



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal
espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de
diciembre - La Mar – Ayacucho**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Bautista Yauri, Henry (ORCID: 0000-0002-3590-809X)
Paucca Gutierrez, Yuri (ORCID: 0000-0003-1244-1498)

ASESOR:

Mg. Castillo Chávez, Humberto (ORCID: 0000-0002-4701-3074)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan especial en mi vida. Por los triunfos y momentos difíciles que me ha fortalecido.

Bautista Yauri, Henry.

A Dios, que me acompaña cada segundo de mi vida y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional.

Paucca Gutierrez, Yuri.

Agradecimiento

Definitivamente expresar nuestro profundo agradecimiento a los docentes de la Universidad Cesar Vallejo, cuyos conocimientos impartidos han orientado nuestra labor profesional.

Bautista Yauri, Henry.
Paucá Gutierrez, Yuri.

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	ix
Resumen	xii
Abstract	xiii
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	1
1.2. Formulación y sistematización del problema	2
1.3. Justificación del estudio	2
1.3.1. Justificación práctica	2
1.3.2. Justificación metodológica	2
1.4. Objetivos	3
1.4.1. Objetivo general	3
1.4.2. Objetivos específicos	3
1.5. Hipótesis	3
II. MARCO TEÓRICO	3
2.1. Trabajos previos	3
2.2. Teorías relacionadas al tema	8
2.2.1. Peligro sísmico	8
2.2.2. Zonificación	9
2.2.3. Parámetros de sitio	10
2.2.4. Factor de ampliación sísmica “C”	10
2.2.5. Factor de uso “U”	11
2.2.6. Estructuras de concreto armado	11
2.2.7. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R_0)	11
2.2.8. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”	11
2.2.9. Análisis estructural	12
2.2.10. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes	12
2.2.11. Análisis dinámico modal espectral	13
	iv

2.2.12.	Análisis dinámico tiempo historia	14
2.2.13.	SeismoSignal	15
2.2.14.	Seismo Match	16
III.	METODOLOGÍA	17
3.1.	Tipo y diseño de la investigación	17
3.1.1.	Tipo de investigación	17
3.1.2.	Diseño de investigación	17
3.2.	Variables y operacionalización	17
3.2.1.	Variable	17
3.2.2.	Operacionalización de la variable	18
3.3.	Población y muestra	19
3.3.1.	Población	19
3.3.2.	Muestra	19
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	19
3.5.	Método de análisis de datos	19
3.5.1.	Procedimiento de la investigación	20
3.6.	Aspectos éticos	46
IV.	RESULTADOS	47
4.1.	Análisis dinámico modal espectral de la institución educativa 9 de diciembre	47
4.1.1.	Análisis estático	47
4.1.2.	Análisis dinámico modal espectral	48
4.2.	Análisis dinámico tiempo – historia de la institución educativa 9 de diciembre	50
4.2.1.	Estación Ayacucho 1	50
4.2.2.	Estación Ayacucho 2	51
4.2.3.	Estación Ayacucho 3	52
4.3.	Comparación de los métodos de análisis dinámico	53
4.3.1.	Cortante en la base	53
4.3.2.	Fuerzas en la estructura	55
4.3.3.	Derivas	62
V.	DISCUSIONES	65

5.1. Cortante en la base	65
5.2. Fuerzas en la estructura	66
5.2.1. Cortantes entre pisos	66
5.2.2. Torsión	67
5.2.3. Momentos	68
5.3. Derivas	68
VI. CONCLUSIONES	71
VII. RECOMENDACIONES	73
REFERENCIAS	74
ANEXO	81

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de zona Z.	10
Tabla 2. Factor de suelo.	10
Tabla 3. Periodos TP y TL.	10
Tabla 4. Coeficiente básico de reducción R_0 para sistemas estructurales de concreto armado.	11
Tabla 5. Características de la institución educativa 9 de diciembre.	21
Tabla 6. Consideraciones para el predimensionamiento de columnas.	22
Tabla 7. Resultados del predimensionamiento de columna C1.	22
Tabla 8. Resultados del predimensionamiento de columna C2.	22
Tabla 9. Resultados del predimensionamiento de columna C4.	23
Tabla 10. Pre dimensionamiento de las vigas principales.	23
Tabla 11. Pre dimensionamiento de las vigas secundarias.	24
Tabla 12. Características del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.	29
Tabla 13. Características del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.	31
Tabla 14. Características del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.	32
Tabla 15. Modos de vibración según análisis estático en la estructura.	47
Tabla 16. Cortantes en la base según análisis estático de la estructura.	47
Tabla 17. Distribución de fuerzas por el sismo en el eje X-X e Y-Y según el análisis estático.	48
Tabla 18. Derivas según sismo en X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis estático.	48
Tabla 19. Verificación de irregularidades de la estructura.	48
Tabla 20. Cortante en la base de la estructura según el análisis dinámico.	49
Tabla 21. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X de acuerdo al análisis dinámico.	49
Tabla 22. Derivas según sismo en X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico.	50

Tabla 23. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.	50
Tabla 24. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.	51
Tabla 25. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.	51
Tabla 26. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.	51
Tabla 27. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.	52
Tabla 28. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.	52
Tabla 29. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.	52
Tabla 30. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.	53
Tabla 31. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.	53
Tabla 32. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje X-X.	54
Tabla 33. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje Y-Y.	54
Tabla 34. Comparación de las cortantes según el sismo en el eje X-X.	55
Tabla 35. Comparación de la torsión según el sismo en el eje X-X.	56
Tabla 36. Comparación de momentos según el sismo en el eje X-X.	58
Tabla 37. Comparación de las cortantes según el sismo en el eje Y-Y.	59
Tabla 38. Comparación de la torsión según el sismo en el eje Y-Y.	60
Tabla 39. Comparación de momentos según el sismo en el eje Y-Y.	61
Tabla 40. Derivas en la estructura según el sismo en el eje X-X.	62
Tabla 41. Derivas en la estructura según el sismo en el eje Y-Y.	63

Índice de figuras

Figura 1. Zonas sísmicas.	9
Figura 2. Interfaz del software SeismoSignal.	16
Figura 3. Vista de la arquitectura de la institución educativa 9 de diciembre.	20
Figura 4. Esquema de distribución de columnas.	21
Figura 5. Asignación de las propiedades del concreto.	24
Figura 6. Asignación de las propiedades del acero.	24
Figura 7. Creación de frames para el modelo estructural.	25
Figura 8. Representación de la estructura en ETABS.	25
Figura 9. Definición de las cargas.	26
Figura 10. Asignación de cargas en la estructura educativa.	26
Figura 11. Asignación del diafragma rígido en la estructura.	27
Figura 12. Asignación de la masa por carga muerta, carga viva en los pisos y techo.	27
Figura 13. Asignación del caso modal en la estructura en el eje X-X e Y-Y.	28
Figura 14. Asignación del espectro establecida por la norma E0.30.	28
Figura 15. Asignación de la carga dinámica.	29
Figura 16. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.	30
Figura 17. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.	30
Figura 18. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.	31
Figura 19. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.	32
Figura 20. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.	33
Figura 21. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.	33
Figura 22. Datos del sismo ocurrido el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.	34

Figura 23. Datos corregidos del sismo ocurrido el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.	35
Figura 24. Datos del sismo ocurrido el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.	36
Figura 25. Datos corregidos del sismo ocurrido el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.	37
Figura 26. Datos del sismo ocurrido el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.	38
Figura 27. Datos corregidos del sismo ocurrido el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.	39
Figura 28. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.	40
Figura 29. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.	41
Figura 30. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.	42
Figura 31. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.	43
Figura 32. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.	44
Figura 33. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.	45
Figura 34. Asignación del sismo en el eje Y-Y según lo registrado el 27/02/2019 por la estación Ayacucho.	46
Figura 35. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje X-X e Y-Y.	55
Figura 36. Cortantes en la estructura según el sismo X-X.	56
Figura 37. Torsión en la estructura según el sismo X-X.	57
Figura 38. Momentos en la estructura según el sismo X-X.	58
Figura 39. Cortantes en la estructura según el sismo Y-Y.	60
Figura 40. Torsión en la estructura según el sismo Y-Y.	61
Figura 41. Momentos en la estructura según el sismo Y-Y.	62

Figura 42. Derivas en la estructura según el sismo en el eje X-X.	63
Figura 43. Derivas en la estructura según el sismo en el eje Y-Y.	64

Resumen

La presente tesis tuvo como principal objetivo evaluar el comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre ubicado en la provincia de La Mar – Ayacucho, mediante los métodos de análisis modal espectral y tiempo historia. En tal sentido, el desarrollo de la investigación consideró los parámetros que la norma E.0.30, del Reglamento Nacional de Edificaciones, establece para un correcto análisis modal espectral, determinándose así los parámetros Z, U, C, S y R; mientras que para el análisis tiempo historia se utilizó la información de sismos registrados en la estación Ayacucho en las fechas: 27/02/2019 (1), 30/01/2020 (2) y 13/08/2017 (3); las cuales fueron posteriormente corregidas y escaladas mediante la aplicación de los softwares SeismoSignal y SeismoMatch; obteniendo finalmente una función tiempo historia corregida con el cual se modeló la estructura en el programa ETABS.

Como resultados se ha obtenido que los que mayores fuerzas ocasionan en la estructura fueron los registros 2 y 3, pero que a comparación del análisis modal son menores; concluyendo finalmente que no existen una gran variación entre los métodos de análisis sísmico modal espectral y tiempo historia.

Palabras clave: Análisis sísmico, modal espectral, tiempo – historia.

Abstract

The main objective of this thesis was to evaluate the structural behavior of the educational institution 9 de diciembre located in the province of La Mar - Ayacucho, by means of the methods of spectral modal analysis and time history. In this sense, the development of the research considered the parameters that the norm E.0 . 30, of the National Regulation of Buildings, establishes for a correct spectral modal analysis, thus determining the parameters Z, U, C, S and R; while for the time-history analysis the information of earthquakes registered in the Ayacucho station was used on the dates: 27/02/2019 (1), 30/01/2020 (2) and 13/08/2017 (3); which were subsequently corrected and scaled by applying the SeismoSignal and SeismoMatch software; finally obtaining a corrected time-history function with which the structure was modeled in the ETABS program.

As results, it has been obtained that those that cause greater forces in the structure were the registers 2 and 3, but that in comparison with the modal analysis they are smaller; finally concluding that there is no great variation between the methods of seismic modal spectral and time-history seismic analysis.

Keywords: seismic analysis, spectral modal, time-history.

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad problemática

La construcción de edificaciones tiene gran importancia pues, un sismo puede generar daños si estos no están bien diseñados y/o construidos, para evitar estos daños es necesario conocer los distintos tipos de estructuras y sus comportamientos ante los movimientos del suelo para poder mejorar los métodos constructivos y tener controles de calidad en obras de construcción. El uso de diseños antisísmicos genera una elevación en el presupuesto, por ello muchas veces lo evitan, sin embargo esto es necesario realizarlos pues las ondas sísmicas varían de acuerdo a cada zona (Dolan y Nilson, 2016).

La dinámica estructural estudia el comportamiento de las edificaciones ante acción sísmica e investiga métodos de cálculo estructural para asegurar el buen comportamiento y seguridad estructural ante sismos, los beneficios son brindar una estructura segura y tener un comportamiento adecuado ante eventos impredecibles (Wu, Liu y Qi, 2019); por ello se cuenta con un gama de métodos de análisis dinámicos como el método modal espectral, donde los espectros sísmicos son generalizables y normalizables con mayor facilidad por ello es el que más se usa universalmente en el cálculo de fuerzas sísmicas, además permite establecer espectros envolventes que representan la sismografía de un determinado lugar (Moehle et al., 2010). Otro método es el del tiempo – historia que asocia al estudio del comportamiento de una estructura, sismos reales con gran magnitud, y con ello tener una mejor seguridad en el diseño de la edificación (Du, Zhang y Li, 2020).

Con lo descrito anteriormente, se deduce que el análisis dinámico modal espectral es aquel que se usa comúnmente y el análisis dinámico tiempo – historia es aquel que emplea sismos reales (Katsikadelis, 2013), lo cual implicaría tener una mayor seguridad en la estructuración y diseño de una edificación; situación por la cual, en la presente investigación se realizó la evaluación de la aplicación del análisis dinámico modal espectral y tiempo historia de una infraestructura educativa a fin de determinar cuál de estos es el más viable y recomendable.

1.2. Formulación y sistematización del problema

¿Cuál es el comportamiento estructural mediante los métodos análisis sísmico dinámico modal espectral y tiempo historia en la institución educativa 9 de diciembre – La Mar – Ayacucho?

1.3. Justificación del estudio

1.3.1. Justificación práctica

Una investigación presenta justificación práctica cuando su desarrollo ayuda o también propone estrategias que al ser aplicadas aportaran a la solución del problema (Ccanto, 2010).

En base a lo mencionado, en la presente investigación se aplicará el análisis dinámico modal espectral y el análisis tiempo historia a una infraestructura educativa, para realizar la evaluación técnica y económica de estos dos análisis a fin de determinar cuál de estos es el más viable, con lo cual se podría asegurar el buen comportamiento de la edificación.

1.3.2. Justificación metodológica

La justificación metodológica, se da cuando la investigación plantea nuevos métodos o estrategias que originen conocimientos confiables y válidos (Ñaupas, 2014). Por lo tanto, en la presente investigación se especificará cada uno de los procedimientos para la realización del análisis dinámico modal espectral y tiempo historia de una infraestructura educativa, además de la estimación de los costos de cada uno que se verá variados por el diseño estructural resultante; lo cual podrá ser utilizado en investigaciones similares.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Evaluar sísmicamente con los métodos dinámico modal espectral y tiempo historia, para determinar el comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre – La Mar- Ayacucho.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Analizar mediante el análisis dinámico modal espectral, aplicando el software ETABS 2016, el comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre.
- b) Aplicar el análisis dinámico tiempo - historia, utilizando el software ETABS 2016, en la institución educativa 9 de diciembre

1.5. Hipótesis

Al evaluar mediante los métodos dinámico modal espectral y tiempo historia se verifica el comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre – La Mar – Ayacucho.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Trabajos previos

Cardona (2017) en su investigación “Estudio del comportamiento estructural al usar los diferentes métodos de análisis sísmico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10” planteó como objetivo la evaluación de la influencia en la respuesta dinámica del método de análisis dinámico cronológico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, en estructuras representativas de la ciudad de Medellín y compararlas con los comportamientos del método de la fuerza horizontal equivalente y del análisis dinámico modal espectral. Para ello realizó la elección de señales consistentes con la amenaza

sísmica para posteriormente aplicarlos en el proceso del análisis dinámico tiempo historia (DTH) para compararlos con los resultados de las derivas y cortantes de piso de los análisis dinámicos espectrales (DME) y estáticos (fuerza horizontal equivalente, FHE), tomando como referencia los valores de los parámetros analizados reportados por el método FHE. Cabe resaltar que en el análisis consideró dos tipos de suelos (C y D) según la clasificación del reglamento.

En los resultados observó que las derivas obtenidas por el método DME son inferiores a las del método FHE y el aumento de las derivas obtenidas con el método DTH respecto al método FHE no se presentan a lo largo de toda la altura de las infraestructuras, pues se encuentra en el 2do piso y en el tercio superior, sin embargo, los valores de las derivas por ambos métodos son similares. En cuanto a las cortantes por piso acumulado, las estructuras combinadas presentan valores similares en los 3 métodos en todos los casos considerados, pero para las estructuras de pórtico las diferencias son más marcadas, los análisis FHE y DME presentan un incremento paulatino con la disminución de la altura mientras que en el análisis DTH existe mayor aumento de la cortante en el 3er piso.

En conclusión, realizó la comparación de los comportamientos del método de fuerza horizontal equivalente y análisis dinámico modal espectral con el método dinámico cronológico en una estructura representativa de la ciudad de Medellín. Mencionó que realizó ajustes en las respuestas totales de los edificios donde el valor de la cortante basal dinámico fue menor que la cortante basal obtenido por el método FHE; en el análisis por el método DME realizó incrementos entre 15 y 50 % para casi toda la infraestructura, mientras que por el método DTH solo realizó ajustes cercanos al 20 % como máximo en los sistemas de pórtico de mayores alturas.

Flores (2017) en su investigación “Evaluación dinámica de una estructura ubicada en Pedernales mediante un análisis de sismo equivalente y un análisis tiempo historia” planteó como objetivo evaluar el comportamiento de una estructura ante efectos dinámicos afectada por el terremoto del 16 de abril en la provincia ecuatoriana de Manabí, para ello realizó el modelo de la estructura en dos software: OPENSEES y ETABS 2015 donde realizó la comparación de los resultados de las derivas, deformaciones y torsiones.

Como resultados para el análisis elástico con inercias agrietadas obtuvo que las derivas en la dirección X en el programa ETABS 2015 es superior en el 2do, 4to y 5to pisos respecto al programa OpenSees, y en la dirección Y las derivas resultado del programa ETABS 2015 es superior al del otro programa, en las deformaciones máximas de piso obtuvo resultados similares para ambos programas y en cuanto a la torsión, en el eje X los resultados del programa ETABS 2015 son superiores a los del otro programa y en el eje Y, en los dos primeros pisos los valores del programa OpenSees supera a los del programa ETABS 2015. Para el análisis elástico sin inercia agrietada obtuvo las derivas en la dirección X en el programa ETABS 2015 es superior en el 1er 3er, 4to y 5to pisos respecto al programa OpenSees, y en la dirección Y las derivas resultado de ambos programas tiene similares valores, las deformaciones máximas de piso arrojaron valores similares en ambos programas y en cuanto a la torsión en el eje X, los resultados del programa OpenSees tienen mayores valores en el 1er, 4to, 5to y 6to piso y en el eje Y los resultados del programa OpenSees supera a los valores resultados del programa ETABS 2015.

