prof. De Cimentación (m)	= 2.60
B	: Ancho de cimiento (m)	= 1.20
Nq y N $\gamma$	: Factores de capacidad de carga respectivamente para una falla local.	
FS	: Factor de Seguridad	= 3

Reemplazando se obtiene:

$$q_{ad} = 2.31 \text{ Kg/cm}^2$$

### Cálculo de Asentamientos: CALICATA 1

Aplicando el Método Elástico:

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{Es} \times I_f$$

JORGE ESCOBAR FLORES  
ING. EN GEOTECNIA  
CIP 95304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

Dónde:

En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compactación del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y éstos son:

$\mu$	:	Relación de Poisson	0.28
$E_s$	:	Módulo de elasticidad	182 (Kg/cm <sup>2</sup> )

Con respecto al esfuerzo y a las dimensiones para el cálculo de asentamiento, éstos corresponden a la capacidad de carga, para estas condiciones, el asentamiento elástico, considerándose zapata rígida con asentamiento inmediato.

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_i = 1.30 \text{ cm.}$$

### Cálculo de Asentamientos: CALICATA 2 Y 3

Aplicando el Método Elástico:

$$S_i = \frac{qB(1-\mu^2)}{E_s} \times I_f$$

Dónde:

En el análisis de Asentamiento se ha considerado los valores en base a la caracterización geotécnica y estado de compactación del suelo más desfavorable recomendados por J. Bowles; y éstos son:

$\mu$	:	Relación de Poisson	0.29
$E_s$	:	Módulo de elasticidad	172 (Kg/cm <sup>2</sup> )

Con respecto al esfuerzo y a las dimensiones para el cálculo de asentamiento, éstos corresponden a la capacidad de carga, para estas condiciones, el asentamiento elástico, considerándose zapata rígida con asentamiento inmediato.

Reemplazando valores se obtiene:

$$S_i = 1.45 \text{ cm.}$$

JOSÉ ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 10394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL


Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

### H. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de Laboratorio, a las características de proyecto y al análisis efectuado, se concluye lo siguiente:

- a) El terreno de estudio se encuentra ubicado en la Universidad Nacional de San Agustín, en el Distrito del Cercado, Provincia y Región de Arequipa.
- b) El terreno presenta una buena accesibilidad.
- c) Se recomienda tener en cuenta los Sistemas de Drenaje necesarios para la evacuación del agua en época de lluvia.
- d) Capacidad Portante: La capacidad Portante para la calicata 1 del terreno es de 2.73 kg/cm<sup>2</sup>. La capacidad Portante para la calicata 2 y 3 del terreno es de 2.31 kg/cm<sup>2</sup>.
- e) Profundidad Mínima de Cimentación: La profundidad Mínima de cimentación será a la profundidad de 2.60 m.
- f) Material Predominante: El material predominante para la calicata 1 es un suelo SP (Material tipo conglomerado heterogéneo con matriz arena limo gravoso). El material predominante para la calicata 2 y 3 es un suelo SM (Material tipo conglomerado heterogéneo con matriz limo arena gravoso).
- g) Se recomienda eliminar todas las impurezas orgánicas con lechada de cal.
- h) Agresividad del Suelo a la Cimentación: Se ha considerado que el suelo no es agresivo, para cuyo efecto se usará Cemento Tipo IP en todas las cimentaciones.
- i) Asentamiento: El Asentamiento Inmediato para la calicata 1 es de 1.30 cm. El Asentamiento Inmediato para la calicata 2 y 3 es de 1.45 cm.
- j) Los parámetros para el análisis sísmo resistente se recomienda considerar un factor  $s = 1.20$  y  $T_s = 0.60$ .
- k) Napa Freática: No se encontró la napa freática hasta la profundidad de 3.00m.
- l) Las Conclusiones y Recomendaciones son válidas para la zona en estudio y para los niveles de cargas consideradas en el Proyecto.

  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CIP 55304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

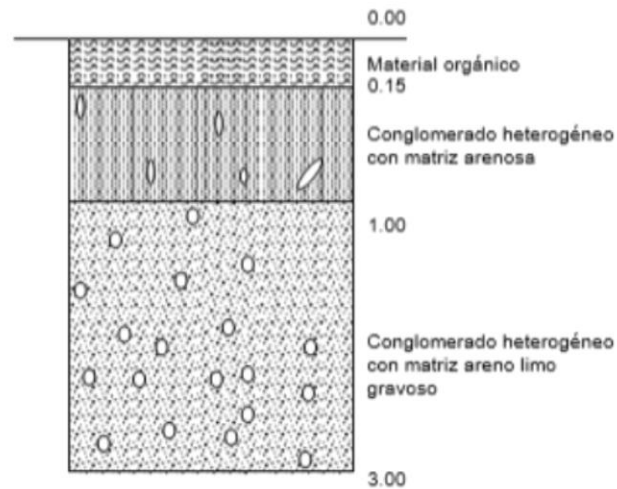
Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
MUESTRA : CALICATA 1  
FECHA : ABRIL 2022

C-1



JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📍 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

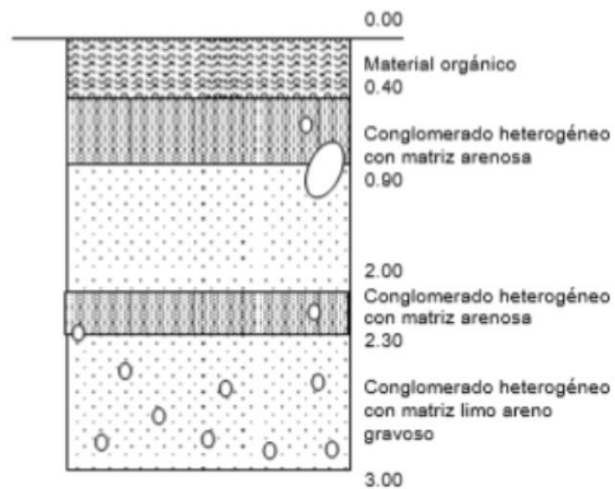
Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
MUESTRA : CALICATA 2  
FECHA : ABRIL 2022

C-2



JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Eng. Geotecnista  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

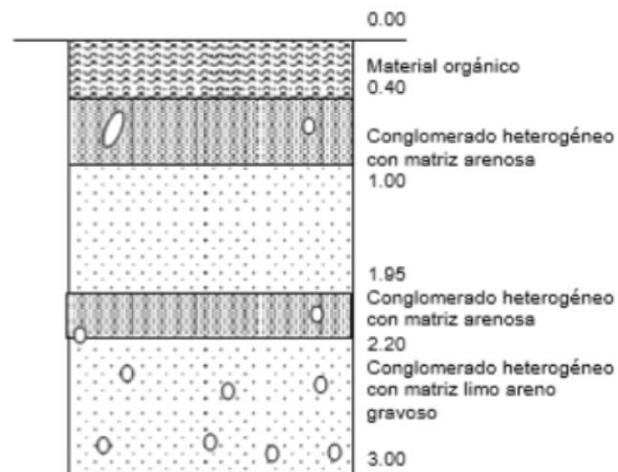
Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### PERFIL ESTRATIGRÁFICO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
MUESTRA : CALICATA 3  
FECHA : ABRIL 2022

C-3



JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📍 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### UBICACIÓN DE CALICATAS



JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 56304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📞 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474





# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

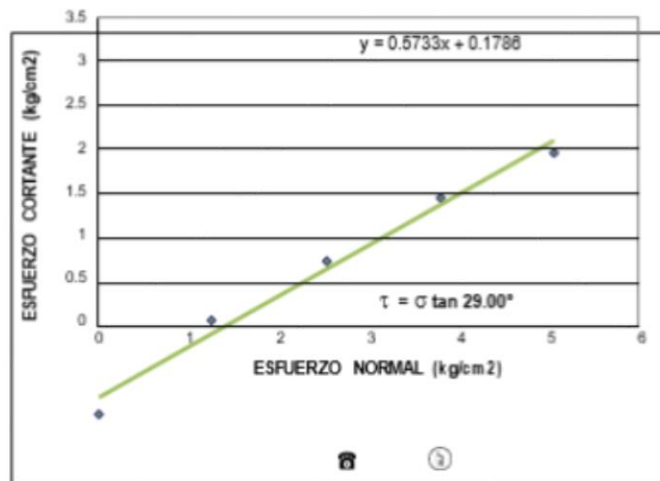
## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACION : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022 CALICATA 1  
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE: 110.8

VOLUMEN : 10.1

DEFORMACION	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03	ESPECIMEN 04
TANGENCIAL	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )
dh (mm.)	0.126	0.253	0.379	0.505
	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.223	0.507	0.761	0.904
0.40	0.294	0.569	0.802	0.975
0.60	0.365	0.619	0.822	1.066
0.80	0.406	0.700	0.853	1.158
1.00	0.497	0.731	0.893	1.219
1.20	0.528	0.761	0.975	1.320
1.40	0.629	0.822	1.036	1.412
1.60	0.731	0.904	1.066	1.503
1.80	0.792	0.934	1.168	1.625
2.00	0.802	1.005	1.259	1.737
2.20	0.833	1.036	1.361	1.848
2.40	0.863	1.158	1.462	1.950
2.60	0.873	1.229	1.594	2.021
2.80	0.883	1.381	1.625	2.072
3.00	0.914	1.401	1.747	2.173
3.20	0.954	1.493	1.838	2.326
3.40	0.975	1.533	1.991	2.448
3.60	0.995	1.564	2.204	2.620
3.80	1.005	1.696	2.316	2.793
4.00	1.056	1.716	2.427	2.935