Finalmente concluye que los resultados obtenidos del programa OpenSees y el programa ETABS 2015, arrojaron respuestas similares, pues la diferencia que existe entre ellos es mínima y es por aproximaciones que cada programa realiza; también menciona que los resultados que se obtienen en un análisis tiempo historia son más detallados respecto al análisis sismo equivalente.

Páez et al. (2019) en su investigación “Análisis del comportamiento estructural a edificio afectado el 16 de abril de 2016” donde realizaron tres análisis a 4 bloques del edificio de la facultad de administración de la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí para conocer cómo se comportó la estructura. Para esto realizaron el análisis espectral, para obtener las derivas de cada piso en el centro de masas, el análisis dinámico lineal tiempo historia para obtener desplazamientos máximos en cualquier intervalo de tiempo durante la duración del sismo y el análisis estático no lineal Pushover, que consistió en diversos análisis elásticos secuenciales, que se superponen para la formación de un diagrama de curva de capacidad, llevando la estructura al colapso.

Como resultado del análisis modal espectral obtuvieron los periodos fundamentales 0.52 segundos para el bloque 1, 0.55 segundos para el bloque 2, 0.59 segundos para el bloque 3 y 0.76 segundos para el bloque 4, también consignaron los desplazamientos de cada bloque en los sentidos X e Y. En cuanto al análisis tiempo historia, mostraron que los valores de las derivas son menores a 2 %, por lo que son aceptables de acuerdo con la norma ecuatoriana de la construcción 2015. Finalmente, los resultados del análisis no lineal Pushover, la curva de capacidad muestra como los bloques estructurales pierden rigidez según aumenta la deformación o ductilidad del elemento, a consecuencia de esto se disipan la energía que producen los esfuerzos.

Para finalizar concluyeron que los análisis realizados en los bloques de la estructura mostraron un comportamiento aceptable en las derivas y en la curva de capacidad a pesar de considerarse flexible, pero aun así la edificación se vio afectada por el suelo de su alrededor, pues generó un desplazamiento lateral de la estructura.

Chilón (2013) en su investigación "Comportamiento sísmico de un módulo del colegio José Carlos Mariátegui ente el sismo de Pisco del 15 de agosto del 2007" planteó como objetivo evaluar el comportamiento sísmico de un módulo del colegio en estudio ante el sismo mencionado, para ello en base al expediente y registros sísmicos realizó el análisis estructural evaluando los desplazamientos y las fuerzas internas del módulo antes y después del reforzamiento realizado después del sismo, así mismo realizó el análisis modal espectral y análisis tiempo historia para mostrar la diferencia de resistencia de los elementos estructurales.

Los resultados que obtuvo a partir de los análisis fueron: El desplazamiento de entre piso del primer nivel para la dirección X aporticada superó el límite establecido por la norma E.030 siendo el desplazamiento 0.0073. En cuanto al diseño sísmico de la estructura menciona que el diseño por análisis dinámico modal espectral es adecuado debido a que mostró que los desplazamientos de entrepisos son inferiores al límite establecido y sus elementos estructurales cumplen con la resistencia requerida por la norma E.060 y también las disposiciones especiales para diseño sísmico, mientras que el diseño bajo acciones de fuerza sísmica reales tomadas para el análisis tiempo historia (sismo de Pisco del 15/08/2007) mostró un

comportamiento inadecuado pues se controlaron los desplazamientos laterales pero sus elementos estructurales presentaron una resistencia que no cumplía con las disposiciones de resistencia de la norma E.060 y tampoco cumplió las disposiciones especiales para diseño sísmico.

Finalmente concluye que el módulo estudiado del colegio se comportó inadecuadamente antes el sismo, mencionando que antes de realizar el reforzamiento de la estructura los desplazamientos son mayores a los máximos establecidos por la norma E.030 y las capacidades de los elementos estructurales no satisfacen las condiciones del diseño de la norma E.060 mientras que después del reforzamiento los desplazamientos son menores a los máximos establecidos por la norma pero los elementos estructurales (vigas y columnas) no satisfacen las condiciones estipuladas en la norma E.060.

Gallegos (2018) en su investigación “Comparación de los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral” planteó como objetivo comparar los resultados de los análisis sísmicos tiempo historia lineal elástico y el modal espectral, para ello realizó los análisis en un modelo de edificación de concreto armado de 250 m² de uso vivienda de 9 pisos, diseñado en base a los requerimientos de la norma E.060 y la norma E.030 donde primero realizó la estructuración y el diseño de la edificación para después realizar el análisis tiempo historia lineal elástico y como procedimiento adicional compatibilizó al espectro de la norma E.030 usando el método de dominio en el tiempo y realizó tres nuevos análisis tiempo historia lineal típico. El análisis tiempo historia lineal elástico se realizó para cada sismo representativo: Lima 1974, Moquegua 2001 y Pisco 2007.

Como resultados para Lima 1974, Moquegua 2001 y Pisco 2007 en cuanto a la dirección X por el sismo en X del análisis sísmico tiempo historia obtuvo que las cortantes basales son: 817.65 Tn, 731.40 Tn, y 856.65 Tn y los desplazamiento en el último nivel fue 5.96 cm, 5.39 cm y 6.51 cm respectivamente y en cuanto al análisis tiempo historia espectro – compatibles los resultados en dirección X por sismo en X fueron para las cortantes basales 1132.42 Tn, 978.07 Tn y 1068.86 Tn y desplazamientos 8.22 cm, 6.91 cm y 7.24 cm respectivamente, y los resultados del análisis modal espectral fueron 320.23 Tn de cortante basal, y 2.59 cm de desplazamiento en el último nivel en la dirección X.

Finalmente concluye que de los análisis sísmicos tiempo historia tienen ciertas variaciones respecto al análisis modal espectral de la norma E.030 y los análisis tiempo historia espectro compatibles dan los mayores cortantes basales, los análisis tiempo historia sin modificación dan menores resultados y el análisis modal espectral de la norma tiene valores intermedios en cuanto a las cortantes entre los dos anteriores.

Espinoza y Quinto (2018) en su investigación “Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar – Lima, 2018” su objetivo fue analizar y comparar las respuestas sísmicas del análisis dinámico modal espectral y análisis dinámico tiempo historia en la edificación de estudio, para el desarrollo de su investigación usó el software ETABS 2016 para el modelamiento de ambos análisis teniendo como base los requerimientos de la norma E.030 y para el análisis tiempo historia uso los registros sísmicos de Huacho 1966, Huaraz 1970 y cañete 1974.

Los resultados que obtuvieron fueron que el valor de desplazamiento máximos promedio del método modal espectral fue 3.15 cm y por el método tiempo historia es 20.3 cm, siendo los desplazamientos máximos obtenidos por el método tiempo historia los del registro Huaraz, con un desplazamiento horizontal de 26.11 cm y posee una variación de 57.6 % respecto al desplazamiento máximo que obtuvo por el método dinámico modal espectral.

En conclusión, menciona que para los 3 casos comparativos los valores que obtuvo por el método modal espectral son inferiores a los valores obtenidos por el método tiempo historia.

2.2. Teorías relacionadas al tema

2.2.1. Peligro sísmico

Según Martínez y Reinoso (2016) se define como la probabilidad de que el parámetro que mide el movimiento del suelo ante un evento sísmico, sobrepase un nivel de umbral dado para un determinado periodo de tiempo. Evaluar un peligro sísmico de un lugar se necesita conocer su sismicidad, identificando bien los peligros a los que está expuesta (Silva et al., 2020).

Para realizar el análisis estructural de una edificación, se debe tener en cuenta los factores de peligro sísmico estipulados en la Norma técnica E.030 – Diseño sismorresistente, estos factores son: factor de zona “Z”, factor de suelo “S”, factor de amplificación sísmica “C” y factor de uso “U” y coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas “R” (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.2. Zonificación

Anteriormente Perú se encontraba dividido en tres zonas, actualmente según la actualización del 2018 de la norma técnica E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018), el territorio nacional se divide en 4 zonas de acuerdo a sus características de sismicidad como se muestra en la **Figura 1**.



Figura 1. Zonas sísmicas.

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

De acuerdo a Raghavendra, Shilpa y Bhattacharya (2017) cada zona tiene un factor “Z”, que se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad, estos factores se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Factores de zona Z.

Zona/Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.3. Parámetros de sitio

Según Mestanza (2019) de acuerdo al tipo de perfil local, se utilizará el factor de amplificación de suelo y los periodos T_P y T_L, estos se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 2. Factor de suelo.

Zona\Suelo	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

Tabla 3. Periodos T_P y T_L.

	Perfil de suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1
T _L (s)	3	2.5	2	1.6

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.4. Factor de ampliación sísmica “C”

Según Rojas (2017) el valor de C se definen de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

1er caso: Si $T < T_P$

$$C = 2.5 \tag{1}$$

2do caso: Si $T_P < T < T_L$

$$C = 2.5 \times \left(\frac{T_P}{T} \right) \tag{2}$$

3er caso: Si $T > T_L$

$$C = 2.5x \left(\frac{T_p \times T_L}{T^2} \right) \quad (3)$$

2.2.5. Factor de uso “U”

Las estructuras tienen diferentes factores de uso de acuerdo a la categoría que pertenecen. Las categorías son las siguientes: categoría A edificaciones esenciales, categoría B edificaciones importantes, categoría C edificaciones comunes y categoría D edificaciones temporales, cuya descripción y factores se encuentran capítulo 3 de la norma técnica E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.6. Estructuras de concreto armado

De acuerdo a Chopra (2020) las edificaciones de concreto armado deben ser diseñados de acuerdo a las disposiciones que se encuentran en la norma E.060 de concreto armado. Las configuraciones de las estructuras pueden ser de pórticos, muros estructurales, sistema dual y edificaciones de muros de ductilidad limitada, cuya descripción se encuentra en el numeral 3.2.1. del capítulo 3 de la norma E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.7. Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (R₀)

Para Mamani (2018) los sistemas estructurales son clasificados de acuerdo al material usado, en este caso describiremos a los de concreto armado:

Tabla 4. Coeficiente básico de reducción R₀ para sistemas estructurales de concreto armado.

Concreto armado	Coeficiente R ₀
Sistema aporticado	8
Sistema dual	7
Sistema con muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento (2018).

2.2.8. Coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas “R”

Esto se calcula mediante el producto del coeficiente R₀ y con los factores I_a, I_p.

$$R = R_o \cdot I_a \cdot I_p \quad (4)$$

Donde I_a e I_p serán igual a 1 para estructuras regulares mientras que para estructuras irregulares tendrán un valor de acuerdo a las características que la estructura presenta, esto se encuentra en el numeral 3.6 del capítulo 3 de la norma E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.9. Análisis estructural

Para realizar el análisis estructural se tendrá varios aspectos, entre ellos la categorización pues la estimación de peso dependerá de eso (Ebad Sichani, Padgett y Bisadi, 2018). Para el procedimiento del análisis sísmico se podrá usar el análisis estático y el análisis dinámico modal espectral, estos considerando un modelo de comportamiento lineal y elástico con solicitaciones sísmicas reducidas, adicionalmente con fines de verificación mas no como sustituto de los dos análisis mencionados se puede usar el procedimiento de análisis dinámico tiempo historia (Ugalde, Lopez-Garcia y Parra, 2019).

2.2.10. Análisis estático o de fuerzas estáticas equivalentes

Este método representa las solicitaciones sísmicas por medio de un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas de cada nivel de una edificación (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Según Ávila (2017) la fuerza cortante en la base podrá ser calculada con la siguiente ecuación:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P \quad (5)$$

Donde $C/R \geq 0.125$

Para Ávila (2017) la distribución de la fuerza sísmica horizontales en cualquier nivel se calculará mediante la siguiente ecuación:

$$F_i = \alpha_i \cdot V \quad (6)$$

Donde α_i es:

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \quad (7)$$

Según Esteba (2017), “n” representa al número de pisos y “k” está relacionado al periodo fundamental de vibración, para $T \leq 0.5$ segundos $k = 1$ y para $T > 0.5$ segundos: $k = (0.75 + 0.5 T) \leq 2$.

El valor del periodo fundamental de vibración “T” se puede calcular según lo estipulado en el numeral 4.5.4 de la norma E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

2.2.11. Análisis dinámico modal espectral

Este es un método que involucra el cálculo de los valores máximos de aceleración y desplazamiento en cada modo utilizando un espectro de respuestas, para luego hacer combinaciones considerando los códigos expuestos en la norma de diseño sísmico (Yang et al., 2017).

Modos de vibración

Los modos de vibración se determinarán considerando las características de rigidez y distribución de masas. Para cada dirección se considera los modos de vibración donde la suma de masas efectivas sea por lo menos el 90 % de la masa total (Beskhyroun et al., 2020).

Aceleración espectral

Según Villalba (2015) para cada dirección horizontal se realizará un análisis basándose en un espectro inelástico de pseudoaceleraciones mediante la ecuación (8).

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \times g \quad (8)$$

Para la dirección vertical puede usarse 2/3 del espectro usado en la dirección horizontal (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Criterios de combinación

Los criterios de combinación para poder obtener la respuesta máxima elástica esperada se manifiesta en el numeral 4.6.3 de la norma E.030 (Flores y Ravelo, 2019).

Fuerza cortante mínima

Las fuerzas cortantes en el 1er piso de una edificación regular no será menor al 80 % del valor calculado por el método estático, y para edificaciones irregulares, no menor al 90 % (Yoo et al., 2017).

2.2.12. Análisis dinámico tiempo historia

Este análisis puede emplearse como un procedimiento complementario a los dos análisis mencionados anteriormente: análisis estático y análisis dinámico modal espectral (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Según Manquelafquén (2018), considerando la ecuación de equilibrio dinámico, este método se puede aplicar por cada modo de vibración (i), mediante la siguiente ecuación:

$$M_i \ddot{y}_i(t) + C_i \dot{y}_i(t) + K_i y_i(t) = -L_i \ddot{u}_g(t) \quad (9)$$

Para poder dar solución a la ecuación descrita, se debe realizar una combinación de masa y rigidez, con lo cual se obtiene la siguiente una nueva ecuación:

$$\ddot{y}_i(t) + 2w_i \beta_i \dot{y}_i(t) + w_i^2 y_i(t) = -\frac{L_i \ddot{u}_g(t)}{M_i} \quad (10)$$

Para dar solución a esta última ecuación se debe integrar mediante el método de Newmark quien considera el método de aceleraciones promedio, obteniendo así las siguientes ecuaciones:

$$\begin{aligned} \{x(t)\} &= \sum y_i(t) \{\phi_i\} \\ \{\dot{x}(t)\} &= \sum \dot{y}_i(t) \{\phi_i\} \\ \{\ddot{x}(t)\} &= \sum \ddot{y}_i(t) \{\phi_i\} \end{aligned} \quad (11)$$

Acelerograma

Es acelerograma es el instrumento con el que se registra las aceleraciones de un sismo en un tiempo y sitio determinado. Comúnmente estos instrumentos entres componentes: dos planos horizontales (eje X y Y) y otra en el sentido vertical. Por lo general el instrumento debe estar alineado con las direcciones norte – sur (Schmit y Quirós, 2007).

Registros de aceleración

Se usarán mínimo 3 conjuntos de registros de aceleración de la zona, donde cada uno consistirá en un par de componentes de aceleración horizontal, elegidas y escaladas de eventos individuales. Se construirá un espectro según lo estipulado en el numeral 4.7.1 de la norma E.030 (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2018).

Recopilación de información y corrección de acelerogramas

Según Mahmoud, Genidy y Tphoon (2017) los acelerogramas ha cambiado con el transcurso del tiempo, pues ha evolucionada en función de los sistemas de almacenamiento y el procesamiento de datos. Para esto se ha considerado los siguientes métodos:

a. Correcciones sobre los acelerogramas de línea base

Esto se da cuando los registros sufren desplazamiento respecto a la línea base. Esto generalmente ocurre debido a que el acelerógrafo no se encuentra nivelado correctamente. Sin bien este error es despreciable en la aceleración, puede notarse en la velocidad y el desplazamiento (Athanasίου, Oliveto y Ponzó, 2018).

b. Corrección por filtrado de señales

Después de la corrección por línea base, se debe tener en cuenta la repercusión que tiene el ruido en la señal. Esto se da generalmente a causa de los fenómenos naturales (Athanasίου, Oliveto y Ponzó, 2018).

2.2.13. SeismoSignal

De acuerdo a Seismosoft (2018), SeismoSignal constituye una forma fácil y eficiente de procesar los datos de movimientos fuertes, presentando una interfaz

visual de fácil manejo y siendo capaz de derivar una serie de parámetros de registros de terremotos a menudo requeridos por los sismólogos e ingenieros de terremotos. SeismoSignal es capaz de abrir un acelerograma desde un archivo de texto y de procesar los datos de movimientos fuertes. Entre otras cosas, permite la derivación de los espectros de respuesta elástica e inelástica de ductilidad constante, el cálculo de los espectros de amplitud de Fourier, el filtrado del contenido de los registros de alta y baja frecuencia y la estimación de otros parámetros importantes de movimientos fuertes, como la intensidad de Arias y las duraciones significativas y efectivas.

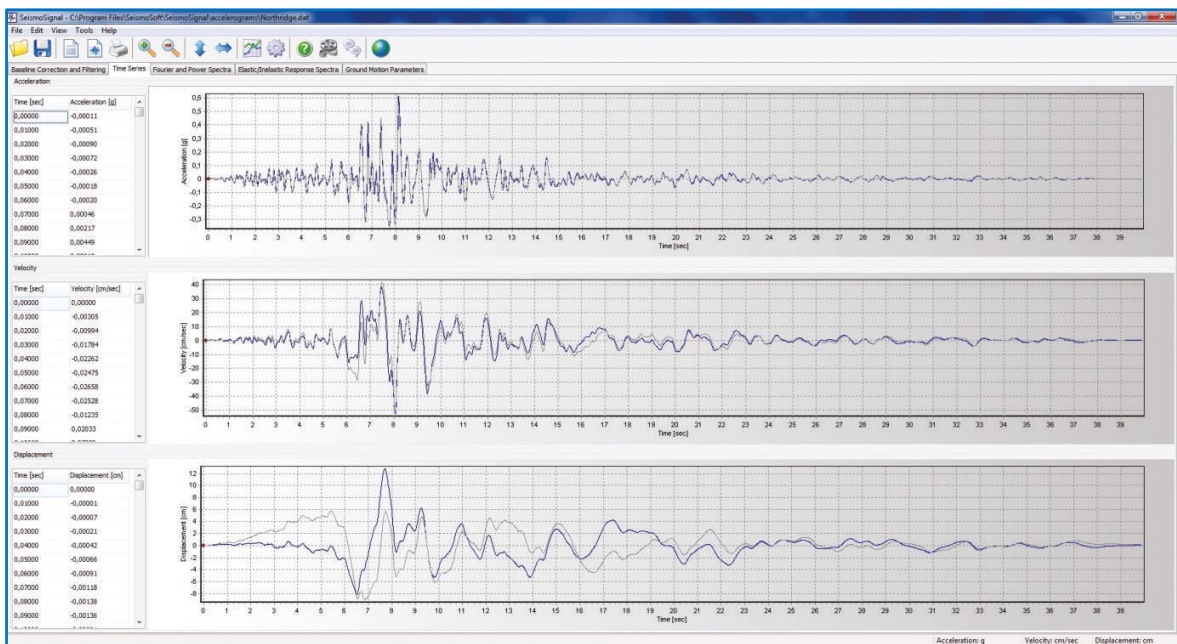


Figura 2. Interfaz del software SeismoSignal.

2.2.14. Seismo Match

Según Seismosoft (2018), SeismoMatch es una aplicación capaz de ajustar los acelerogramas de los terremotos para que coincidan con un objetivo específico, utilizando los algoritmos de wavelets propuestos por Abrahamson, Hancock, Atik y Abrahamson. También es posible emparejar simultáneamente varios acelerogramas y obtener un espectro medio ajustado cuyo máximo desajuste respete una tolerancia predefinida. El software software puede utilizarse para definir conjuntos de registros adecuados para el análisis dinámico no lineal de estructuras nuevas o estructuras nuevas o existentes.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

3.1.1. Tipo de investigación

Según Borja (2016) el tipo de investigación aplicada se da cuando se busca conocer, construir, modificar una realidad problemática, aplicando la información existente u obtenida en la investigación básica.

En tal sentido, y como se ha indicado, la presente investigación fue del tipo aplicada, pues para su desarrollo se consideró teorías como el análisis modal espectral y el análisis dinámico tiempo - historia; esto con el fin de poder comparar ambas metodologías y determinar la diferencia de los resultados al momento de calcular los esfuerzos internos de una estructura.

3.1.2. Diseño de investigación

Según Hernández et al. (2014), el diseño de investigación no experimental es aquella que se lleva a cabo sin la manipulación deliberadamente de las variables.

En base a lo mencionado, en la presente investigación no hubo manipulación de las variables debido a que el análisis dinámico modal espectral y tiempo - historia se realizarán de acuerdo a las características presentes de la infraestructura educativa y con datos sísmicos existentes; por lo cual la presente tesis tuvo un diseño de investigación no experimental.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variable

Variable independiente (1): Análisis dinámico modal espectral:

Variable independiente (2): Análisis dinámico tiempo historia:

Variable dependiente: Comportamiento estructural:

3.2.2. Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Variable independiente (1): Análisis dinámico modal espectral	De acuerdo a la norma E0.30 Es aquel análisis que considera un espectro de diseño como parte de la representación de un sismo	Esta variable deberá considerar los aspectos recomendados por la norma E0.030 del R.N.E; por los que es necesario la estimación de la aceleración espectral en función de los valores del factor de zona, uso, el periodo fundamental y el sistema estructural.	Factor de zona Factor de uso Periodo fundamental de vibración Aceleración espectral Excentricidad	Establecido por el RNE Establecido por el RNE Segundos cm ² /s mm
Variable independiente (2): Análisis dinámico tiempo - historia	De acuerdo a la norma E0.30 este tipo de análisis utiliza un modelo matemático de la estructura que considera de manera directa el comportamiento histórico de los elementos, estableciéndose la respuesta del terreno a l comportamiento del sismo mediante integraciones directa de las ecuaciones de equilibrio	La medición de esta variable será en base a la recopilación de sismos de gran magnitud de acelerógrafos cercanos a la zona de estudio	Cantidad de registro sísmico Magnitud de sismos Espectro de pseudoaceleraciones Periodo fundamental de vibración	Número Escala Richter cm ² /s segundos
Variable dependiente: Comportamiento estructural	El comportamiento sísmico, son las fuerzas a las que está sometidas los elementos estructurales ante la presencia de fuerzas como el sismo.	La determinación del comportamiento estructural, está basa principalmente en la determinación de las fuerzas cortantes, los momentos flectores y las derivas obtenidas a consecuencia de los efectos sísmicos de una zona.	Fuerzas cortantes Derivas Momentos flectores	Newtons mm/mm kg*m

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población

La población considerada en el desarrollo de la presente investigación, está conformada por todas las instituciones educativas estatales de nivel secundario ubicado en la provincia La Mar, del departamento de Ayacucho.

3.3.2. Muestra

La muestra, obtenida de acuerdo al muestreo no probabilístico, correspondió al colegio 9 de diciembre de la provincia La Mar en el departamento de Ayacucho.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

El desarrollo de la presente investigación tomó en consideración las siguientes técnicas de recolección de datos:

Observación: La cual fue aplicada en la visita a la institución educativa, con el fin de resaltar los aspectos que realzaron la presente investigación; como el tipo suelo, la cantidad de edificaciones presente en la zona de estudio y la importancia de su uso.

Revisión bibliográfica: Esta técnica consistió en la recopilación de libros físicos y digitales, tesis y artículos referentes al tema de investigación, con el fin de establecer el mejor procedimiento para el análisis sísmico de la estructura evaluada.

Entrevista no estructurada: Esta técnica fue realizada de manera no planificada al momento de la visita a la institución educativa, con el fin de obtener información secundaria como la afectación de estructuras ante la ocurrencia de sismos y la presencia de otros fenómenos en la zona de estudio.

3.5. Método de análisis de datos

El desarrollo de la presente tesis fue desde el enfoque cuantitativo, es por lo cual que para el procesamiento de la información recolectada en laboratorio y gabinete

fue mediante la aplicación de métodos estadísticos descriptivos que coadyuvaron a una mejor interpretación de los resultados.

Otro método de análisis de datos considerado en el desarrollo de la presente tesis fue la aplicación de un software especializado (ETABS), el cual puede hacer simulaciones estructurales de edificaciones de viviendas, colegios, etc., de manera versátil y mediante gráficos que mejoran la comprensión del problema de investigación.

3.5.1. Procedimiento de la investigación

El procedimiento de la investigación es la secuencia para el desarrollo de la tesis, el cual debe seguir los siguientes pasos:

Descripción del proyecto

Para el desarrollo de la presente investigación se consideró la institución educativa de 9 de diciembre ubicado en el distrito de san Miguel, provincia de La Mar en el departamento de Ayacucho, cuyas características arquitectónicas se muestran en la **Figura 3** y **Tabla 5**.

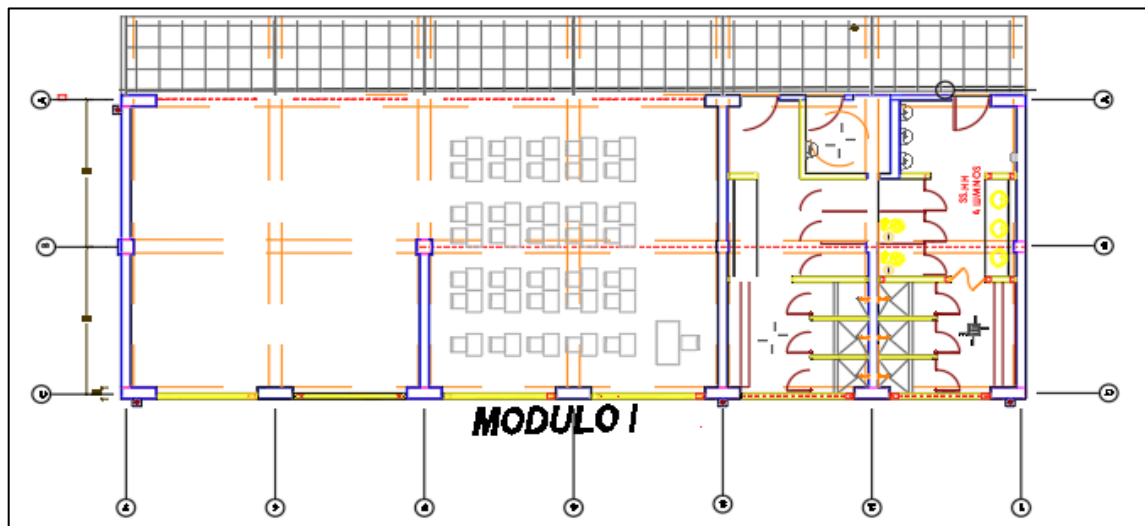


Figura 3. Vista de la arquitectura de la institución educativa 9 de diciembre.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. Características de la institución educativa 9 de diciembre.

Ítem	Descripción
Ubicación:	Ayacucho
Zonificación sísmica:	Zona 2
Número de pisos:	3
Tipo de edificación:	Institución educativa
Área de la edificación:	197.66
Sistema estructural:	Placas y columnas
División de ambientes:	Con muros de albañilería

Fuente: Elaboración propia.

Predimensionamiento de columnas

Según Morales (2006) el pre dimensionamiento de columnas puede darse en función al esquema de distribución que se muestra en la **Figura 4**, pudiéndose clasificar las columnas según su ubicación en cuatro categorías.

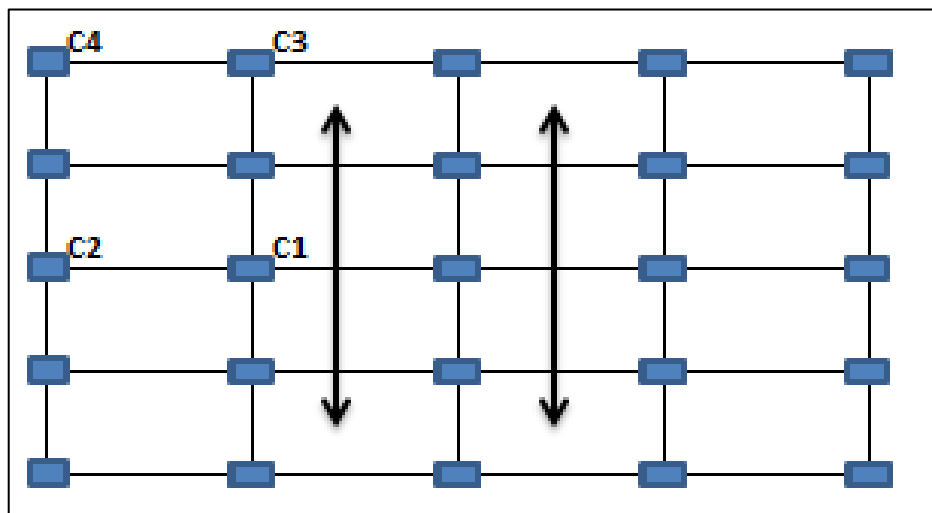


Figura 4. Esquema de distribución de columnas.

Fuente: Elaboración propia.

En la figura anterior se observa que C1 son columnas centrales, C2 corresponden a columnas externas de un pórtico principal interior, C3 a columnas extremas de un pórtico secundario interior y C4 a columnas ubicados en esquina.

Por consiguiente, se tiene la siguiente ecuación:

$$n = \frac{P}{f'c * d * D}$$

Donde:

P : carga total que soportará la columna.

d y D : dimensiones de las columnas analizadas.

n : valor que depende de la **Tabla 6**.

f_c : resistencia a la compresión del concreto.

Tabla 6. Consideraciones para el predimensionamiento de columnas.

Tipo C1 Para los primeros pisos	Columna Interior N < 3 pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
Tipo C1 Para los 4 últimos pisos superiores	Columna Interior N > 4 pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de pórticos interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
Tipo C4	Columna de Esquina	P = 1.15 PG n = 0.20

Fuente: Diseño en concreto armado (Morales, 2006).

En consecuencia, acorde a lo recomendada por Roncal (2017) los resultados del predimensionamiento de las columnas se presentan en las siguientes tablas:

Tabla 7. Resultados del predimensionamiento de columna C1.

Descripción	Valor	Unidad
Tipo de columna:	C1	
Largo:	3.62	m
Ancho:	4.38	m
Área tributaria:	15.86	m ²
f_c :	210.00	kg/cm ²
Nº de pisos:	3.00	pisos
Columna cuadrada	30 x 30	cm
Área de columna cuadrada	900.00	cm ²
Columna rectangular:	25 x 35	cm
Área de columna rectangular	875.00	cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Resultados del predimensionamiento de columna C2.

Descripción	Valor	Unidad
Tipo de columna:	C2	
Largo:	4.38	m
Ancho:	5.71	m
Área tributaria:	25.01	m ²
f_c :	210.00	kg/cm ²
Nº de pisos:	3.00	pisos
Columna cuadrada	45 x 45	cm
Área de columna cuadrada	2025.00	cm ²
Columna rectangular:	25 x 75	cm
Área de columna rectangular	1875.00	cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9. Resultados del predimensionamiento de columna C4.

Descripción	Valor	Unidad
Tipo de columna:	C4	
Largo:	2.19	m
Ancho:	3.91	m
Área tributaria:	8.56	m ²
f'c:	210	kg/cm ²
Nº de pisos:	3	pisos
Columna cuadrada	30 x 30	cm
Área de columna cuadrada	900	cm ²
Columna rectangular:	25 x 30	cm
Área de columna rectangular	750	cm ²

Fuente: Elaboración propia.

Es importante mencionar que, por fines prácticos las columnas C3 son iguales a las columnas C2, debido que presentan una ubicación simétrica, siendo esta la razón por la cual no se ha considerado su predimensionamiento de manera independiente

Predimensionamiento de vigas

Según Morales (2006), para el pre dimensionamiento de las vigas se debe aplicar la siguiente ecuación:

$$h = \frac{l_n}{\left(\frac{4}{\sqrt{wu}}\right)}$$

Donde:

l_n : la luz libre de la viga (m)

w_u : carga última que soporta la viga (1.4 CM+ 1.7 CV).

En consecuencia, de la aplicación de la ecuación antes mencionada se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 10. Pre dimensionamiento de las vigas principales.

Descripción	Valor	Unidad
Tipo:	Principal	
Luz libre:	7	m
Carga muerta:	500	kg/m ²
Carga viva:	200	kg/m ²
Carga última:	1040	kg/m ²
Peralte (H):	0.60	m
Base (b):	0.25	m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11. Pre dimensionamiento de las vigas secundarias.

Descripción	Valor	Unidad
Tipo:	Secundaria	
Luz libre:	4.13	m
Carga muerta:	500	kg/m ²
Carga viva:	200	kg/m ²
Carga última:	1040	kg/m ²
Peralte (H):	0.35	m
Base (b):	0.25	m

Fuente: Elaboración propia.

Predimensionamiento de losa aligerada

De acuerdo al estudio realizado por Ricaldi (2019) el espesor de la losa será según la siguiente ecuación:

$$h = \frac{ln}{25} = \frac{4.13}{25} = 0.1652 \text{ m} \approx 20 \text{ cm}$$

Análisis dinámico modal espectral en ETABS

Para la determinación del procedimiento, se aplicó los pasos recomendado por Trujillo (2017); es en base a esto que, en la **Figura 5** se muestra la asignación de las propiedades del concreto de $f'c$ de 210 kg/cm² para el modelamiento estructural; del mismo modo en la **Figura 6** se muestra la asignación de las características para el acero de $f'y$ de 4200 kg/cm².

Figura 5. Asignación de las propiedades del concreto.

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. Asignación de las propiedades del acero.