### ENVOLVENTE DE RESISTENCIA



JORGE ESCOBEDO FLORES  
Ingeniero Civil  
CIP 46324

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

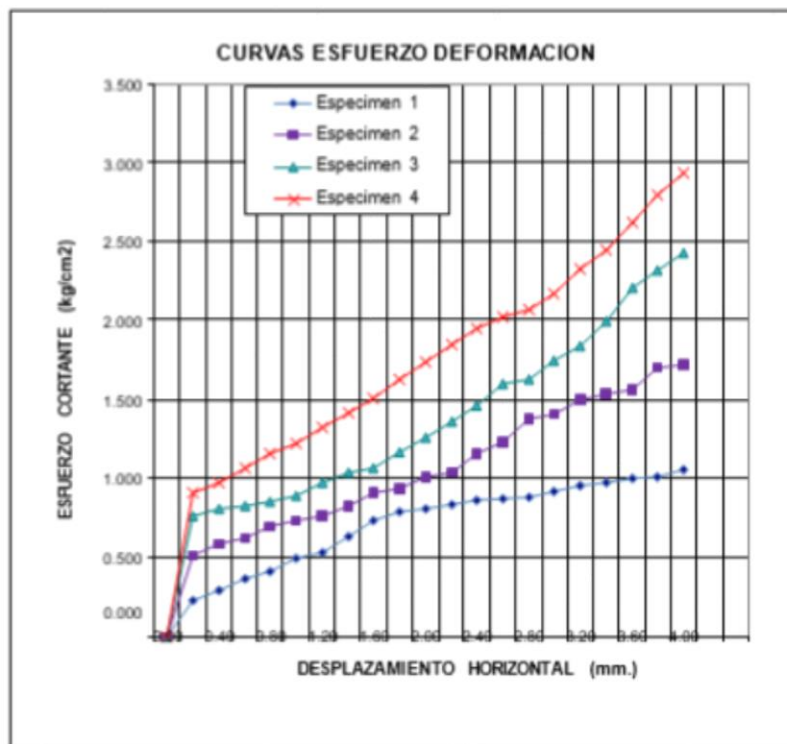
Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022 CALICATA 1

PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE: 110.0

VOLUMEN : 10.1



JORGE ESCOBAR FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 65304

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

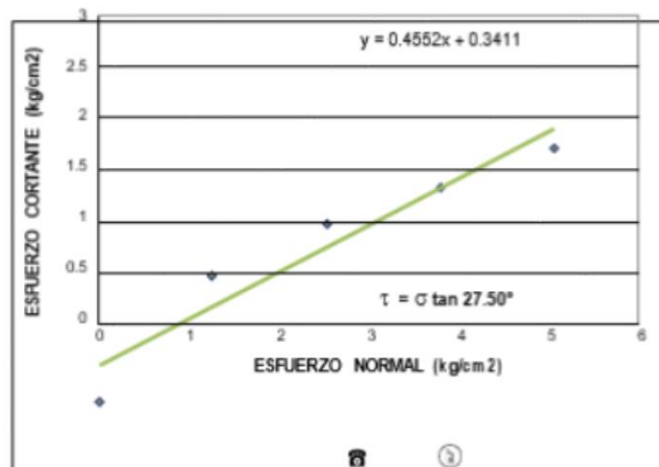
Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORIA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022 CALICATA 2 Y 3  
PESO DE LA MUESTRA SECA + RECIPIENTE: 112.5  
VOLUMEN : 11.3

DEFORMACION	ESPECIMEN 01	ESPECIMEN 02	ESPECIMEN 03	ESPECIMEN 04
TANGENCIAL	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )	s (kg/cm <sup>2</sup> )
dh (mm.)	0.126	0.253	0.379	0.505
	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )	t (kg/cm <sup>2</sup> )
0.00	0.000	0.000	0.000	0.000
0.20	0.233	0.507	0.761	0.863
0.40	0.294	0.558	0.822	0.914
0.60	0.355	0.629	0.873	0.954
0.80	0.375	0.690	0.924	1.005
1.00	0.447	0.731	0.965	1.066
1.20	0.528	0.782	1.005	1.147
1.40	0.599	0.822	1.066	1.229
1.60	0.640	0.873	1.158	1.340
1.80	0.670	0.904	1.219	1.412
2.00	0.711	0.954	1.279	1.473
2.20	0.741	0.985	1.340	1.544
2.40	0.761	1.046	1.401	1.716
2.60	0.812	1.117	1.422	1.767
2.80	0.873	1.178	1.513	1.848
3.00	0.924	1.290	1.594	1.960
3.20	0.985	1.310	1.686	2.102
3.40	1.046	1.361	1.747	2.153
3.60	1.097	1.503	1.869	2.265
3.80	1.168	1.584	1.991	2.377
4.00	1.219	1.716	2.072	2.448

### ENVOLVENTE DE RESISTENCIA



JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CP 64394

Urb. Aurora H-4 Cercado 281392 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CP 20474

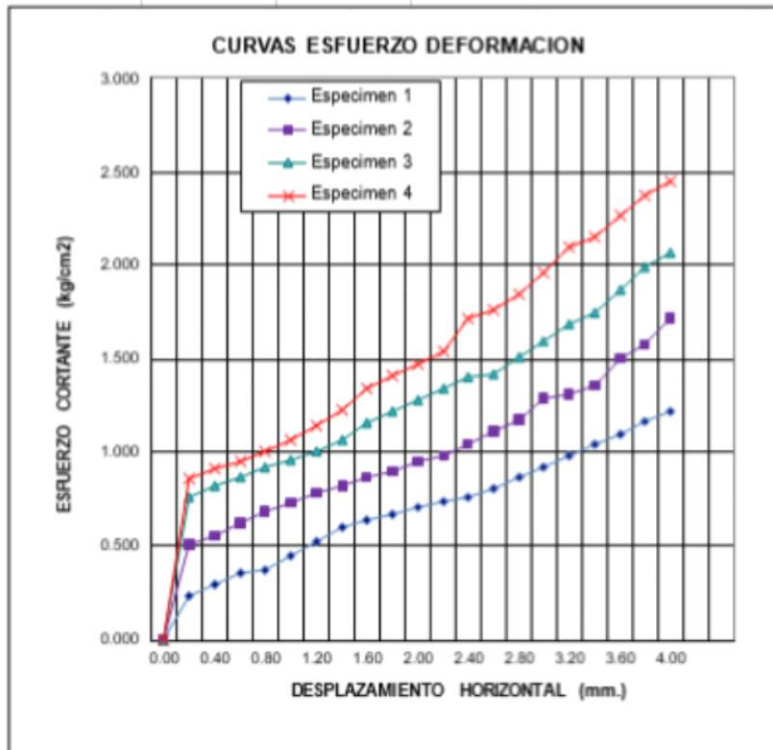


# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

## ENSAYO DE CORTE DIRECTO

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022 CALICATA 2 Y 3  
PESO DE LA MUESTRA SECA+ RECIPIENTE: 112.5  
VOLUMEN : 11.3



JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 65304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📞 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

## ANALISIS DE SUELOS

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022

MALLAS SERIE AMERICANA	DESCRIPCIÓN	1		2		3			
	CAL / MUESTRA	C-1		C-2		C-3			
	PROF. (m)	0.00 - 3.00		0.00 - 3.00		0.00 - 3.00			
	ABERTURA (mm)	RET.	PASA	RET.	PASA	RET.	PASA		
3"	76.200								
2 1/2"	63.500								
2"	50.800								
1 1/2"	38.100		100						
1"	25.400	5.0	95						
3/4"	19.050	-	95						
1/2"	12.700	-	95		100		100		
3/8"	9.525	18.0	77	15.6	84	14.2	88		
1/4"	6.350	-	77	-	84	-	88		
N° 4	4.760	19.0	58	21.8	63	20.0	68		
N° 6	3.360	-	58	-	63	-	68		
N° 8	2.380	-	58	-	63	-	68		
N° 10	2.000	15.2	42.8	15.4	47.2	15.9	49.9		
N°16	1.190	-	42.8	-	47.2	-	49.9		
N° 20	0.840	-	42.8	-	47.2	-	49.9		
N° 30	0.590	-	42.8	-	47.2	-	49.9		
N° 40	0.426	12.3	30.5	15.1	32.1	16.2	33.7		
N° 50	0.297	-	30.5	-	32.1	-	33.7		
N° 60	0.177	-	30.5	-	32.1	-	33.7		
N° 100	0.149	19.8	10.7	10.6	21.5	12.0	21.7		
N° 200	0.074	15.6	4.9	8.7	12.8	8.0	13.7		
- N° 200	-	6.8	11.7	12.8	0.0	13.7	-		
HUMEDAD NATURAL (%)		3.8		5.6		4.8			
LIMITE LIQUIDO (%)		20.4		23.8		24.6			
INDICE PLASTICO (%)		NP		NP		NP			
CLASIFICACION SUCS		SP		SM		SM			
NOTA :	LA INTERPRETACION AJENA DE LOS RESULTADOS ES DE EXCLUSIVA RESPONSABILIDAD DEL USUARIO, SALVO LAS RECOMENDACIONES ADJUNTAS.								

JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CP 66394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Esp. Geotecnia  
CP 20474



# GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ  
MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

## DENSIDAD MAXIMA Y MINIMA

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE  
MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTIN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022

CALICATA 1						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,556.36	7,556.45	7,556.85	7,680.25	7,680.36	7,680.41
PESO DEL SUELO (g)	2,246.36	2,246.45	2,246.85	2,370.25	2,370.36	2,370.41
DENSIDAD MÍNIMA/MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.674	1.674	1.674	1.766	1.766	1.766
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.674			DENSIDAD MÁXIMA: 1.766		

CALICATA 2						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,500.12	7,500.05	7,500.19	7,630.25	7,630.54	7,630.44
PESO DEL SUELO (g)	2,190.12	2,190.05	2,190.19	2,320.25	2,320.54	2,320.44
DENSIDAD MÍNIMA/MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.632	1.632	1.632	1.729	1.729	1.729
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.632			DENSIDAD MÁXIMA: 1.729		

CALICATA 3						
ENSAYO	DENSIDAD MÍNIMA			DENSIDAD MÁXIMA		
	1	2	3	1	2	3
VOLUMEN DEL MOLDE/MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90	1,341.90
PESO DEL MOLDE (g)	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00	5,310.00
PESO DEL SUELO + MOLDE (g)	7,490.25	7,490.36	7,490.25	7,635.40	7,635.50	7,635.33
PESO DEL SUELO (g)	2,180.25	2,180.36	2,180.25	2,325.40	2,325.50	2,325.33
DENSIDAD MÍNIMA/MÁXIMA (g/cm <sup>3</sup> )	1.625	1.625	1.625	1.733	1.733	1.733
RESULTADO	DENSIDAD MÍNIMA: 1.625			DENSIDAD MÁXIMA: 1.733		

JORGE ESCOBEDO FLORES  
Ingeniero Civil  
CIP 65394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Esp. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### DENSIDAD NATURAL

OBRA : REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE MATEMÁTICA DE LA  
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022  
UBICACIÓN : UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN - CERCADO - AREQUIPA  
FECHA : ABRIL 2022

DESCRIPCION	CALICATA 1	CALICATA 2	CALICATA 3
1 Peso suelo + bandejas grs.	3,825	3,780	3,860
2 Peso bandeja	282	282	282
3 Peso neto suelo + grava (1)-(2)	3,543	3,498	3,578
4 Peso grava secada al aire			
5 Peso de arena + el frasco	7,985	8,056	8,102
6 Peso de arena que queda + frasco	3,269	3,298	3,268
7 Peso neto de arena empleada (5) (6)	2,982	3,024	3,100
8 Densidad de la arena	1.51	1.51	1.51
9 Volumen del hueco (7) : (8) cc	1,975	2,003	2,053
10 Volumen de grava por desplazamiento			
11 Peso del suelo (3) · (4) grs.	3,543	3,498	3,578
12 Volumen suelo (9) (10) cc.	1,975	2,003	2,053
13 Densidad húmeda (11) grs.	1.79	1.75	1.74
14 % de humedad contenida	4.30	3.80	3.80
15 Densidad seco (13) : 1 + 14) 100 grs.	1.720	1.683	1.679

JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CIP 85394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Etop. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ  
MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

### PANEL FOTOGRAFICO - CALICATA 1



  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
Ingeniero Civil  
CIP 46394

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📍 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474






**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

### PANEL FOTOGRÁFICO - CALICATA 1



  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 55304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Especialista Geotecnia  
CIP 20474



**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRÍGUEZ

MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISIÓN Y ASESORÍA

**PANEL FOTOGRÁFICO – CALICATA 2**



  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
ING. GEOTECNIA  
CP 64304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CP 20474




**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHÁVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS – SUPERVISION Y ASESORIA

### PANEL FOTOGRÁFICO – CALICATA 2



  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 65304

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📠 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chávez Rodríguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474



**GEOTECNIA AQP EIRL**

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### PANEL FOTOGRÁFICO - CALICATA 3



  
JORGE ESCOBEDO FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 16394

Urb. Aurora H-4 Cercado 📞 281392 📍 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Eng. Geotecnia  
CIP 20474



## GEOTECNIA AQP EIRL

Ing. CARLOS ENRIQUE CHAVEZ RODRIGUEZ

MECANICA DE SUELOS, CONCRETOS, ASFALTO Y ROCAS - SUPERVISION Y ASESORIA

### PANEL FOTOGRÁFICO - CALICATA 3



JORGE BECERRIL FLORES  
INGENIERO CIVIL  
CIP 16334

Urb. Aurora H-4 Cercado ☎ 281392 📞 959609660 RPM \*235505  
E-mail: carlos\_ch56@hotmail.com RUC: 20456332847

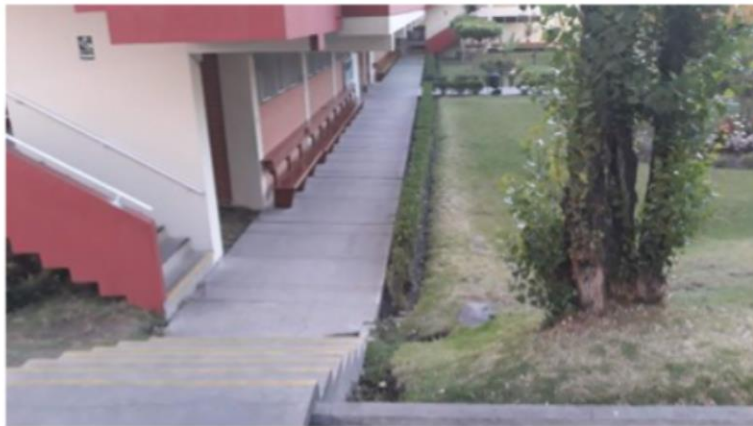
  
Ing. Carlos Chavez Rodriguez  
Exp. Geotecnia  
CIP 20474

## Anexo N°3; Informe de Levantamiento Topográfico



# INFORME DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO

"Reforzamiento Estructural del Servicio Académico de la  
Escuela de Matemática de la Universidad Nacional de  
San Agustín, Arequipa 2022"



UNSA, ABRIL - 2022

TOPOGRAFO: Msc. E. Mamaní Apaza

Email: survey\_hm@hotmail.com - Teléfono: 054-325767 / CELULAR: 959214430

RUC: 10449600814



## GENERALIDADES

### 1. ANTECEDENTES

La identificación de necesidades de inversión de los establecimientos del área estratégica, ha permitido identificar y estimar necesidades de inversión en el área de matemáticas, basados en el análisis de la demanda y oferta futura de los servicios de educación en el marco de lo que ofrece el Plan Esencial, utilizando parámetros y criterios establecidos por la metodología de Planteamiento Multianual de Inversiones.

- La infraestructura del establecimiento sobrepasa los 10 años de antigüedad y cuenta con un adecuado mantenimiento.

### 2. OBJETO:

El presente informe tiene como objeto principal realizar el levantamiento topográfico para el proyecto: "REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DEL SERVICIO ACADÉMICO DE LA ESCUELA DE MATEMÁTICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN AGUSTÍN, AREQUIPA 2022" Para tal efecto se iniciaron los trabajos en campo en abril del 2020.

### 3. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD AL TERRENO:

- El área de MATEMATICAS de la UNSA se ubica en:  
DEPARTAMENTO : AREQUIPA  
PROVINCIA : AREQUIPA  
DISTRITO : AREQUIPA

### MICROLOCALIZACIÓN

FIGURA N°01: MICROLOCALIZACION

AREA DE MATEMATICAS  
UNSA



- ACCESIBILIDAD
- El AREA DE MATEMATICAS, debido a su ubicación es de fácil acceso, se encuentra a 15 minutos de la plaza de armas de AREQUIPA, se puede llegar por la calle mercaderes. Las vías de acceso para llegar a la unas, se encuentran asfaltadas y en buen estado.



#### 4. DESCRIPCIÓN DEL TERRENO EXISTENTE

El terreno posee una forma de terreno regular, con una pendiente media de 2.5% salvo nivelaciones realizadas para la construcción de edificaciones, zonas de circulación y plataformas de recreación. Presentando una diferencia de desniveles de hasta 7 mt en los puntos más extremos.

El terreno tiene una altura máxima de 2159.35m.s.n.m, correspondiente a la parte más alejada de las edificaciones y una cota inferior de 2164.16 m.s.n.m por lo que la altitud media del terreno es de 2175.00 m.s.n.m.

#### 5. DESCRIPCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

El área de matemáticas se compone de pabellón, los cuales en su totalidad son de dos niveles. La infraestructura está compuesta por muros de ladrillo, tarrajeados y pintados, los pisos externos son de cemento mientras los internos son revestidos con cerámico.

#### 6. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LOS EQUIPOS EMPLEADOS

Se emplearon básicamente 03 equipos para la realización del levantamiento topográfico:

GRAFICO N°5: EQUIPOS UTILIZADOS



En la siguiente tabla se muestra las especificaciones técnicas del primer equipo empleado:

TABLA N°1: CUADRO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ESTACIÓN TOTAL LEICA TS-02





Medición Angular (90, 95)		
Precisión **	2" (3 ángulo) / 3" (3,5 ángulo) / 3" (3 ángulo)	✓
Método	Abierto, continuo, diferencial en todos los modelos	✓
Resolución en pantalla	0,2" / 0,1 ángulo / 0,02 mil	✓
Compensador	Compensación en Cuadrante (en todos los modelos)	✓
Precisión config. del compensador	2" / 3,5" / 2"	✓
Medición de distancias con prismas		
Rango ** Prisma Circular (con GPS)	5.500 m	✓
Rango ** Dista reflectante (400 mm x 50 mm)	250 m x 500 m **	✓
Precisión **	Precisión: 1,5 mm±2,0 ppm Precisión Ángulo: 1,0 mm±2,0 ppm Tracking: 3,0 mm±2,0 ppm	✓
Tiempo típico de medición **	2,0 s	✓
Medición de distancias sin prismas		
Rango **	500 m	⊖
Profundidad (RTK)	100 m	⊖
Precisión **	2 mm±2 ppm	✓
Tamaño del punto libre	6,30 m aprox. 7 x 10 mm 6,10 m aprox. 8 x 20 mm	✓
Almacenamiento de datos / Comunicaciones		
Memoria interna	Max. 24.000 puntos de control, Max. 13.500 mediciones	✓
Interfaz	Serial (RS485 hasta 125.200)	✓
Formato de datos	Formatos: CSV / DXF / LandXML / ICS / ASCII personalizado	✓
Opciones		
Aumentar / Resolución	30 x 7 3"	✓
Campo de visión	37,30° (3,66 grados) 2,7 m a 100 m	✓
Rango de enfriamiento	1,7 m a infinito	✓
Batería	Baterías, 30 meses de vida	✓

Tercero y Pantalla	
Tercero y Pantalla	Tercero Alfanumérico sencillo Con alta resolución de pantalla Blanco & Negro, Gráfico, 140 x 280 pixels, pantalla iluminada, 5 meses de vida
Posiciones	10, 13 ✓⊖
Sistema Operativo	
Windows CE	5,0 Core ✓
Pantalla Laser	
Tipo	Pantalla láser, 3 meses de vida ✓
Precisión de control	1,5 mm a 1,5 m ✓
Batería	
Tipo	ión-li ✓
Autonomía de trabajo **	aprox. 30 horas ✓
Peso	
Tiempo de carga (CEB11) y base constante	5,1 kg ✓
Factores Ambientales	
Rango de Temperaturas (Operando)	-20° C a +50° C (-4° F a +122° F) ✓
	Temperatura Almacenamiento: -30° C a +60° C (-22° F a +142° F) ⊖
Polvo / Agua (IEC 60529) Humedad	IP55, 95%, sin condensación ✓
Software integrado Leica FieldWise plus	
Aplicaciones Incluidas	Topografía, Repartos, Estacionamiento, Inclinación, Inclinación Local, Inclinación Horizontal, Orientación (Ángulo & Coordenadas), Transferencia de Datos, Área (Plano & Fachada), WDT (Cálculo de Volumen), Distancia entre puntos (3D/2D), Altura Remota, Puntos Locales, Comparación de Orientación (Offset), Línea de Referencia.
Aplicaciones Extra	Arco de Referencia, Plano de Referencia, COGO, Cadenas 2D
Comunicación Antena	
Aplicación	Chilgo PNFUR ✓✓

Las Abstracciones, descripciones y datos técnicos no son vinculantes y pueden ser modificados. Impreso en Suiza - Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Suiza, 2011. Modificaciones - 111 - gubinda