Posteriormente, se procedió a la creación de los elementos frame (elementos estructurales), los cuales representan a las columnas y vigas de la estructura, tal como se muestra en la **Figura 7**.

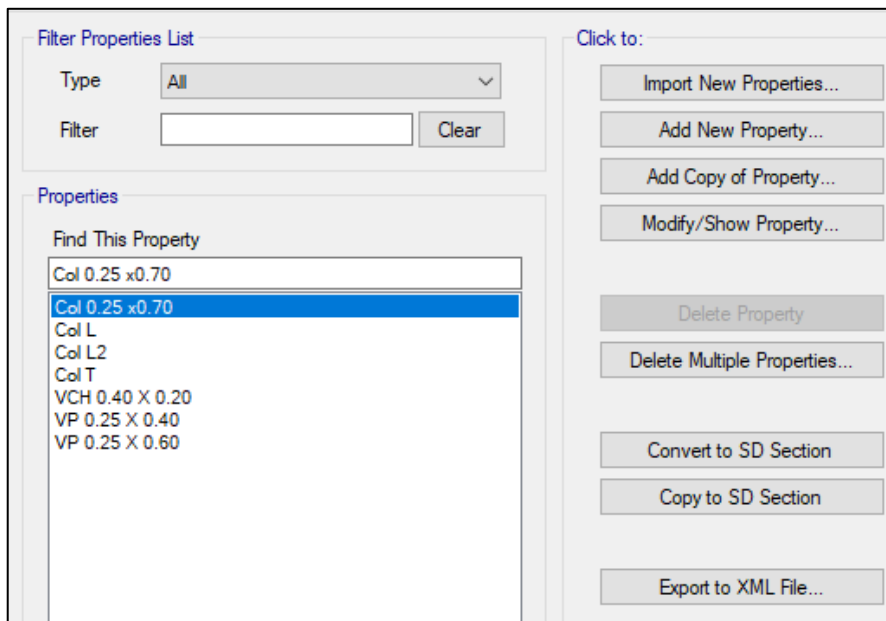


Figura 7. Creación de frames para el modelo estructural.
Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, se tiene la representación de la estructura de la institución educativa 9 de diciembre según se muestra la **Figura 8**.

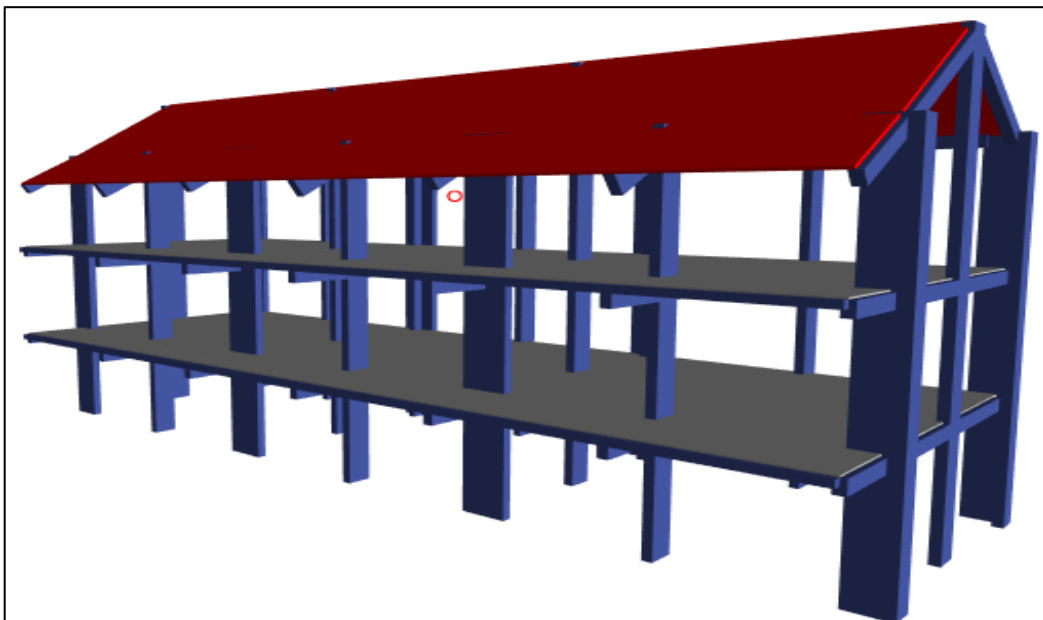


Figura 8. Representación de la estructura en ETABS.
Fuente: Elaboración propia.

Posterior a contar con el modelo estructural en el programa ETABS, se procedió a la definición de las cargas, siendo estas la del peso propio, la carga viva, la carga viva de techo, la carga muerta y la de los sismos en el eje X-X e Y-Y tal como se muestra en la **Figura 9**.

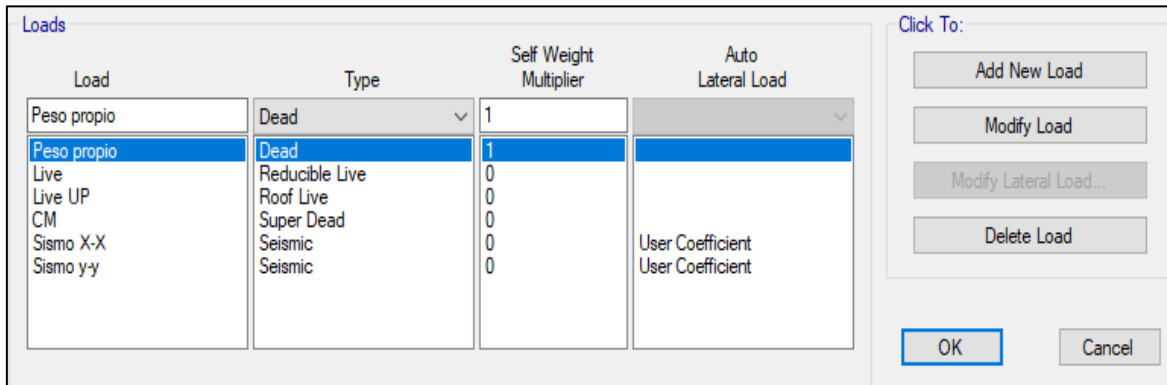


Figura 9. Definición de las cargas.

Fuente: Elaboración propia.

Definida las cargas actuantes en la estructura de la institución educativa se continuó con la asignación de las mismas tal como se muestra en la **Figura 10**.

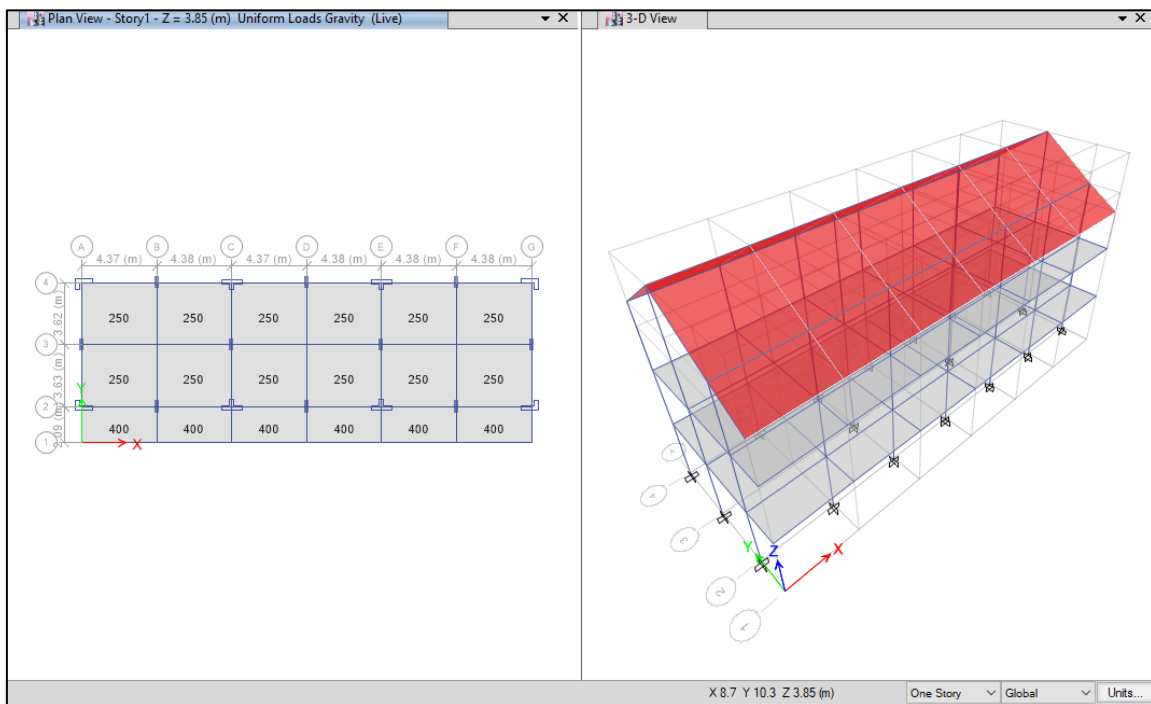


Figura 10. Asignación de cargas en la estructura educativa.

Fuente: Elaboración propia.

Otro procedimiento de suma importancia al momento del modelamiento, es la asignación del diafragma rígido, pues mediante este procedimiento se logra establecer un comportamiento rígido de la losa aligerada.

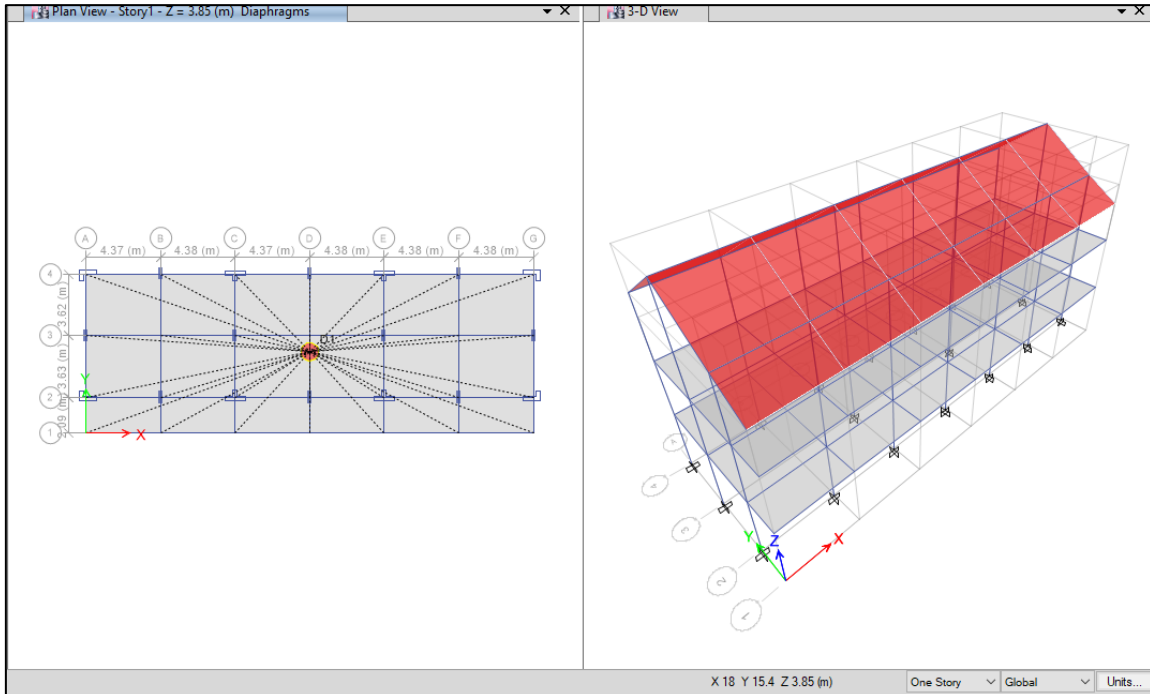


Figura 11. Asignación del diafragma rígido en la estructura.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a lo recomendado por Enrique (2014), después de la asignación de diafragma rígido, se procedió a definir la participación de las cargas vivas y muertas en la estructura, destacándose que las cargas vivas solo tienen una participación del 50 % y 25 % cuando se encuentren en el techo de la edificación

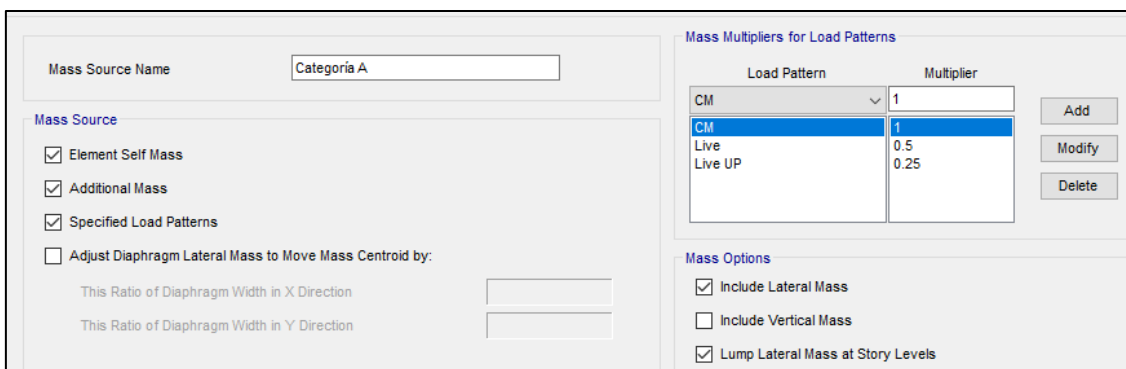


Figura 12. Asignación de la masa por carga muerta, carga viva en los pisos y techo.
Fuente: Elaboración propia.

Para un correcto modelamiento sísmico de la estructura, se ha considerado un análisis modal, cuyas características se muestran en la siguiente figura.

General

Modal Case Name: Modal [Design...]
 Modal Case SubType: Ritz [Notes...]
 Exclude Objects in this Group: Not Applicable
 Mass Source: Categoría A

P-Delta/Nonlinear Stiffness

Use Preset P-Delta Settings: None [Modify/Show...]
 Use Nonlinear Case (Loads at End of Case NOT Included)
 Nonlinear Case: []

Loads Applied

Load Type	Load Name	Maximum Cycles	Target Dyn. Par. Ratio, %
Acceleration	UX	0	99
Acceleration	UY	0	99

Other Parameters

Maximum Number of Modes: 9
 Minimum Number of Modes: 1

Figura 13. Asignación del caso modal en la estructura en el eje X-X e Y-Y.
Fuente: Elaboración propia.

Otro parámetro importante para el análisis sísmico espectral es la importación del espectro de respuesta del sismo dinámico para la zona 2 y un tipo de suelo S2.

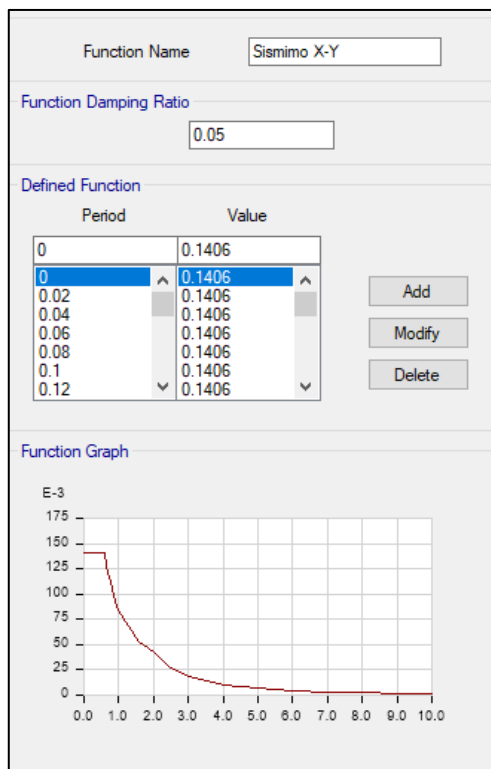


Figura 14. Asignación del espectro establecida por la norma E0.30.
Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente de la importación del espectro de respuesta, esta debe ser definida en el software ETABS, según lo establecido en la siguiente figura:

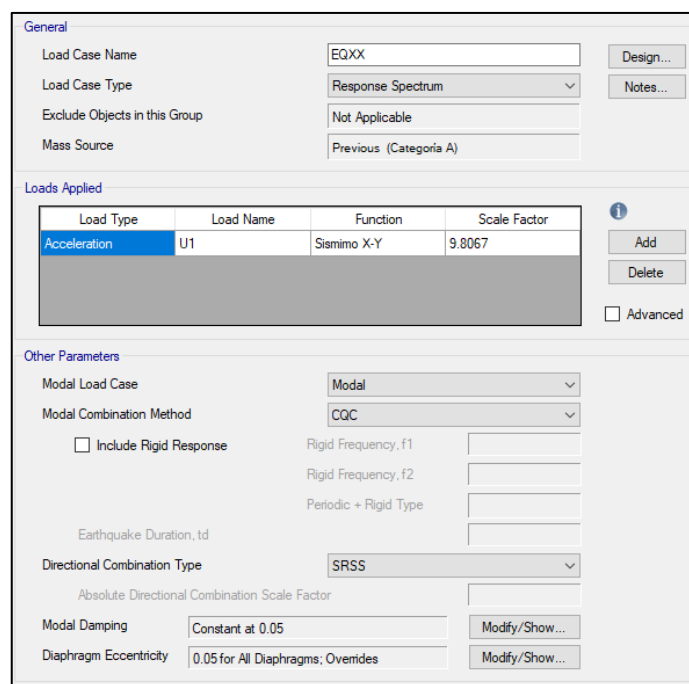


Figura 15. Asignación de la carga dinámica.
Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento de datos del sismo registrado el 27/02/2019 según estación Ayacucho

El análisis sísmico tiempo historia inició con el tratamiento de los datos de acelerógrafos obtenidos de la página web del Instituto Geofísico del Perú (IGP), para lo cual se consideró ocurrencias sísmicas registradas en la estación Ayacucho ubicada a -13.2° latitud y -74.17° longitud.