En la siguiente tabla se muestra las especificaciones técnicas del segundo equipo empleado:

**TABLA N°2: CUADRO DE ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE GPS NAVEGADOR GARMIN**  
**MODELO MONTANA 650**

ESP. TECNICAS	
Sensor GPS	12 Canales
Waypoint	4,000
Memoria interna	3,0 GB
Rutas	200
Auto routing	Si
Tracks	10,000 pts.
Memoria externa	Slot para MicroSD
Mapa base	Si
Mapas opcionales	Si
Batería	Batería (ión-litio)
Tiempo de trabajo	Hasta 16 horas con batería
Tamaño de pantalla	(5,06 x 8,93 cm; 4")
Pantalla táctil	Si
Resolución de pantalla	(272 x 480 pixeles)
Cámara	Si
Cálculo de área	Si
Tipo de antena	Alta Sensibilidad (HotFix)



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

Peso	209 g con una batería
Alerma audible	No
Resistencia al agua	SI (IPX7)
Dimensiones del equipo	(7,48 x 14,42 x 3,64 cm)
Comunicación PC	USB
Luz de fondo	Si
Opción de antena externa	Si
WAAS / EGNOS	Si
MGRS formato de posición	
Altimetro barométrico	Si
Pescas y caza	Si
Juegos	No
Calculadora	No
Iconos para waypoints	Si
Transf. Bluetooth entre equipos	Si
Información astronómica	Si
Predicción de mareas	Si

#### METODOLOGÍA EMPLEADA:

El Levantamiento Topográfico se refiere al establecimiento de puntos de control vertical y horizontal dentro del área de estudio, los cuales fueron enlazados a un Sistema de Control Vertical y horizontal, y a la toma de una cantidad adecuada de puntos de levantamiento a fin de representar fidedignamente el terreno así como las estructuras existentes relacionadas con el presente estudio en planos topográficos a escalas adecuadas.

El Proceso completo de un levantamiento se dividió en dos partes: trabajos de campo, para la toma de datos, y trabajos de gabinete, para el cálculo y procesamiento de los datos para finalmente plasmarlos en planos.

La metodología adoptada para el cumplimiento de los objetivos del estudio, en concordancia con los Términos de Referencia del Contrato, se tomó especial cuidado en el levantamiento del saneamiento básico cuales se tomaron cada 10 m. en líneas rectas y 5 m. en zonas de poca accesibilidad debido a infraestructuras, el detalle interno de patios en zonas en edificación.

Se monumentaron con hitos sobre zonas encementadas, fácilmente identificables puntos de control o Bech Mark (B.M.).

Establecida la metodología a seguir se procedió de la siguiente manera:

- ✓ Se recopiló y evaluó la información topográfica existente.
- ✓ Se hizo un reconocimiento del terreno y se estableció una línea base para establecer el azimut de Partida, al inicio del tramo en estudio, a la cual se le dio coordenadas y cotas relativas usando un Navegador GPS.

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600514

Email: survey\_bm@hotmail.com - Teléfono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

- ✓ Se procedió al marcado de BM's en veredas de fácil visibilidad,
- ✓ El levantamiento de las poligonales de apoyo se hizo mediante coordenadas relativas y se nivelaron para el control vertical, las cuales se enlazan a la base antes mencionada, para lo cual se empleó una Estación Total LEICA TS-02.
- ✓ Luego en gabinete se procedió al Ajuste y Compensación de las Poligonales de Apoyo para el cálculo de las coordenadas corregidas y compensadas.
- ✓ Para culminar el trabajo de campo del Levantamiento Topográfico, usando una Estación Total LEICA TS-02, mediante la toma de datos en un número adecuado de puntos y toma de vistas fotográficas mediante una cámara digital, incluyéndose el puente existente, las obras de arte y de, taludes, cursos de agua y otros existentes.
- ✓ Procesamiento de la data topográfica en AutoCAD Civil 3D- 2015.
- ✓ Elaboración de Planos a escalas adecuadas utilizando el software AutoCAD Civil 3D- 2015, basados en los datos topográficos procesados, libretas de campo y en fotografías.

## 6.1. TRABAJOS EN CAMPO

### RECONOCIMIENTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

Para el trabajo de campo, primero se evaluó el terreno y el área de trabajo, con la finalidad de ubicar la mejor posición visual desde la cual se ha realizado el respectivo levantamiento topográfico.

### GEOREFERENCIACIÓN

El sistema de coordenadas empleados, fue el sistema UTM PSAD 56, en base al levantamiento topográfico realizado por COFOPRI, basado en estudios previos realizados previos por el IGN.

### LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO TAQUIMÉTRICO

La medición de los ángulos horizontales se efectuó con una Estación Total LEICA TS-02, la cual elimina los errores del cálculo de ángulos horizontales y verticales que se producen normalmente en los teodolitos convencionales. El principio de lectura está basado en la lectura de una señal integrada sobre la superficie completa del dispositivo electrónico horizontal y vertical y la obtención de un valor angular medio. De esta manera, se elimina completamente la falta de precisión que se produce debido a la excentricidad y a la graduación, el sistema de medición de ángulos facilita la compensación automática en los siguientes casos:

- Corrección automática de errores del sensor de ángulos.
- Corrección automática del error de colimación y de la inclinación del eje de muñones.
- Corrección automática de error de colimación del seguidor.
- Cálculo de la medida aritmética para la eliminación de los errores de puntería.

### Medición De Distancias Electrónicas

La medición electrónica de distancias se ha ejecutado con el distanció metro incorporado de la Estación Total. El módulo de medición de distancia de Estación Total Leica opera dentro del área infrarroja del espectro electromagnético. Transmite un rayo de luz infrarroja, el rayo de luz reflejado es recibido por el instrumento y con ayuda de un comparador, se puede medir el desfase entre la señal transmitida y recibida. El tiempo de medida para cada punto toma 1 segundos. La precisión de la medida de distancia es de  $+(2.3\text{mm}+3\text{ppm})$ . El



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

factor PPM (partes por millón) puede ser considerado en términos de milímetros por kilómetro. Por ello, 3PPM significa 1 mm / Km.

#### Corrección Atmosférica

La velocidad de la luz varía levemente al ir atravesando diferentes presiones y temperaturas de aire, se debe aplicar un factor de corrección atmosférica para obtener la distancia correcta al final de los cálculos. Este factor de corrección atmosférica se calcula con la siguiente fórmula:

$$P_{ppm} = 275 - 79.55 \cdot p / (273 - p)$$

p: Presión en milibares  
T: Temperatura del aire en grados Celsius

El Estación Total Leica calcula y corrige esto automáticamente, la corrección cero se obtiene con una temperatura ambiente de 12°C y a una presión atmosférica de 462 mmHg.

## 6.2. TRABAJOS EN GABINETE

Los trabajos en gabinete consistieron en:

- o Compensación de las Poligonales Básicas de Apoyo de la Red Horizontal.
- o A continuación se detalla la metodología adoptada para la compensación de la red de control horizontal:
- o Se compensan los ángulos horizontales observados en campo para que cumplan la condición geométrica.
- o Con un azimut de partida conocido y los ángulos horizontales compensados se calculan los azimuts de los lados de la poligonal.
- o Con los azimuts calculados y las distancias observadas se calculan los incrementos en Este y Norte, los cuales son adicionados a las coordenadas de un vértice para obtener las coordenadas del siguiente, así hasta cerrar la poligonal.
- o La diferencia entre las coordenadas calculadas y las coordenadas del punto de inicio se debe repartir proporcionalmente en toda la poligonal, obteniendo coordenadas topográficas.

### RED DE CONTROL VERTICAL

Se refiere al conjunto de procedimientos y operaciones en campo y gabinete destinados a determinar la elevación de puntos sobre el terreno, convenientemente elegidos y demarcados, con respecto a un plano de referencia (Nivel Medio del Mar).

Para los levantamientos Topográficos verticales se podrá utilizar el método de nivelación geométrica, o el método de nivelación trigonométrica. La selección de uno, cualquiera de ellos, deberá estar ligada a consideraciones relacionadas con el propósito, utilidad de levantamiento y capacidad relativa para producir los resultados esperados, los que deben formar parte de los criterios contemplados en el estudio.

### ENLACE A LA RED GEODÉSICA VERTICAL

#### A. Trabajo en Campo

El trabajo en campo consistió en el levantamiento de los puntos verticales y horizontales.

- a. Personal Empleado
  - En el tramo estará conformado una sección rectangular

TOPOGRAFO: Mac E. Mismazi Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



de 0.60m de ancho y 0.4m de profundidad.

- 01 Topógrafo.
  - 01 Cadista.
  - 03 Prismeros.
- b. Recursos Empleados:
- 01 Estación Total LEICA TS-02
  - 02 Equipos de radiocomunicación Motorola.
  - 02 Prismas y Porta Prismas.
  - 01 camioneta Toyota 4x4.
  - 01 GPS Garmin Etrex Vista C, entre otros accesorios como tripodes, baterías, winchas, pintura, fierro, cemento, etc.

Los circuitos que se realizaron en campo para enlazar las poligonales de apoyo a la línea base y se establecieron y monumentaron los Bech Mark (B.M.)

#### B. Trabajo En Gabinete

El trabajo en gabinete consistió en la compensación de los circuitos de nivelación para encontrar la elevación o cota definitiva de los vértices de las poligonales de apoyo.

Cuando el circuito de nivelación es cerrado, es posible que la cota resultante para el punto final, que es el mismo inicial, no coincida con la cota propia de este punto. La diferencia entre estos dos valores de la cota del punto inicial es el error verdadero de todo el circuito, y se llama error de cierre. Es evidente que las cotas de los puntos intermedios, determinadas al recorrer el circuito, pueden ser también erróneas en ese caso también se procede a su compensación.

Esta corrección, restada de la correspondiente cota observada, da la cota corregida o compensada. Se tiene en cuenta que cuando el error de cierre es positivo todas las correcciones se restan, y al contrario.

### PROCESAMIENTO

#### Procesamiento de Datos

Terminado el trabajo en campo de topografía se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica.

##### A. Dibujo

Una vez terminado el trabajo de procesamiento de datos se procedió al procesamiento en gabinete de la información topográfica en el software Autodesk AutoCAD Civil 3D- 2015., elaborando planos topográficos a escala adecuada en la respectiva lámina.

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en:

- Procesamiento de la información topográfica tomada en campo.
- Elaboración de planos topográficos a escalas adecuadas.
- Además del procesamiento de imágenes satelitales.