En la **Tabla 12** se muestra las características del sismo ocurrido el 27/02/2019 registrado en la estación Ayacucho cuya magnitud fue de 3.7.

Tabla 12. Características del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.

Ítem	Descripción
Nombre	Ayacucho
Latitud	-13.2 °
Longitud	-74.17 °
Profundidad	17 km
Magnitud	3.7 M
Fecha del sismo	27/02/2019
Numero de muestras	5001

Fuente: Elaboración propia.

En la **Figura 16** se representa las aceleraciones de Norte a Sur del sismo ocurrido el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.

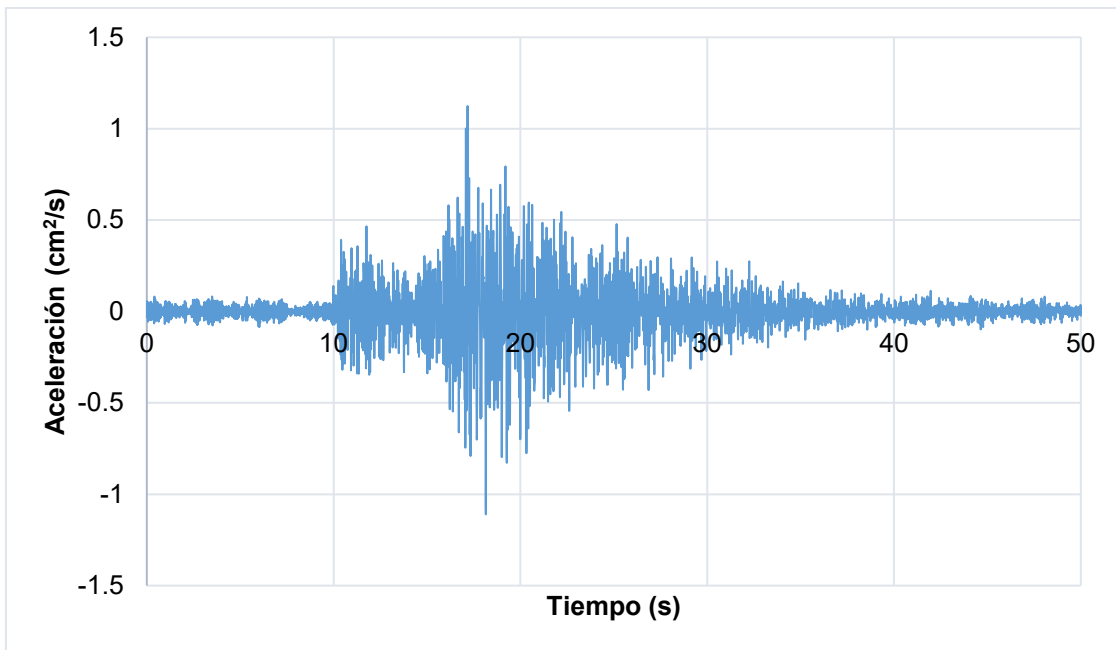


Figura 16. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la **Figura 17** representa las aceleraciones de Este a Oeste del sismo ocurrido el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.

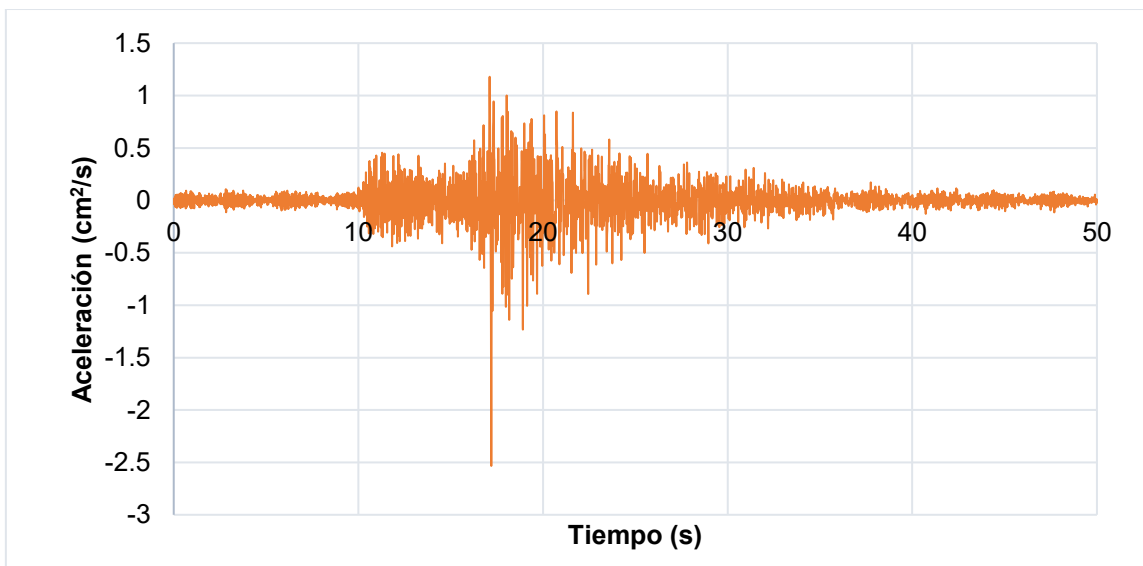


Figura 17. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 27/02/2019 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento de datos del sismo registrado el 30/01/2020 según estación Ayacucho

En la **Tabla 13** se muestra las características del sismo ocurrido el 30/01/2020 registrado en la estación Ayacucho cuya magnitud fue de 4.

Tabla 13. Características del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.

Ítem	Descripción
Nombre	Ayacucho
Latitud	-13.2 °
Longitud	-74.17 °
Profundidad	17 km
Magnitud	4 M
Fecha del sismo	30/01/2020
Numero de muestras	5001

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, en la **Figura 18** se representa las aceleraciones de Norte a Sur del sismo ocurrido el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.

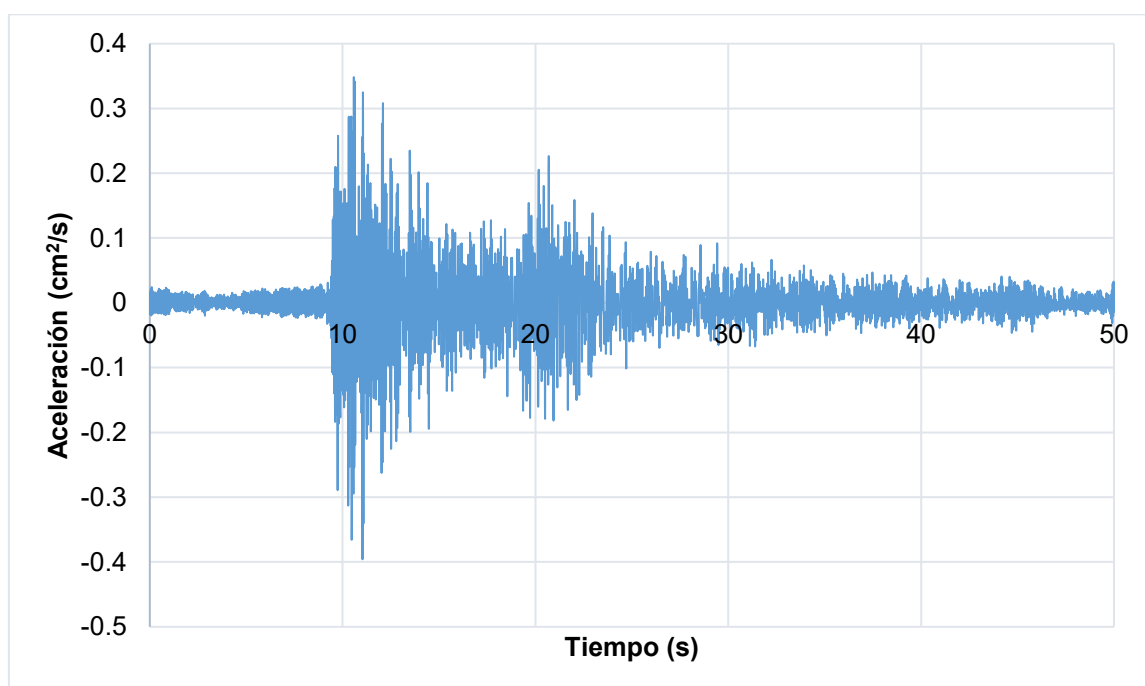


Figura 18. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la **Figura 19** se representa las aceleraciones de Este a Oeste del sismo ocurrido el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.

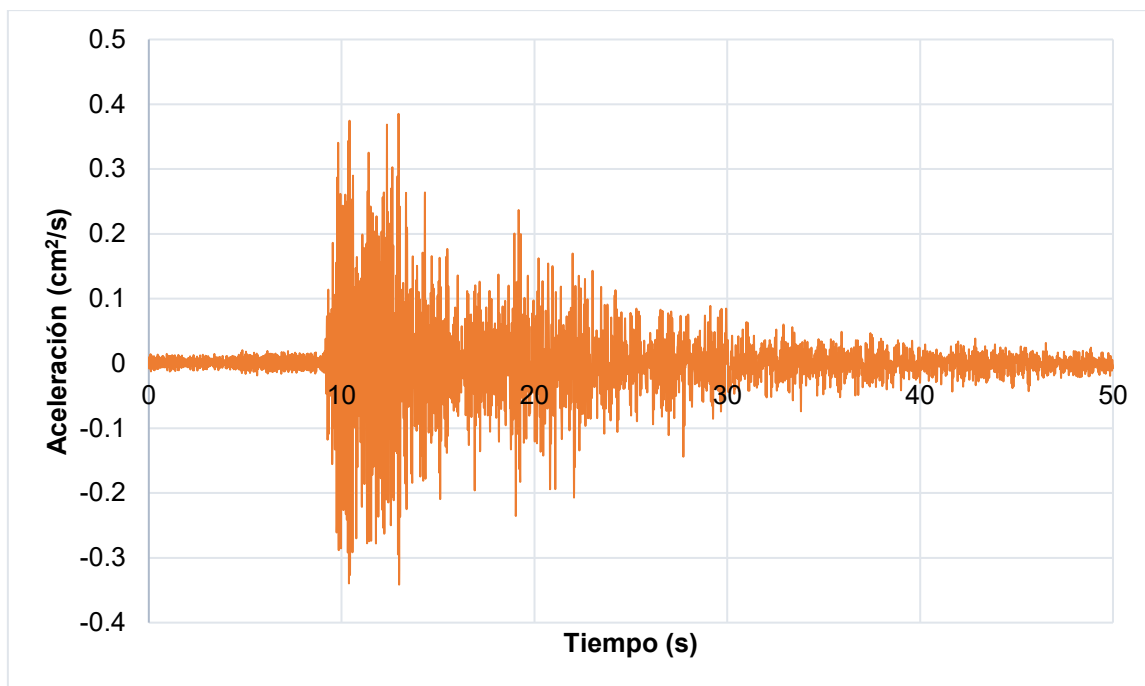


Figura 19. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 30/01/2020 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento de datos del sismo registrado el 13/08/2017 según estación Ayacucho

En la **Tabla 14** se muestra las características del sismo ocurrido el 13/08/2017 registrado en la estación Ayacucho cuya magnitud fue de 6.1.

Tabla 14. Características del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.

Ítem	Descripción
Nombre	Ayacucho
Latitud	-13.2 °
Longitud	-74.17 °
Profundidad	17 km
Magnitud	6.1 M
Fecha del sismo	13/08/2017
Numero de muestras	29742

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, en la **Figura 20** se representa las aceleraciones de Norte a Sur del sismo ocurrido el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.

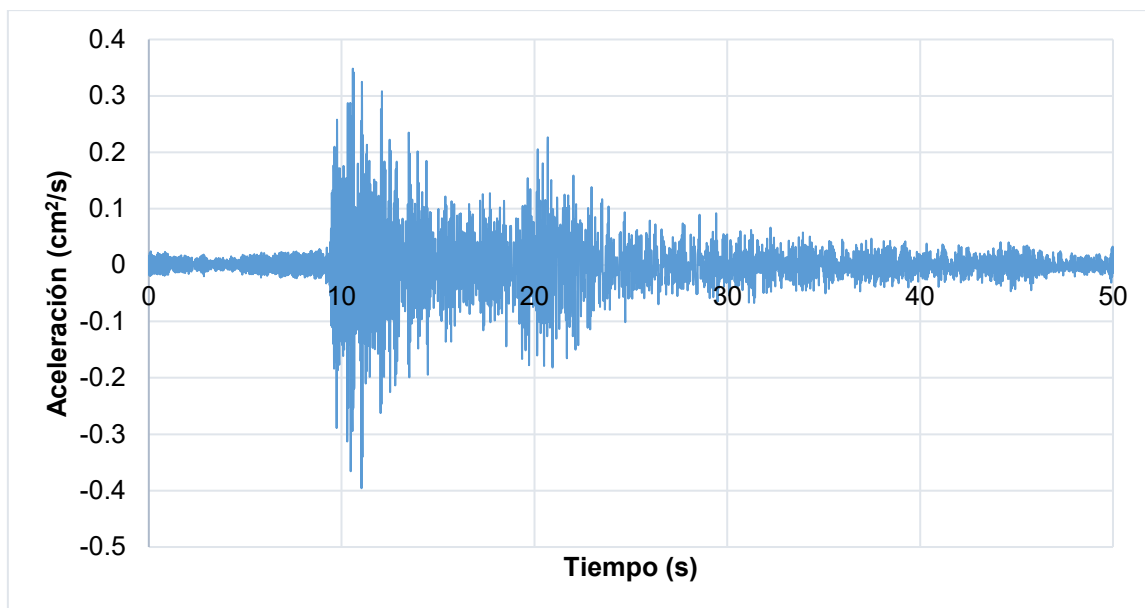


Figura 20. Aceleraciones de Norte a Sur del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la **Figura 21** se representa las aceleraciones de Este a Oeste del sismo ocurrido el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.

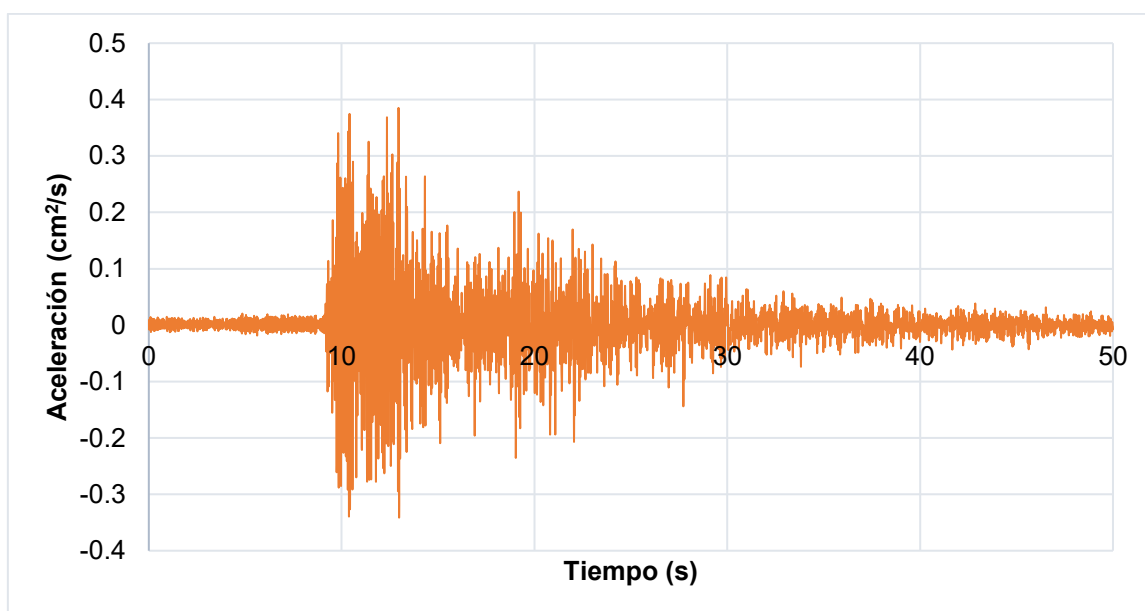


Figura 21. Aceleraciones de Este a Oeste del sismo registrado el 13/08/2017 según la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

Corrección de datos del sismo registrado en la estación Ayacucho

En la **Figura 22** se muestra los datos del sismo ocurrido el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho para su posterior corrección con el programa SeismoSignal.

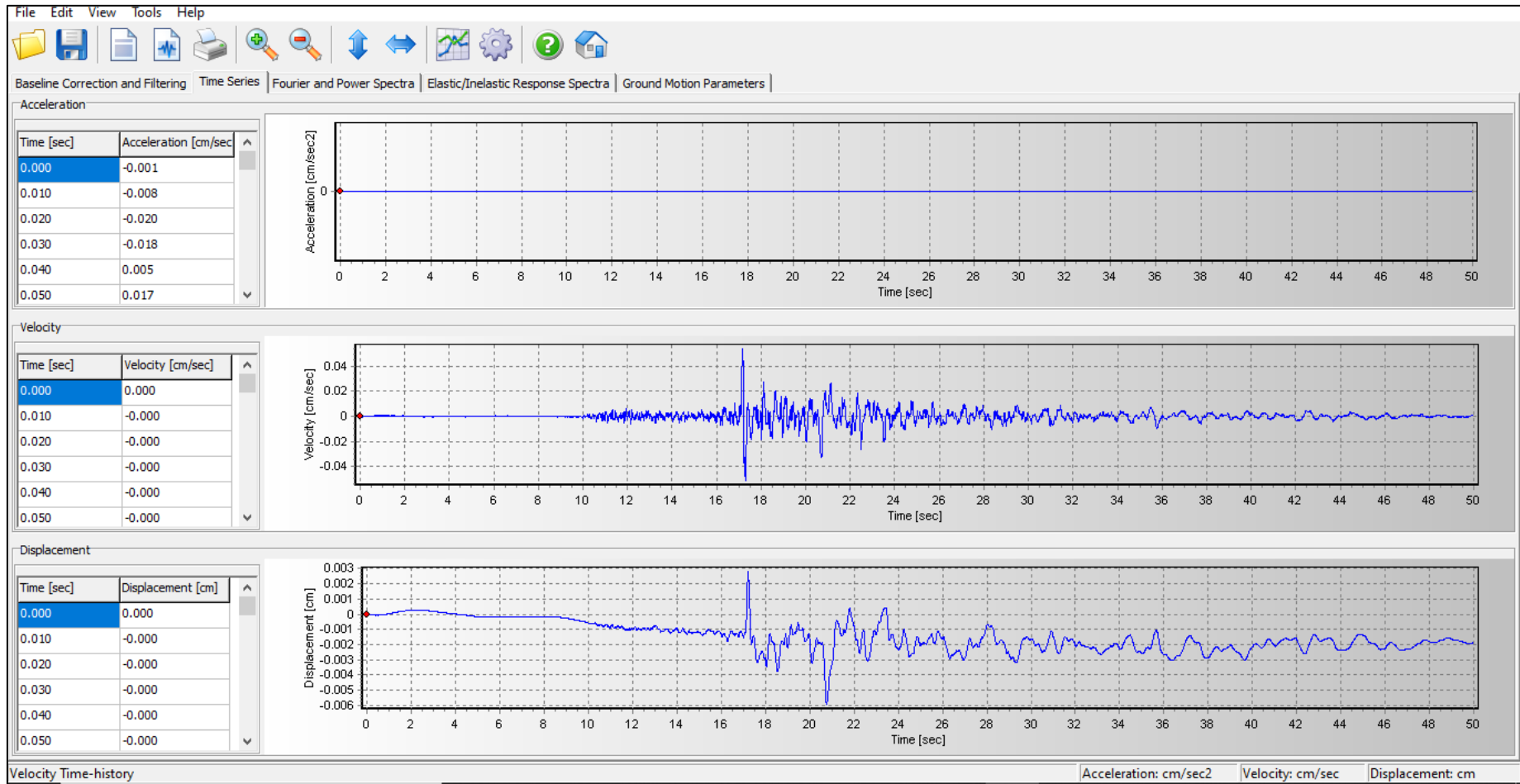


Figura 22. Datos del sismo ocurrido el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

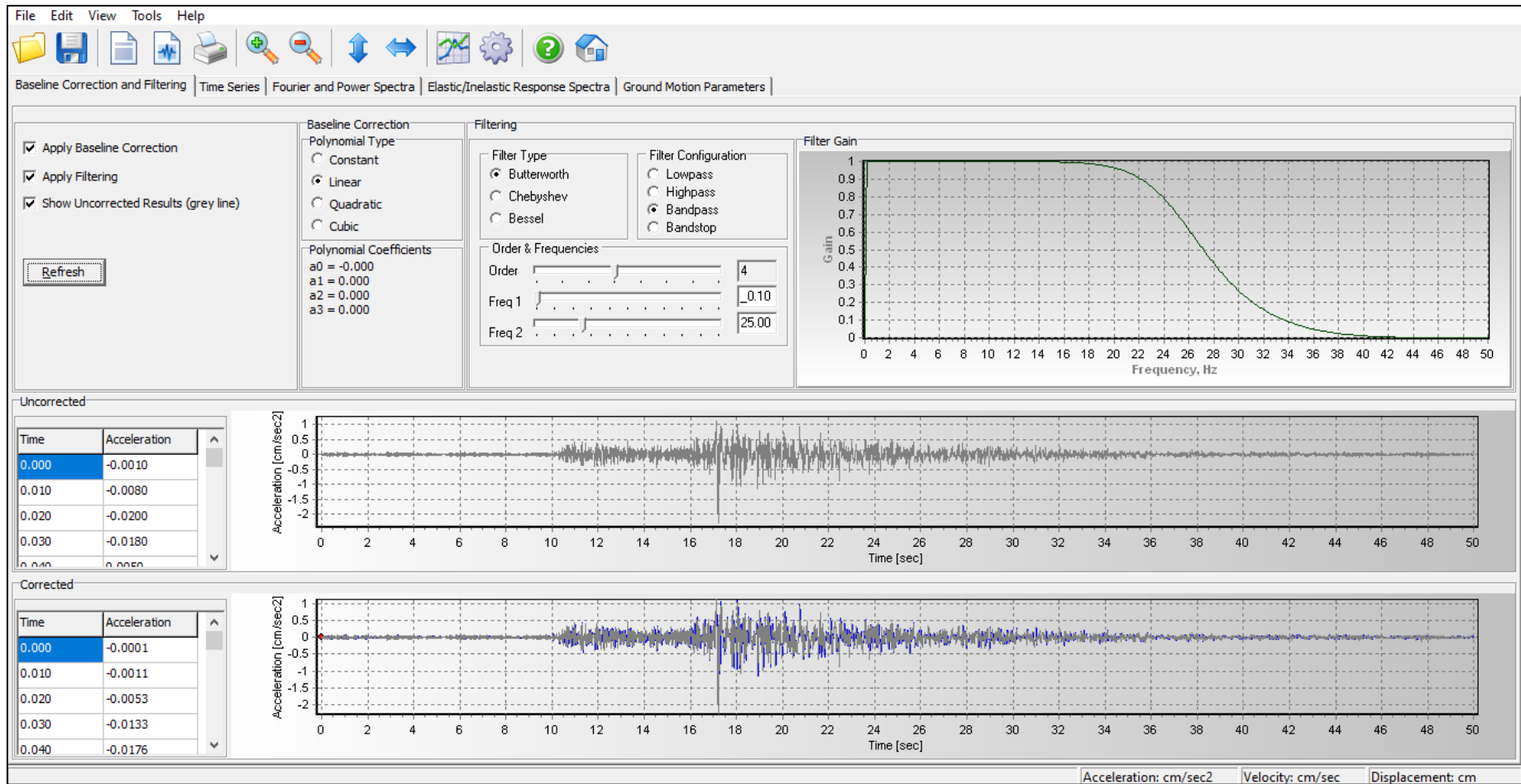


Figura 23. Datos corregidos del sismo ocurrido el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.
Fuente: Elaboración propia.

Igualmente, en la **Figura 24** se muestra los datos del sismo ocurrido el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho para su posterior corrección con el programa SeismoSignal.

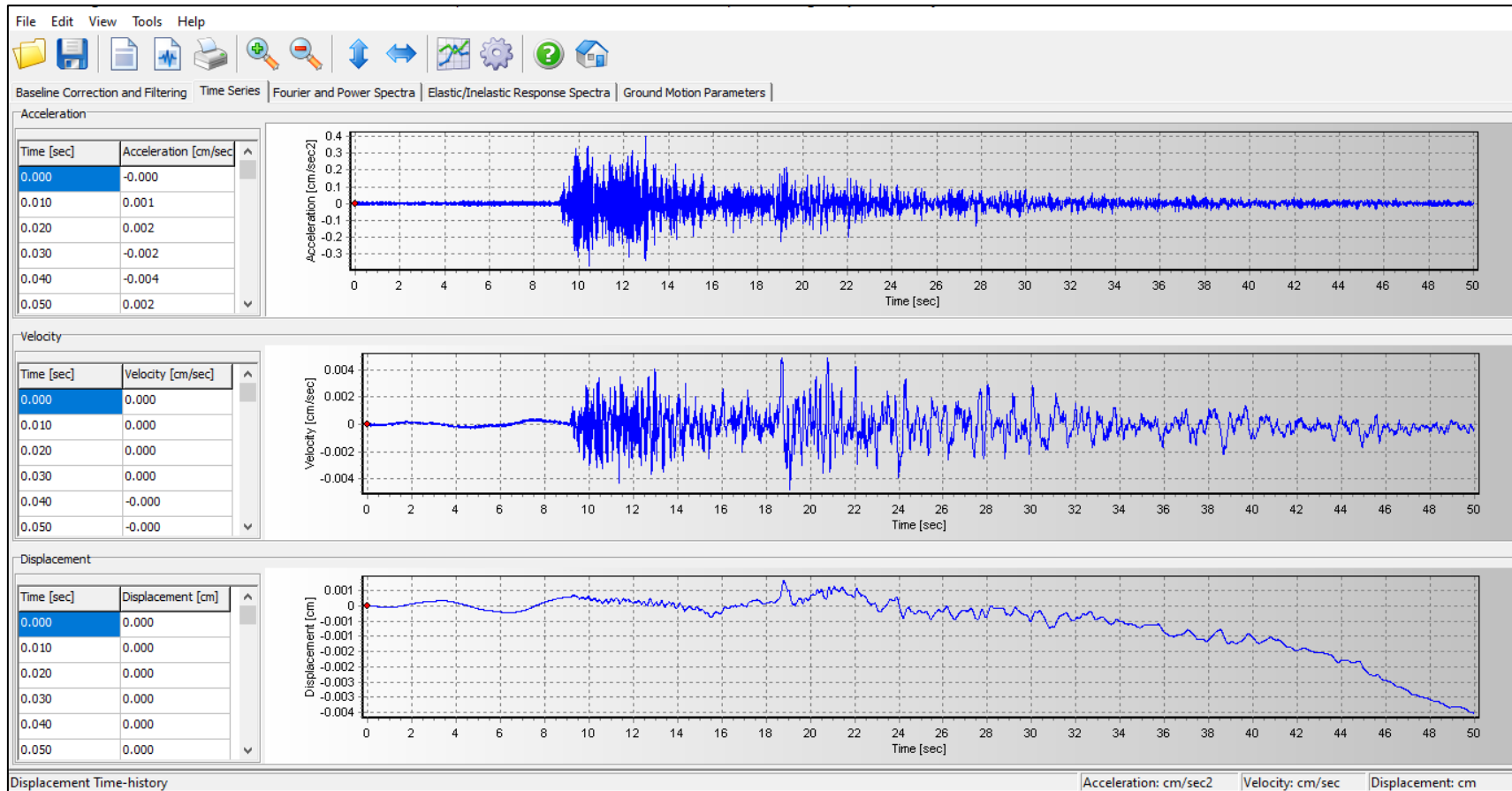


Figura 24. Datos del sismo ocurrido el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

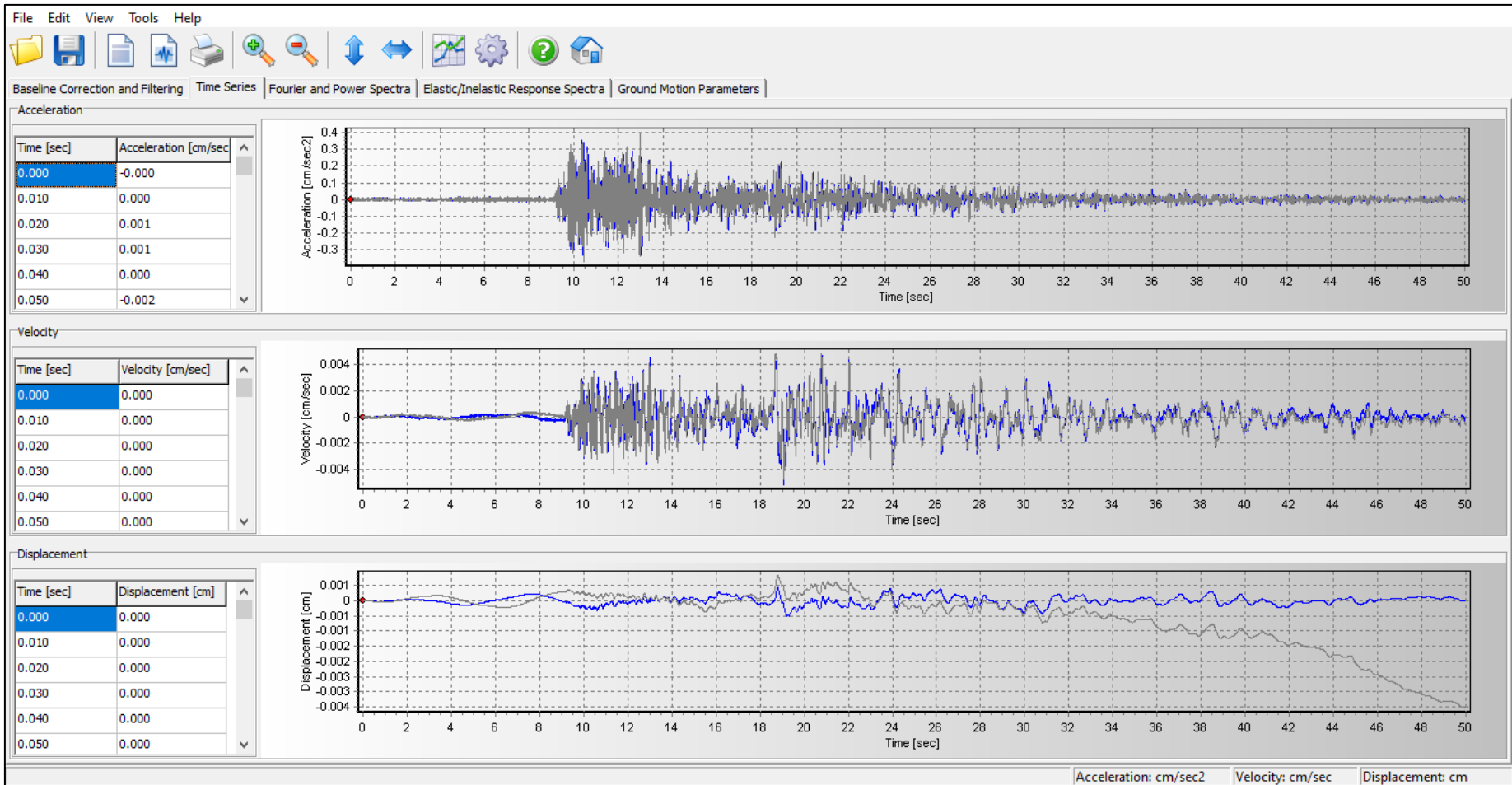


Figura 25. Datos corregidos del sismo ocurrido el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.
Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la **Figura 26** se muestra los datos del sismo ocurrido el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho para su posterior corrección con el programa SeismoSignal.