Los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, utilizando los siguientes equipos y software:

- 01 Laptop Pentium I7 3.0 GHz
- 01 Impresora hp 1020



- Software Autodesk AutoCAD Civil 3D- 2015 para el procesamiento de los datos topográficos.
- Software AutoCAD Civil 3D- 2015 para la elaboración de los planos correspondientes.

## **7. METODOLOGÍA EMPLEADA:**

### **7.1. SERVICIOS BÁSICOS EXISTENTES**

El Centro de posee las siguientes instalaciones:

- o Instalación del servicio de agua potable.
- o Instalación del servicio de desagüe.
- o Instalación del servicio eléctrico
- o Instalación de cableado, telefonía e internet.



## 7.2. DATA TOPOGRAFICA

Durante el levantamiento topográfico se realizó la siguiente toma de puntos:

PUNTO	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPCION
1	20000.0956	800002.345	1999.9907	INC
2	20000.0328	800002.125	1999.9864	INC
3	19999.6185	800002.546	1999.9722	INC
4	19998.863	800000.981	1999.9452	INC
5	19998.6419	800000.769	1999.9373	INC
6	19997.1181	799999.291	1999.8832	INC
7	19996.9254	799999.075	1999.8698	INC
8	19995.7387	799997.849	1999.8204	INC
9	19995.5149	799997.739	1999.811	INC
10	19996.713	799999.725	1999.8764	INC
11	19996.3965	799995.969	1999.8227	INC
12	19996.6075	799995.755	1999.8124	INC
13	19997.2998	799994.159	1999.8447	INC
14	19997.7291	799994.568	1999.8641	INC
15	19997.9379	799994.35	1999.871	INC
16	20000.5169	799996.87	1999.9752	INC
17	20000.3085	799997.083	1999.9641	INC
18	19999.8747	799996.666	1999.9451	INC
19	19999.1824	799998.248	1999.924	INC
20	19998.9716	799998.46	1999.9195	INC
21	20002.316	799990.588	1999.9689	IR
22	20002.5019	799990.398	1999.9575	IR
23	20006.5091	799989.933	1999.9418	IR
24	20006.68	799990.063	1999.9635	IR
25	20001.1925	799999.346	1999.9906	IR
26	20001.3528	799999.357	1999.9907	IR
27	20005.3505	799999.594	2000.0483	IR
28	20005.4848	799999.623	2000.0511	IR
29	20005.0772	800001.686	2000.0694	IRV
30	20004.8485	800003.517	2000.0942	IRV
31	20005.0109	800003.536	2000.1151	/
32	20005.244	800001.711	2000.1416	/
33	20006.884	800003.716	2000.194	∩
34	20007.7489	800003.821	2000.2172	∩
35	20009.1399	800001.395	2000.4273	∩
36	20009.474	799998.31	2000.6027	∩
37	20008.6419	799998.22	2000.5593	∩
38	20007.9263	799997.448	2000.5625	∩
39	20008.0737	799996.889	2000.5929	∩

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 1044960814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



TOPCON



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

40	200008.9803	7999995.26	2000.6017	CC
41	200008.8621	7999994.723	2000.5924	CCA
42	200010.274	7999990.947	2000.6442	CC
43	200006.6569	8000003.572	2000.0174	JR
44	200006.7996	8000003.599	2000.0157	JR
45	200004.5226	8000006.121	2000.1004	JRMP
46	200000.544	8000005.664	1999.9992	JRMP
47	200005.8479	8000006.014	2000.0681	VRB
48	200010.0919	8000006.462	2000.147	VRB
49	200016.4716	8000007.005	2000.4063	VRB
50	200025.7284	8000007.731	2000.7959	VRB
51	200008.6599	8000001.634	2000.4439	VRB
52	200011.4841	8000001.889	2000.5707	VRB
53	199997.2367	8000004.55	1999.7511	VRB
54	199996.4127	8000007.604	1999.7054	VRB
55	199993.6193	8000010.926	1999.7219	VRB
56	199992.2674	8000017.192	2000.7368	VRBS
57	199996.4955	8000024.385	1999.862	VRB
58	199994.2967	8000022.002	1999.9636	VRB
59	200008.9648	8000026.314	2001.6952	VRBS
60	200014.4086	8000027.075	2001.5753	VRBS
61	199998.3467	8000000.909	1999.9423	VL
62	199991.8766	8000030.305	2000.0153	VL
63	200008.4843	7999991.074	2000.522	V
64	200007.4336	7999995.294	2000.5945	CJ
65	200007.4183	7999995.896	2000.5889	CJ
66	200006.8414	7999995.868	2000.5476	CJ
67	200007.7357	7999999.422	2000.5098	TR
68	200008.5714	7999999.529	2000.4963	TR
69	200008.3175	7999999.624	2000.4527	TR
70	200007.6564	8000000.233	2000.462	TR
71	200006.1664	8000000.498	2000.3718	V
72	200006.7793	8000004.614	2000.0228	CJ
73	200004.3277	8000007.843	2000.0074	JR
74	200004.4672	8000007.646	2000.1118	JR
75	200004.3241	8000007.638	2000.018	JP
76	200000.3481	8000007.217	1999.9151	JP
77	200000.4255	8000007.255	1999.9308	JR
78	200000.2002	8000007.198	2000.0135	JR
79	199999.7808	8000012.206	1999.8396	JR
80	199999.6114	8000011.98	2000.0604	JR
81	199997.8282	8000012.033	1999.9154	JR
82	199997.6268	8000011.808	2000.0301	JR

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600614

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430





83	199997.6125	800013.733	1999.8909	BP
84	199997.3969	800013.715	2000.0181	BP
85	199998.2675	800013.852	1999.8806	BP
86	199998.101	800014.85	1999.8987	BP
87	199997.95	800015.558	1999.89	BP
88	199997.8178	800016.528	1999.9045	BP
89	199997.2832	800016.485	1999.8973	BP
90	199997.0746	800016.436	2000.0183	BP
91	199997.1895	800015.422	2000.0247	BP
92	199997.2778	800014.713	2000.0321	BP
93	199996.8391	800018.392	2000.0416	BP
94	199997.0528	800018.196	1999.9429	BP
95	199998.8184	800018.582	2000.0615	BP
96	199998.2154	800023.471	2000.0641	BP
97	199998.4495	800023.241	1999.9237	BP
98	199998.9294	800023.547	2000.0855	/
99	200001.2627	800023.767	2000.1483	/
100	200001.4183	800023.515	2000.0669	BP
101	200006.1878	800024.245	2000.2798	BP
102	200006.2167	800023.998	2000.1449	BP
103	200004.7406	800020.825	2000.07	CJ
104	200004.839	800020.001	2000.0726	CJ
105	200004.1857	800019.914	2000.0656	CJ
106	200007.8214	800019.219	2000.1967	I
107	200008.4656	800016.18	2000.2186	I
108	200009.332	800013.166	2000.224	I
109	199998.4664	800028.485	2000.1835	/
110	199998.3121	800027.538	2000.3119	CJ
111	199997.6103	800027.474	2000.3124	CJ
112	199997.5185	800028.414	2000.165	CJV
113	199996.8224	800030.754	2000.1514	/
114	199996.3901	800030.989	2000.1394	B
115	199996.7983	800031.09	2000.1581	CA
116	199996.5164	800033.562	2000.1235	CV
117	199998.6931	800033.77	2000.1558	I
118	199991.2039	800027.769	1999.9558	CJV
119	199990.2229	800027.692	1999.9339	CJV
120	199990.3714	800026.751	1999.8892	CJV
121	199988.9012	800027.566	1999.9008	NIV
122	199988.2965	800023.491	1999.821	NIV
123	199986.1723	800022.767	1999.7952	/
124	199987.1781	800031.007	1999.8571	CJ
125	199988.6117	800029.944	1999.8897	CJ

TOPOGRAFO: Mac B. Masmari Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

126	199988.4612	8000031.141	1999.8852	C3
127	199987.7782	8000031.087	1999.872	C3
128	199988.883	8000032.422	1999.9103	C3
129	199989.3091	8000032.89	1999.9184	C3
130	199989.3687	8000032.201	1999.8745	C3
131	199989.9993	8000032.259	1999.8489	C3
132	199987.5827	8000032.733	1999.8145	CC
133	199987.0218	8000034.028	1999.8625	/
134	199987.6686	8000031.076	1999.8598	/
135	199983.3349	8000033.857	1999.8512	/
136	199983.5971	8000029.83	1999.9055	/
137	199985.9321	8000029.849	1999.8556	/
138	199988.1528	8000013.468	1999.7792	/
139	199991.7065	8000012.187	1999.7844	NLV
140	199991.0025	8000015.414	1999.8007	/R/P
141	199991.206	8000014.45	1999.8018	/R/P
142	199992.6311	8000013.958	1999.842	NLV R/P
143	199992.1832	8000013.026	1999.8405	NLV R/P
144	199994.768	7999997.878	1999.7764	/
145	199992.3205	7999993.786	1999.6659	/
146	199992.8532	7999991.34	1999.6494	/
147	199995.9561	7999992.352	1999.7777	/
148	200013.7837	8000004.495	2000.4289	/
149	200014.2668	8000008.39	2000.4211	/
150	200019.3627	8000009.049	2000.6114	/R
151	200019.3429	8000009.256	2000.4819	/R
152	200022.1388	8000005.404	2000.7236	/3
153	200022.4523	8000005.447	2001.0537	/3
154	200055.2838	8000017.559	2001.9106	ND
155	200055.2329	8000017.612	2001.8486	/3
156	200060.8159	8000018.155	2001.9961	ND
157	200060.8173	8000018.18	2001.9435	/3
158	200066.4572	8000018.789	2002.0282	/3
159	200066.3941	8000018.736	2002.0766	ND
160	200066.5512	8000018.796	2002.0566	/3
161	200074.1649	8000019.873	2002.1441	/3
162	200075.2809	8000010.089	2002.1504	/3
163	200067.4232	8000009.262	2002.0297	ND
164	200080.172	7999993.119	2002.1365	/R
165	200080.1887	7999992.92	2002.2102	/R
166	200069.6913	7999993.94	2008.0858	/LS
167	200058.3541	7999990.76	2001.9098	/R
168	200054.9217	8000003.81	2002.6456	MUR

TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



169	200058.0337	7999991.552	2001.8888	C
170	200057.2983	7999991.487	2001.853	C
171	200056.9053	7999992.024	2001.8394	#
172	200056.8532	7999992.69	2001.8743	3A
173	200057.782	7999994.005	2001.9043	ND
174	200057.5078	7999996.582	2001.9148	ND
175	200055.099	7999998.334	2001.9347	ND
176	200053.3661	7999996.674	2001.9146	ND
177	200050.8061	8000001.168	2001.8864	/
178	200053.0671	8000001.918	2001.9035	/
179	200053.4206	8000007.57	2001.9324	/
180	200051.2379	8000008.538	2001.948	/G
181	200050.7701	8000008.482	2001.6719	/G
182	200050.1787	8000006.624	2001.5885	/G
183	200050.614	8000006.667	2001.9115	/G
184	200051.4046	8000008.939	2001.9466	/
185	200053.5248	8000011.983	2001.9554	/
186	200054.6036	8000012.904	2001.9445	/
187	200055.6924	8000013.639	2001.9173	/
188	200055.9722	8000010.922	2001.9404	/
189	200056.6438	8000004.399	2001.9073	/
190	200055.9432	8000004.329	2001.844	C
191	200056.0116	8000003.57	2001.8802	C
192	200047.1782	7999998.484	2001.2179	C
193	200047.0424	7999998.98	2001.1928	C
194	200047.4712	7999999.065	2001.225	C
195	200047.7444	7999995.462	2001.2466	C
196	200046.1141	7999991.985	2001.1457	C
197	200043.0362	7999998.348	2001.0636	C
198	200042.9449	7999994.242	2001.0494	C
199	200042.9766	7999992.13	2000.9928	C
200	200044.0137	7999992.236	2001.1124	C
201	200043.9098	7999993.3	2001.0416	C
202	200042.7764	7999993.985	2001.0257	/
203	200041.0776	7999992.955	2001.055	C
204	200040.0958	7999988.904	2001.0509	/CMUR
205	200043.2863	7999989.221	2001.0437	/MUR
206	200048.3175	7999991.821	2001.3191	PL
207	200050.8956	7999990.03	2001.4545	VR
208	200046.5372	7999989.58	2001.2444	VR
209	200046.2684	7999996.921	2001.2543	VRB
210	200052.6788	7999992.235	2001.6785	VRB
211	200040.7851	7999994.647	2001.1054	W

TOPOGRAFO: Msc B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



212	200041.4629	8000005.673	2001.0612	/
213	200039.7074	8000005.485	2001.0767	CC
214	200039.4803	8000007.261	2001.0515	/
215	200041.2673	8000007.461	2001.0442	/
216	200040.8429	8000010.991	2001.1843	/SR
217	200042.0943	8000011.304	2001.1613	SR
218	200042.3289	8000011.119	2001.2887	SR
219	200033.4087	8000004.776	2001.1137	NV
220	200032.8104	8000004.736	2001.0668	CC
221	200032.3243	8000006.464	2001.0368	/
222	200033.992	8000006.655	2001.0532	/
223	200033.5904	8000010.335	2001.0409	/
224	200024.4304	8000003.816	2001.082	CC
225	200022.6327	8000003.62	2001.0746	S
226	200022.3208	8000003.599	2000.7455	S
227	200022.9527	8000003.64	2000.9191	CS
228	200021.7497	8000003.51	2000.7351	CS
229	200021.5856	8000003.151	2000.7004	CS
230	200020.8736	8000003.082	2000.6752	CS
231	200021.0134	8000002.773	2000.6893	CS
232	200020.4542	8000002.717	2000.6877	CS
233	200019.5899	8000002.544	2000.6859	CC
234	200021.0712	8000003.397	2000.6884	NL
235	200014.8458	8000002.769	2000.4806	NP
236	200012.1592	8000002.473	2000.3854	NP
237	200013.5231	8000001.851	2000.5946	NV
238	200013.0624	8000002.015	2000.4464	CS
239	200013.5981	8000002.632	2000.4222	CS
240	200012.2888	8000001.963	2000.4353	CS
241	200012.6379	8000002.547	2000.4031	CS
242	200010.3061	8000001.763	2000.3209	CS
243	200010.8249	8000002.345	2000.333	CS
244	200018.8053	8000014.088	2000.5088	N
245	200018.8561	8000017.169	2000.5509	N
246	200018.9208	8000020.25	2000.5425	N
247	200031.3154	8000021.414	2000.944	N
248	200031.7395	8000018.41	2000.971	N
249	200032.0616	8000015.396	2000.94	N
250	200041.6718	8000014.688	2001.2002	SR
251	200041.8503	8000014.661	2001.3455	SR
252	200042.137	8000015.519	2001.3649	SR
253	200041.955	8000015.59	2001.2049	SR
254	200042.761	8000016.379	2001.2402	SR

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefon: 054-325767 / CELULAR: 959214430



255	200042.8194	8000016.166	2001.3985	SR
256	200042.3625	8000022.471	2001.2652	SR
257	200042.3601	8000022.695	2001.4291	SR
258	200041.3958	8000022.996	2001.3949	SR
259	200041.2871	8000022.811	2001.2413	SR
260	200040.4124	8000023.851	2001.1821	SR
261	200040.6164	8000023.931	2001.3175	SR
262	200039.9638	8000027.258	2001.1775	SR
263	200040.1167	8000027.484	2001.344	SR
264	200048.8851	8000033.34	2001.9273	/
265	200051.2659	8000033.592	2001.7976	/
266	200051.787	8000032.788	2001.756	JA
267	200052.8491	8000032.444	2001.8222	JA
268	200052.0555	8000026.118	2001.843	/
269	200051.4961	8000024.208	2001.8047	/
270	200049.9378	8000023.211	2001.6729	/SR
271	200049.9119	8000023.428	2001.932	/SR
272	200049.8252	8000024.062	2001.567	CJ
273	200049.0945	8000023.998	2001.6228	CJ
274	200050.2331	8000017.193	2001.6559	SR
275	200050.3613	8000016.991	2001.8553	SR
276	200050.2151	8000017.486	2001.6625	SR
277	200050.3331	8000017.384	2001.8694	SR
278	200050.5629	8000017.208	2001.8708	/
279	200051.6909	8000017.21	2001.8836	/
280	200052.7607	8000016.986	2001.8129	/
281	200053.0239	8000016.757	2001.8281	/
282	200052.0094	8000017.21	2001.8131	SR
283	200051.8802	8000017.215	2001.8824	SR
284	200051.8451	8000017.571	2001.8967	SR
285	200051.9423	8000017.718	2001.803	SR
286	200055.6702	8000021.318	2001.863	HRR
287	200060.844	8000023.853	2001.9257	HRR
288	200055.3799	8000030.42	2001.8605	HRR
289	200053.5553	8000037.951	2001.8323	HRR
290	200075.3685	8000025.644	2002.176	HRR
291	200077.0756	8000016.369	2002.1667	HRR
292	200076.8615	8000006.802	2002.1593	HRR
293	200075.0966	8000030.036	2002.1598	HRR
294	200068.5314	8000030.889	2002.0984	P
295	200068.3704	8000032.36	2002.0779	/
296	200068.0112	8000035.719	2002.0709	/
297	200067.9293	8000036.305	2002.0923	/

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

298	200067.7828	8000037.603	2002.0676	VL
299	200074.1706	8000036.386	2002.1277	/
300	200074.062	8000036.966	2002.1579	/
301	200073.2724	8000038.208	2001.9869	NR
302	200073.3326	8000039.679	2002.0782	/
303	200073.2634	8000042.136	2002.0486	/
304	200067.6185	8000039.08	2002.0526	/
305	200046.7349	8000012.404	2001.4093	NR
306	200046.7703	8000002.911	2001.5108	NR/PAL
307	200044.821	8000027.657	2001.6427	NR/SC
308	200040.2187	8000029.409	2001.3669	NR/SC
309	200032.5807	8000028.405	2002.2179	NR/SC
310	200022.2758	8000027.719	2001.1656	NR/SC
311	200022.2538	8000027.372	2001.173	NR/SC
312	200051.2978	8000009.807	2001.5742	CJ
313	200050.0875	8000009.699	2001.5439	CJ
314	200050.1956	8000008.446	2001.3972	CJ
315	200048.601	8000035.731	2001.9305	CJ
316	200048.4714	8000036.955	2001.9351	CJ
317	200047.3439	8000035.622	2001.8769	CJ
318	200047.2369	8000036.832	2001.8858	CJ
319	200046.4445	8000036.821	2001.2446	CANL
320	200046.5609	8000036.824	2001.3063	CANL
321	200046.1695	8000036.839	2000.8415	CANL
322	200045.977	8000036.862	2001.2479	CANL
323	200045.8684	8000036.919	2001.2441	CANL
324	200044.7572	8000035.428	2001.809	VL
325	200038.6042	8000036.253	2001.4877	C
326	200038.7347	8000034.815	2001.5671	/
327	200038.9006	8000032.42	2001.5673	/
328	200030.323	8000030.598	2000.938	/
329	200029.03	8000030.503	2000.8843	/
330	200028.5828	8000032.945	2000.9314	/
331	200020.8562	8000025.793	2000.7394	/
332	200020.0147	8000025.585	2000.7	BR
333	200019.8999	8000025.325	2000.5798	BR
334	200019.4859	8000033.08	2000.7683	CJ
335	200019.3377	8000034.233	2000.8457	CJ
336	200018.1883	8000032.984	2000.7357	CJ
337	200017.9116	8000032.876	2000.9094	VL
338	200000.3643	8000032.489	2000.2121	C/V
339	200000.5017	8000031.075	2000.2789	/
340	200001.2418	8000031.714	2000.2127	CJ