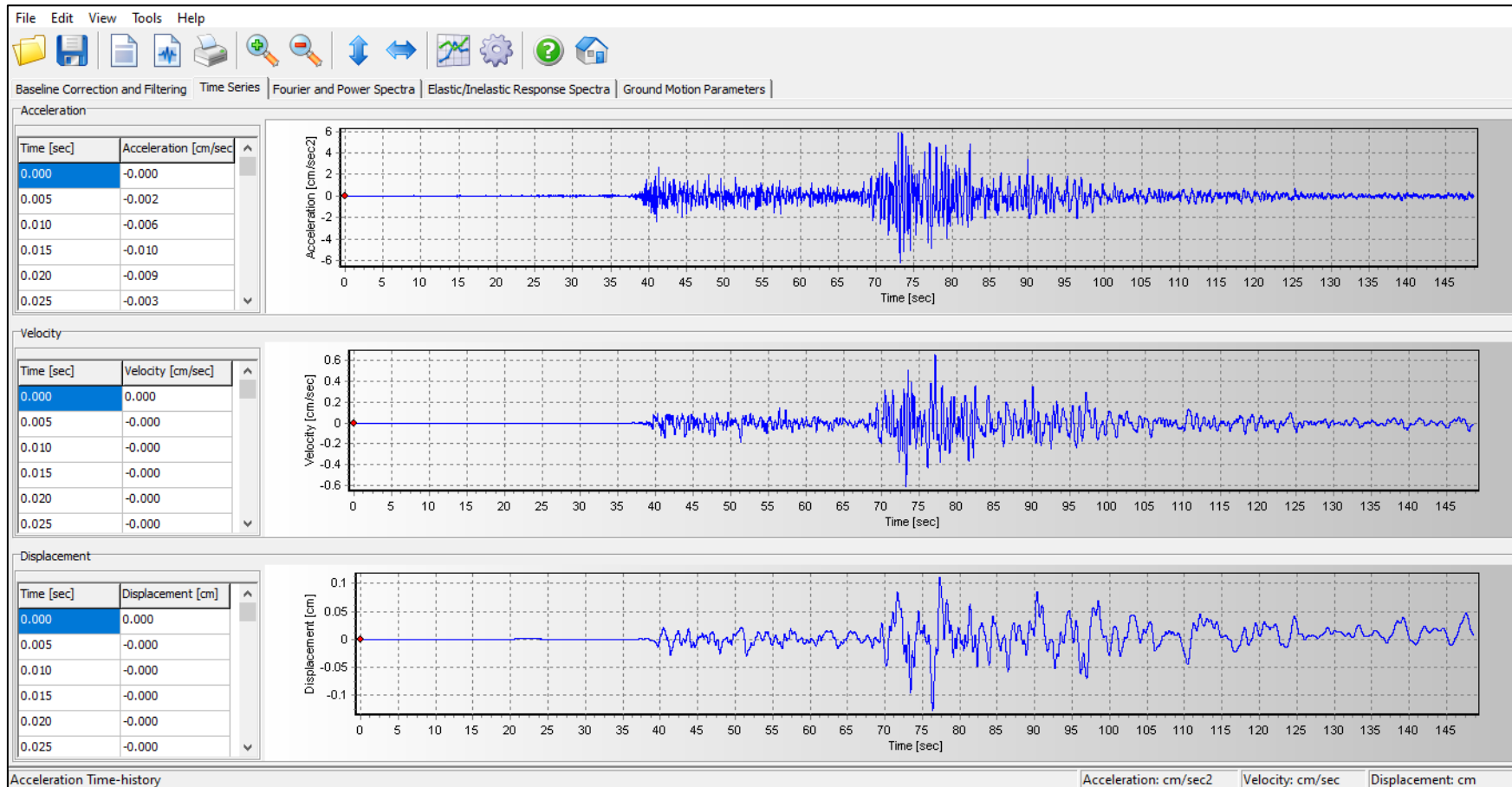


Figura 26. Datos del sismo ocurrido el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

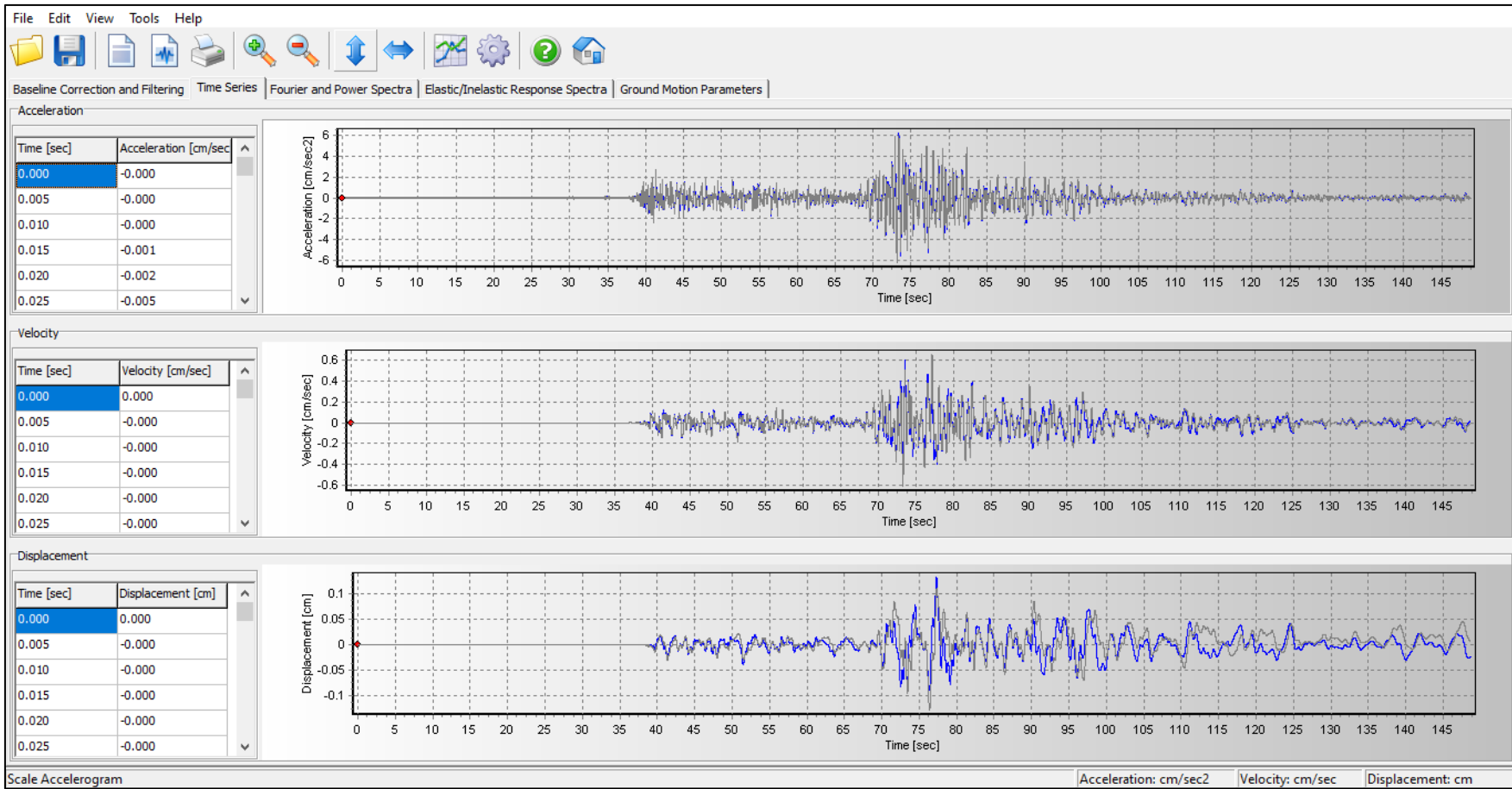


Figura 27. Datos corregidos del sismo ocurrido el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho y programa SeismoSignal.
Fuente: Elaboración propia.

Escalamiento de los datos sísmicos de acuerdo a la estación Ayacucho

Otro aspecto previo al análisis dinámico tiempo – historia, es la determinación de un espectro escalado en función al sismo establecido en la norma E0.30 del Reglamento Nacional de Edificaciones, mediante la aplicación del programa SeismoMatch.

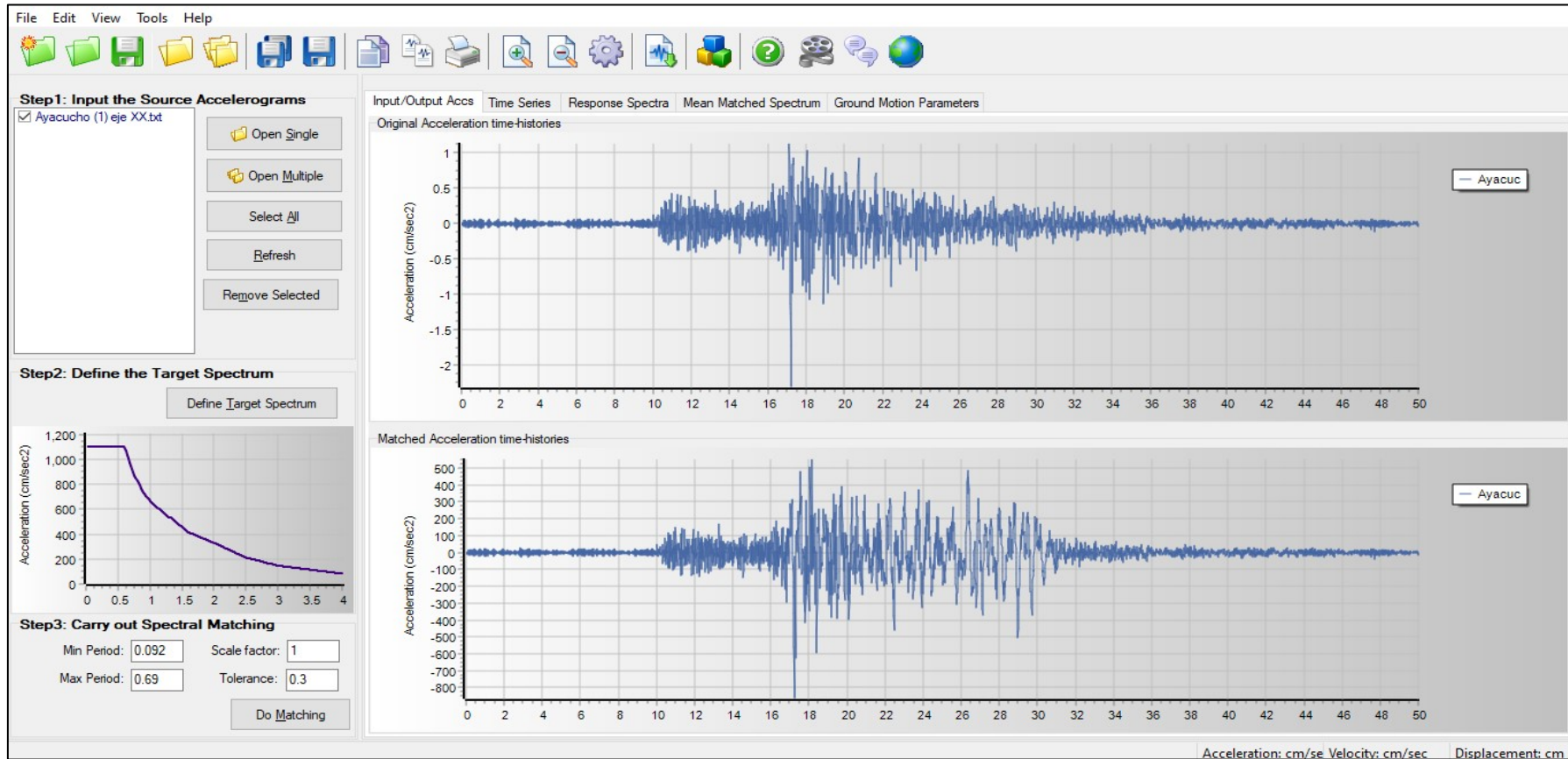


Figura 28. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

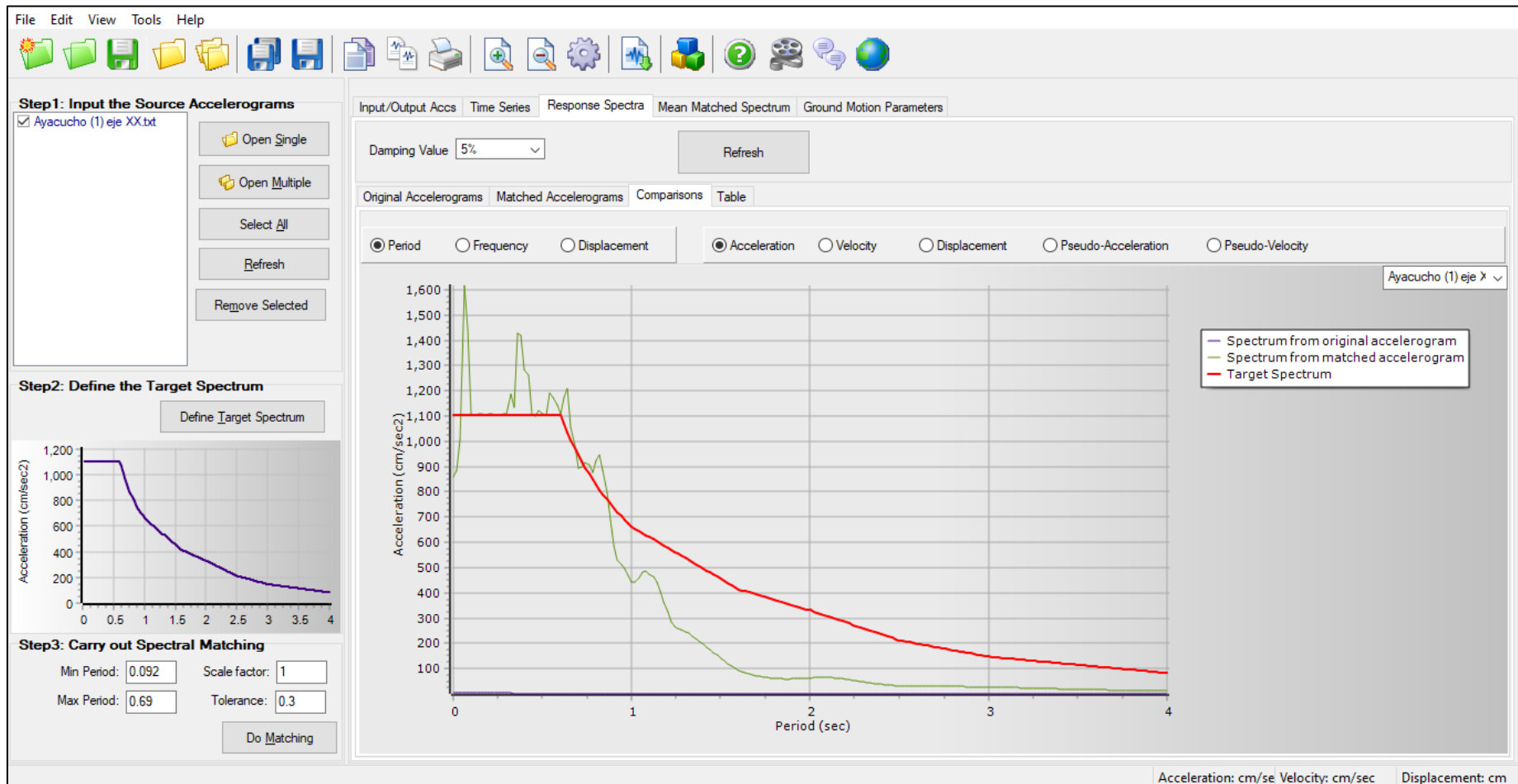


Figura 29. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 27/02/2019 de acuerdo a la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