TOPOGRAFO: Msc E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



341	200038.7257	8000040.932	2001.5688	36C
342	200042.2494	8000041.302	2001.5777	36C
343	200041.8598	8000045.293	2000.9182	36C
344	200049.756	8000047.281	2001.7173	/
345	200047.218	8000048.133	2001.9075	3D
346	200047.4844	8000045.889	2001.9184	3D
347	200046.2487	8000045.771	2001.918	3D
348	200045.5888	8000045.704	2001.3665	3D
349	200044.8203	8000045.624	2001.3595	36
350	200044.5518	8000047.885	2001.3673	36
351	200045.3575	8000047.976	2001.3806	3D
352	200045.0789	8000050.18	2001.301	3ANL
353	200044.9668	8000050.163	2001.3013	3ANL
354	200044.5051	8000050.094	2001.2925	3ANL
355	200044.3377	8000050.63	2001.2885	3ANL
356	200044.6007	8000050.649	2000.8734	3ANL
357	200042.1706	8000047.642	2000.1409	36
358	200042.411	8000045.377	2000.1352	36
359	200041.1079	8000047.566	2000.1374	/
360	200058.3763	8000040.566	2001.9021	/
361	200059.0376	8000034.589	2001.9199	/
362	200059.4204	8000032.694	2001.931	/
363	200060.3113	8000031.426	2001.9408	/
364	200063.4831	8000041.109	2002.0206	/
365	200062.23	8000041.699	2002.0696	/
366	200061.6845	8000041.644	2001.9762	3
367	200061.7714	8000040.914	2002.0497	3
368	200061.737	8000041.294	2001.9619	3
369	200059.8111	8000041.124	2001.9298	3
370	200059.6072	8000042.991	2001.9313	3
371	200061.6522	8000046.853	2002.019	/
372	200062.8403	8000046.984	2001.9979	/
373	200042.6243	8000049.871	2001.0103	3BBS
374	200044.5468	8000058.039	2001.6489	3BBS
375	200033.7936	8000067.012	2000.3611	3BBS
376	200032.3634	8000064.431	2000.2861	3BBS
377	200030.7459	8000062.221	2000.312	3BBS
378	200031.1482	8000054.835	2000.3518	3BBS
379	200005.8424	8000046.599	2000.0973	3BBS
380	200012.076	8000047.148	2000.3213	3BBS
381	200017.2308	8000047.733	2000.7163	3BBS
382	200037.7531	8000044.925	2000.15	3C
383	200043.5149	8000050.267	2001.1575	3BR

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



384	200040.1391	8000049.471	2000.2382	IRR
385	200037.6894	8000054.438	2000.277	IRR
386	200041.7675	8000056.023	2001.1781	IRR
387	200033.0096	8000048.186	2000.0596	IRR
388	200032.172	8000047.614	2000.1542	IRR
389	200023.0842	8000046.819	2000.1323	IRR
390	200022.674	8000054.515	2000.1368	IRR
391	200023.589	8000057.498	2000.1507	IRR
392	200025.5954	8000060.35	2000.1117	IRR
393	200027.3335	8000059.646	2000.1379	IRR
394	200033.5622	8000066.664	2000.2619	IRR
395	200033.8061	8000067.015	2000.2974	IRR
396	200032.3926	8000064.503	2000.2553	IRR
397	200030.7907	8000062.262	2000.2061	IRR
398	200060.0924	8000060.886	2001.9106	/
399	200047.2194	8000070.048	2001.6895	/
400	200044.8243	8000069.673	2001.9331	/
401	200045.3588	8000064.997	2001.5882	∩
402	200044.3204	8000063.557	2001.4478	∩
403	200043.0699	8000068.324	2001.3342	∩ANL
404	200042.9415	8000068.319	2001.3323	∩ANL
405	200042.4948	8000068.3	2001.3376	∩ANL
406	200042.3606	8000068.362	2001.3281	∩ANL
407	200046.0696	8000059.207	2001.9368	∩
408	200052.9267	8000063.304	2001.8858	∩
409	200052.0174	8000071.294	2001.8785	∩
410	200031.2707	8000068.831	2000.1635	∩∩
411	200032.5195	8000069.133	2000.1638	/
412	200027.1705	8000060.478	2000.1171	/
413	200026.8338	8000061.687	2000.1469	∩∩
414	200025.0325	8000061.744	2000.0501	∩
415	200021.9434	8000062.919	2000.0631	∩CAL
416	200021.8674	8000059.499	2000.1868	∩∩
417	200021.8013	8000056.593	2000.0299	/
418	200021.4602	8000056.41	2000.0204	/
419	200019.2033	8000055.196	2000.0268	/
420	200017.8067	8000054.453	2000.0155	/
421	200018.0797	8000054.182	1999.8717	∩
422	200018.7223	8000053.785	1999.9031	∩
423	200019.1099	8000054.455	1999.9118	∩
424	200018.7307	8000052.57	1999.9785	∩
425	200018.726	8000051.939	1999.9936	∩
426	200018.0571	8000051.996	1999.9806	∩

TOPOGRAFO: Msc E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430





427	200014.5611	800052.449	2000.1301	CJ
428	200021.6455	800055.772	1999.9448	CJ
429	200022.3816	800054.812	2000.0373	CJ
430	200023.2495	800055.539	2000.0911	CJ
431	200023.471	800056.477	2000.1926	CJ
432	200021.7924	800046.632	2000.0964	/
433	200019.4593	800045.409	2000.1001	/
434	200020.7154	800043.239	2000.1455	C
435	200020.5007	800043.199	2000.2549	WV
436	200016.872	800056.809	2000.06	C
437	200024.0089	800063.563	2000.0572	CA
438	200036.7684	800067	2000.3132	W
439	200040.3794	800068.474	2001.1853	W
440	200036.189	800057.867	2000.2557	W
441	199996.1047	800069.597	2000.0467	C
442	200003.7678	800043.927	2000.7398	S
443	200003.316	800047.927	2001.6303	S
444	199999.8393	800047.566	2001.6513	S
445	199999.5352	800041.16	2001.0403	CS
446	200014.8899	800052.124	2000.0215	CJ
447	200014.9683	800052.757	2000.0185	CJ
448	200014.3311	800052.805	2000.0266	CJ
449	200007.6777	800054.216	1999.9983	IT
450	200007.9722	800054.708	2000.002	IT
451	200007.4957	800055.003	2000.0072	IT
452	200009.9841	800056.085	2000.0089	W
453	200009.6659	800055.56	2000.0033	W
454	200006.9498	800057.002	2000.0139	W
455	200004.4368	800058.763	2000.0208	W
456	200012.0657	800058.004	2000.0153	CJ
457	200011.5914	800057.225	1999.9554	CJ
458	200010.8142	800057.679	2000.0046	CJ
459	200010.8988	800058.027	2000.0147	W
460	200010.6027	800057.859	2000.046	W
461	200009.7452	800056.559	2000.0375	W
462	200009.7276	800056.24	2000.0056	W
463	200005.6368	800061.261	2000.0217	W
464	200005.6176	800060.938	2000.028	W
465	200004.7459	800059.61	2000.016	W
466	200004.4821	800059.451	1999.9988	W
467	200004.442	800058.77	2000.0077	S
468	200003.0756	800058.923	1999.9865	/
469	200003.8431	800058.385	2000	/

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA

470	200002.6235	8000056.441	1999.9879	/
471	200007.8078	8000053.193	1999.9798	/
472	200008.034	8000055.258	1999.9995	/
473	200008.843	8000054.803	2000.0139	/
474	200011.5054	8000057.266	1999.9968	/
475	200008.5891	8000060.118	2000.022	/
476	200005.8467	8000061.821	2000.0196	C
477	200005.3894	8000061.081	2000.0196	C
478	200004.6258	8000061.555	1999.9191	C
479	200004.7033	8000061.478	1999.9946	C
480	200005.0906	8000062.304	2000.0149	C
481	199998.1571	8000066.591	2000.0262	C
482	199995.1963	8000068.433	2000.0231	C
483	199995.174	8000068.389	1999.8219	C
484	199993.155	8000069.603	1999.8304	C
485	199993.165	8000069.639	2000.0154	C
486	199993.20	8000066.23	1999.9516	C40
487	199997.9915	8000058.563	1999.7462	/
488	199998.1679	8000056.914	1999.7328	/
489	199999.1866	8000056.533	2000.0196	/
490	199999.2265	8000058.812	1999.9759	/
491	199998.0247	8000056.191	1999.9454	/
492	199996.3378	8000056.729	1999.7377	/
493	199994.4932	8000053.995	1999.7512	C
494	199996.6797	8000053.321	1999.7224	/
495	199997.7508	8000054.274	1999.8474	C10
496	199997.22	8000047.704	1999.7323	/
497	199998.2411	8000047.804	1999.7223	/
498	199998.3021	8000046.863	1999.7131	/
499	199998.314	8000046.867	1999.7136	/RP
500	199997.3259	8000046.764	1999.7135	/RP
501	199999.8529	8000064.228	2000.5416	C5
502	200000.8853	8000063.24	2000.5954	C5
503	200001.3818	8000058.451	2002.0259	C5
504	200000.3715	8000057.178	2002.0226	C5
505	199996.3798	8000056.741	2003.0277	C5
506	199999.5255	8000041.158	2000.1442	C
507	199998.7186	8000043.177	2000.1262	/RP
508	199997.6504	8000043.113	2000.1175	/RP
509	199996.5211	8000033.925	1999.7776	C
510	199996.5373	8000033.629	2000.1283	C
511	199998.6681	8000033.779	2000.1501	C
512	199996.6785	8000036.134	1999.7527	/V

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bu@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



513	199996.2515	8000054.751	2000.6834	COLIS
514	199996.5307	8000054.767	2000.6967	COLIS
515	199996.7226	8000052.827	2000.536	COLIS
516	199997.1879	8000048.208	2000.5924	COLIS
517	199997.3836	8000046.258	2000.6403	COLIS
518	199997.8224	8000041.661	2000.6184	COLIS
519	199998.0358	8000039.715	2000.5447	COLIS
520	199998.508	8000035.082	2000.4009	COLIS
521	199994.7162	8000051.265	1999.7643	CC
522	199996.1621	8000036.08	1999.7763	CC
523	199993.9817	8000059.126	1999.7582	CC
524	199999.8087	8000047.572	2001.6402	SS
525	200000.176	8000041.547	2001.1277	SS
526	200003.3085	8000047.939	2001.6452	SS
527	200002.6967	8000050.594	2000.0402	MHS
528	200005.7512	8000046.633	2000.0588	MHS
529	200002.4334	8000054.632	2000.0538	MHS
530	200012.0019	8000047.191	2000.0769	MHS
531	200009.9091	8000049.302	2000.1033	MHS
532	200017.1866	8000047.642	2000.0624	MHS
533	200014.1619	8000051.54	2000.0692	MHS
534	199999.972	8000002.346	2000.4806	A
535	199997.1044	8000015.846	2000.0418	A1
536	200022.4782	8000005.282	2001.0559	A2
537	200051.004	8000023.804	2001.9607	B
538	200060.2085	8000011.61	2002.0885	B1
539	200026.7352	8000046.144	2004.2485	B2
540	200015.4869	8000045.037	2004.247	B3
541	200004.2784	7999991.2	1999.9596	WV
542	200001.2992	8000021.196	1999.9883	WV
543	200039.9382	8000013.394	2001.1231	WV
544	200045.4868	8000066.223	2001.9391	WV
545	200007.6939	8000010.468	2000.1283	WV
546	199998.766	8000032.37	2000.1821	WV
547	200041.3685	7999990.519	2001.0529	WV
548	200040.0063	8000046.365	2000.1225	WV
549	199999.5306	8000015.356	1999.9348	WV
550	200011.0023	8000008.475	2000.2004	WV
551	200049.9279	8000035.419	2001.9359	WV
552	200049.2826	8000048.371	2001.9295	WV
553	200000.1351	8000021.782	1999.9535	WV
554	200011.0318	8000008.258	2000.3312	WV
555	200048.5627	8000047.174	2001.9261	WV

TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600514

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



556	200049.9984	8000034.538	2001.9419	IV
557	199985.9409	8000034.636	1999.8694	IV
558	200012.6963	8000004.521	2000.5715	IV
559	200041.6618	8000033.926	2001.6755	IV
560	200014.6757	8000004.745	2000.4391	IV

## 8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

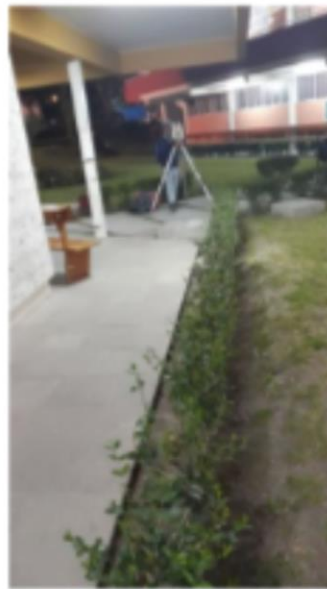
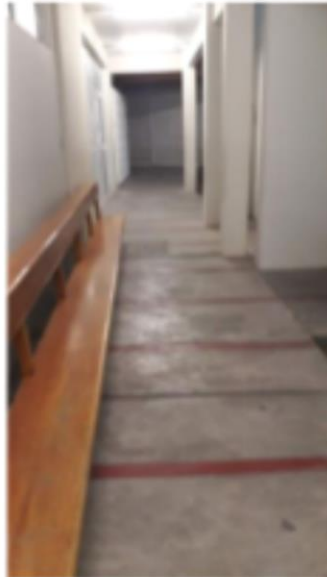
- ✓ Se obtuvieron plano topográfico, identificando todo los elementos necesarios de identificar para realizar un buen mantenimiento (postes, cajas de agua y desagüe, buzones, etc.).
- ✓ Se permitió complementar el plano obtenido con el plano arquitectónico, pudiendo tener una correcta posición espacial de las edificaciones.
- ✓ El terreno existente tiene cierta variaciones con respecto al terreno inscrito diferenciándose tanto en el área y el perímetro tal como se muestra en el cuadro:

## PLANOS

1. PLANOS DE UBICACIÓN.
2. PLANO TOPOGRAFICO.

## ANEXOS

1. REGISTRO FOTOGRÁFICO:



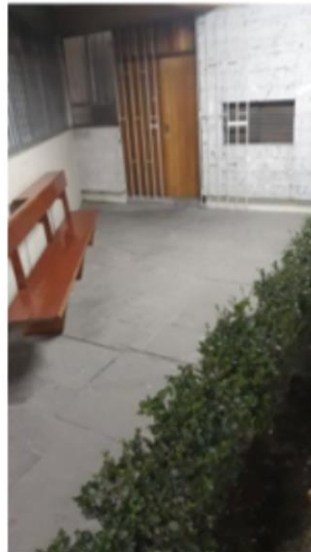
TOPOGRAFO: Mar E. Mazañal Agaña

KUC: 3346960814

Email: survey\_ba@hotmail.com - Teléfono: 054-325767 / CELULAR: 958114430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Teléfono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

RUC: 10449600614

Email: [survey\\_bm@hotmail.com](mailto:survey_bm@hotmail.com) - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

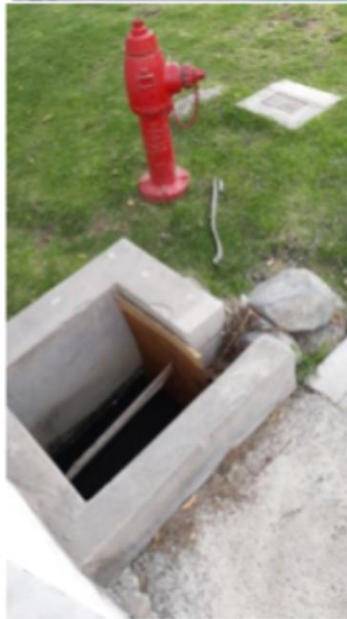
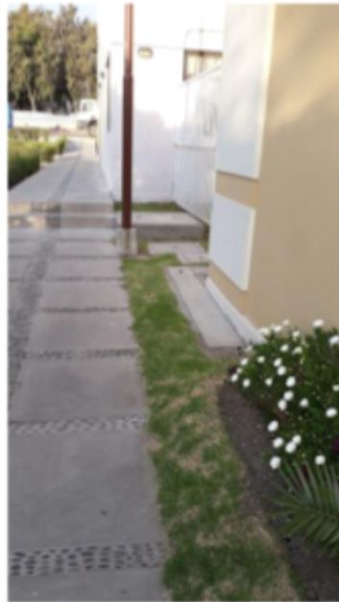
Email: [survey\\_bm@hotmail.com](mailto:survey_bm@hotmail.com) - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430

RUC: 10449600814





SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac E. Mamazi Apaza

RUC: 10449600814

Email: [survey\\_bm@hotmail.com](mailto:survey_bm@hotmail.com) - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Teléfono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



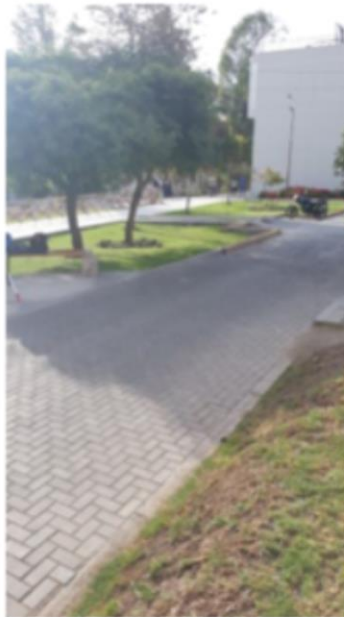
TOPOGRAFO: Mac B. Mamani Apaza

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430

RUC: 10449600814



SERVICIO DE ALQUILER DE EQUIPOS TOPOGRAFICOS  
PARA LA CONSTRUCCION Y LA MINERIA



TOPOGRAFO: Mac E. Mamani Apaza

RUC: 10449600814

Email: survey\_bm@hotmail.com - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430



## 2. CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN DEL EQUIPO UTILIZADO:



**CERTIFICADO DE CALIBRACION**

**DATOS DEL EQUIPO**

Nombre	: ESTACIÓN TOTAL	Precisión	: 1"
Marca	: LEICA	Aumentos	: 30X
Modelo	: TS02	Alcance con prismas	: 3500m
Serie	: 1396231	Precisión en Distancia	: 2mm + 2ppm

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN**

No. : 20-014/2018  
 Fecha : 26/01/2018

**ENTIDAD CERTIFICADORA:** LABORATORIO COSOLA S.A.C

**METODOLOGIA APLICADA Y TRAZABILIDAD DE LOS PATRONES**

Para controlar y calibrar este instrumento se contrasta con un nivelador original TOPCON con telescopio de 32x en cuyo retículo enfocado al infinito, el grosor de sus trazos está dentro de 01", que es patronado periódicamente por un teodolito KERN modelo DDM 2A, precisión al 01" con el método de lectura Directa-Inversa y referendado con un nivel automático TOPCON modelo ATG1 de precisión +/- 0.7 mm nivelación doble de filin.

El control se ejecuta en la base soporte metálica fijada en la pared ajena a influencias del clima y enfocados los retículos al infinito.

TEMPERATURA LABORATORIO	HUMEDAD RELATIVA LABORATORIO	PRES. ATM.
28° CELSIUS	57%	760 mm Hg

**NORMA APLICADA**

Desviación estándar basada en la norma ISO 9001/ISO 14001 del nivel automático KB-102 TOPCON CYGNUS de precisión +/- 0.7 mm nivelación doble de filin.

**RESULTADOS**

Distancia	Lectura de instrumento	Patrón	Lectura Instrumento Contrastado	Diferencia

Porcentaje de error: +/- 0.001%

**CALIBRACIÓN Y MANTENIMIENTO**

Fecha	Mantenimiento	Calibración	Próxima Calibración	Observación
26/01/2018		X	06 meses	% 100 OPERATIVO

<b>Responsable de Verificación</b> LABORATORIO COSOLA GROUP S.A.C.  	<b>Propietario</b> CECOSURVE E.I.R.L. RUC: 2052952611   Julia C. Yucapallo Quijpe D.L. 012916	Otros
--	---	-------

OFICINA REGIONAL: Av. Aramburo No 1000 - Santa Fe - Lima 1  
 Tel: (01) 265 0201 - 1471-2220 - Movil: 9708-1410 - Fax: 627 8227 - P.N. 13888 - D.P.C. 90754-0142 E-mail: [marketing@cosola.com](mailto:marketing@cosola.com)  
 RUC: 205264225 - Lima - Av. General Unger 247 - Urb. 103 - Pisco - ICA / S.M.P. - Lima - Calle 271 - 9805 - 0200 - P.N. 24697  
 Dirección de Defensa Civil - Centro Comercial Cabaña - Pisco - Pisco - ICA - Tel: (05) 245 407000  
 C.I.R. 90372967 - 90364011 - 90364012 - [ventas@cosola.com](mailto:ventas@cosola.com)  
 Arequipa - Av. Centenario No. 6 - 010 - Pisco - Pisco - ICA - Tel: (05) 245 407000  
 Cusco - Av. La Cultura No 100 - 01 - 212748 - 0880 - 241000 - Cuzco - 0880 - 86058-0101 - P.N. 214000

TOPOGRAFO: Msc. E. Mamani Apaza

RUC: 10449600514

Email: [survey\\_bm@hotmail.com](mailto:survey_bm@hotmail.com) - Telefono: 054-325767 / CELULAR: 959214430