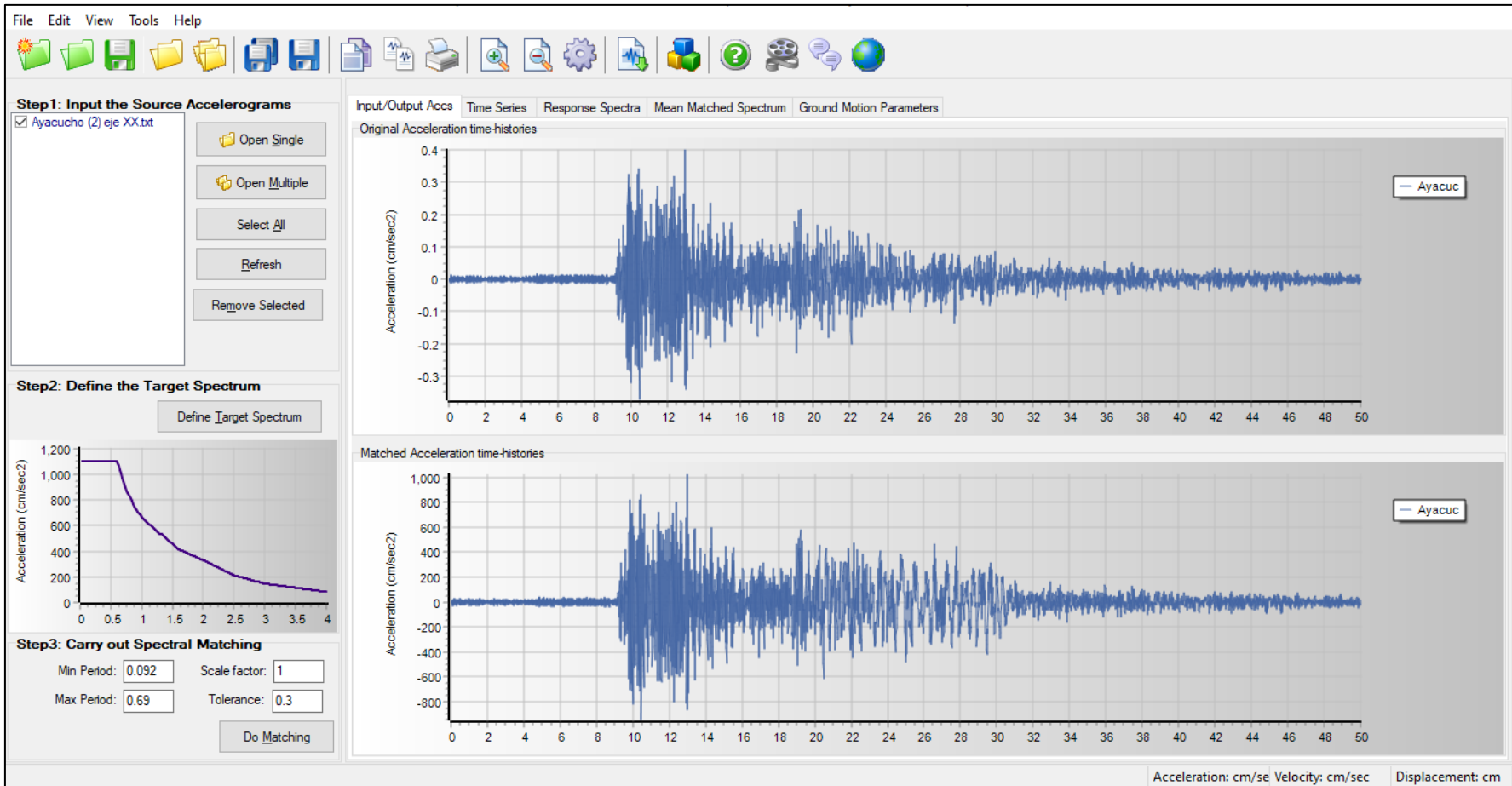


Figura 30. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

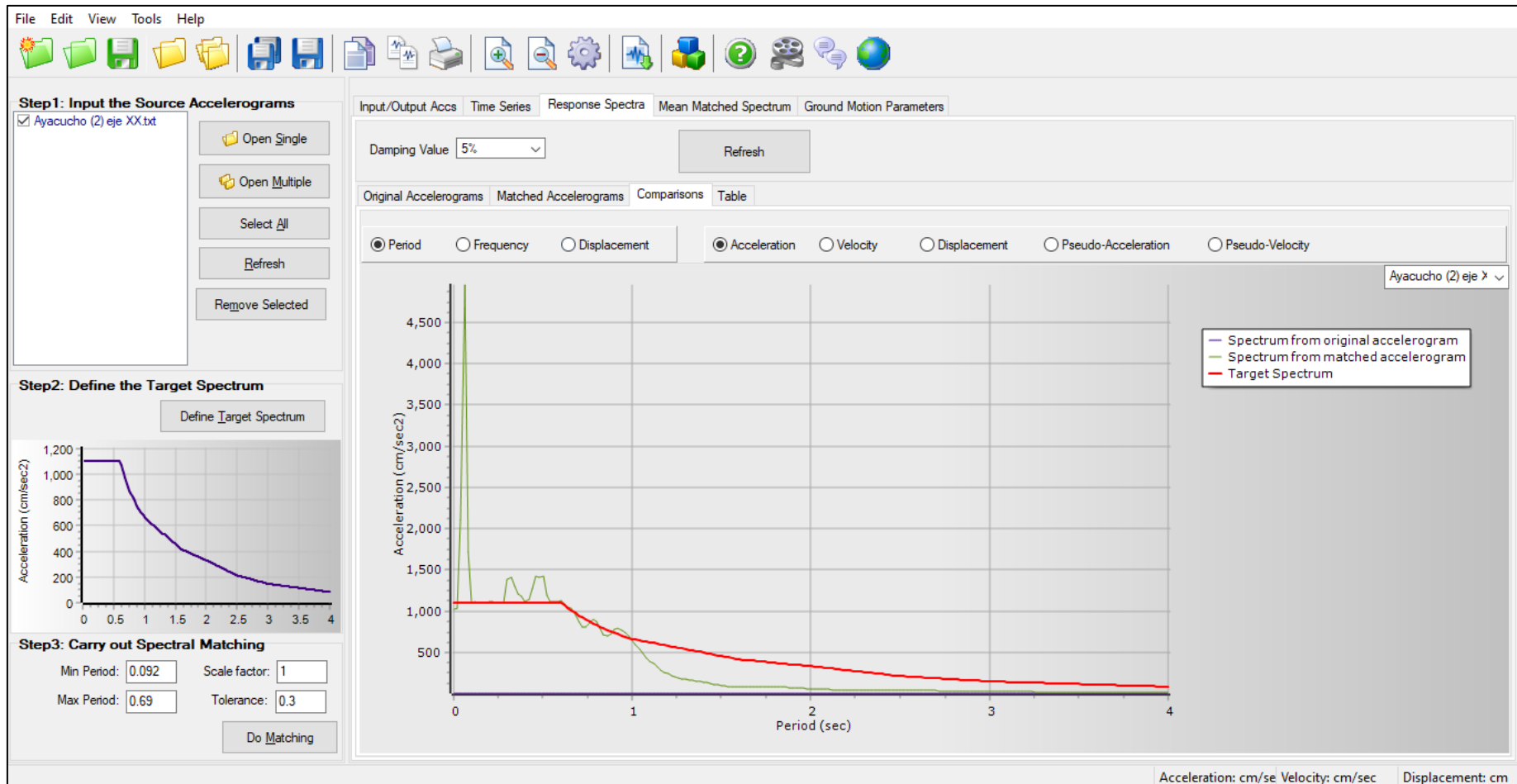


Figura 31. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 30/01/2020 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

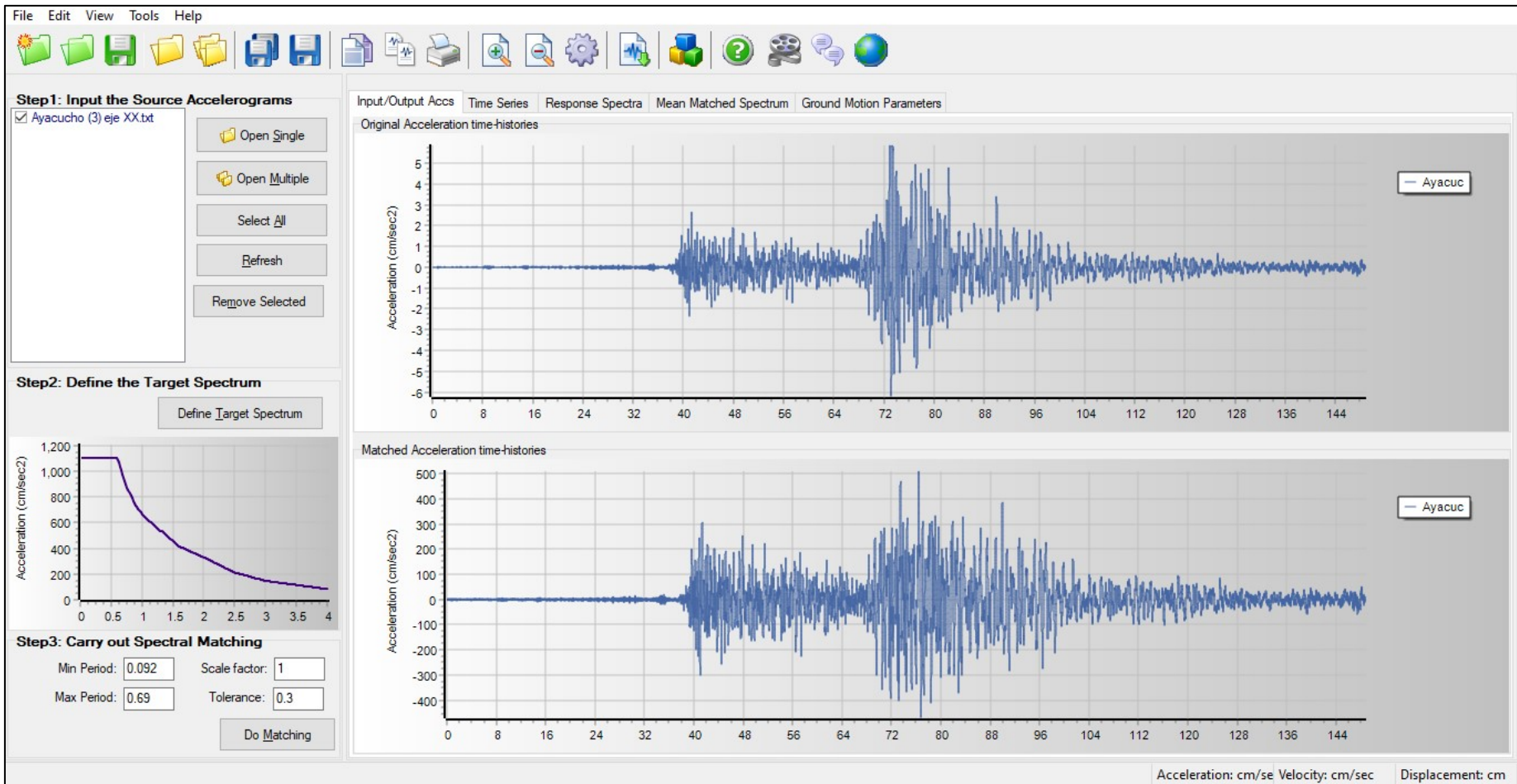


Figura 32. Escalamiento de datos sísmicos registrados el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

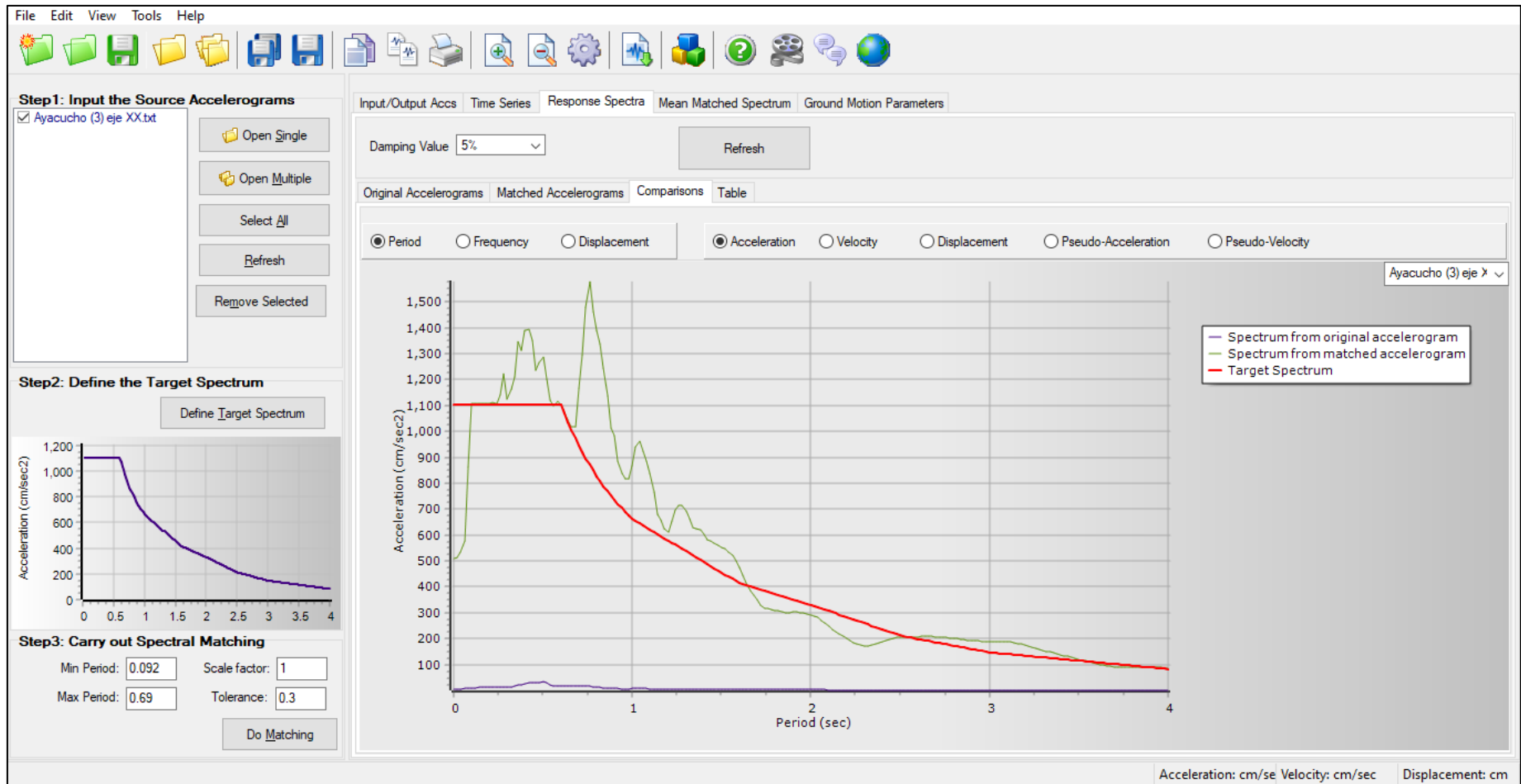


Figura 33. Comparación del espectro de los datos sísmicos registrados el 13/08/2017 de acuerdo a la estación Ayacucho.
Fuente: Elaboración propia.

Asignación de las funciones tiempo historia al programa ETABS

Para la determinación de las fuerzas por acción del sismo, fue necesario establecer una función que representen los puntos corregido mediante la aplicación de los softwares SeismoSignal y SeismoMatch.

En la **Figura 34** se muestra como ejemplo la importación de los puntos corregidos del sismo suscitado el 27/02/2019.

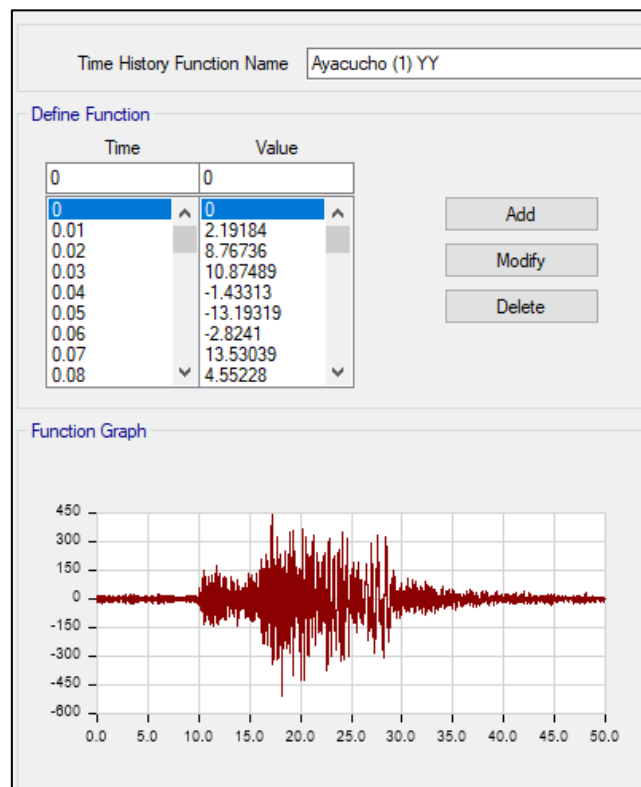


Figura 34. Asignación del sismo en el eje Y-Y según lo registrado el 27/02/2019 por la estación Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Aspectos éticos

El desarrollo de la tesis no ha afectado en ningún aspecto a la institución educativa 9 de diciembre, tampoco a los estudiantes ni docentes, debido a que los datos necesarios para la investigación fueron obtenidos de manera programada y en lugares estratégicos, con el fin de no interrumpir las sesiones de clases u otras actividades, sino por el contrario, resulta beneficioso, por la evaluación del estado estructural actual de los módulos que existen.

IV. RESULTADOS

4.1. Análisis dinámico modal espectral de la institución educativa 9 de diciembre

4.1.1. Análisis estático

En la siguiente tabla se muestra los resultados de los nueve modos de vibración en traslación y rotación de acuerdo al análisis estático en la estructura educativa 9 de diciembre. También se puede denotar el periodo establecido en cada modo, siendo el periodo fundamental de 0.46 segundos; además también se denota que, la suma de masas en cada modo (Suma UX, UY y RZ), alcanza el 90 % en el modo 6.

Tabla 15. Modos de vibración según análisis estático en la estructura.

Casos	Modo	Periodo (s)	Traslación			Rotación		
			Suma UX (Hz)	Suma UY (Hz)	Suma UZ (Hz)	Suma RX (Hz)	Suma RY (Hz)	Suma RZ (Hz)
Modal	1.00	0.46	0.00	0.86	0.00	0.18	0.00	0.00
Modal	2.00	0.46	0.79	0.86	0.00	0.18	0.17	0.06
Modal	3.00	0.40	0.84	0.86	0.00	0.18	0.20	0.86
Modal	4.00	0.14	0.84	0.95	0.00	0.90	0.20	0.86
Modal	5.00	0.12	0.86	0.95	0.00	0.90	0.29	0.92
Modal	6.00	0.11	0.95	0.95	0.00	0.90	0.93	0.93
Modal	7.00	0.07	0.95	1.00	0.00	1.00	0.93	0.93
Modal	8.00	0.06	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.93
Modal	9.00	0.03	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.93

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la **Tabla 16** especifica lo resultante respecto a la cortante en la base de la estructura educativa, donde para el sismo en X-X e Y-Y resultó de 96.65 T; también se puede observar la excentricidad accidental y los coeficientes C y K que la norma E.030 específica para obtener la fuerza cortante en la base.

Tabla 16. Cortantes en la base según análisis estático de la estructura.

Patrón de carga	Dirección	Excentricidad (%)	C	K	Peso usado (T)	Cortante en la base (T)
Sismo X-X	X + Ecc. Y	5.00	0.14	1.00	687.25	96.65
Sismo Y-Y	Y + Ecc. X	5.00	0.14	1.00	687.25	96.65

Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto correspondió a la distribución de fuerzas en la estructura educativa, es decir las cortantes, la torsión y momentos para cada uno de los pisos, de lo cual para el sismo en el eje X-X e Y-Y se detalla en la **Tabla 17**.

Tabla 17. Distribución de fuerzas por el sismo en el eje X-X e Y-Y según el análisis estático.

Piso	Sismo en el eje X-X			Sismo en el eje Y-Y		
	VX (T)	Torsión (T-m)	MY (T-m)	VY (T)	Torsión (T-m)	MX (T-m)
Piso 3	-22.09	126.33	-142.01	-22.09	-289.97	142.01
Piso 2	-78.57	414.99	-436.64	-78.57	-1105.70	436.64
Piso 1	-96.65	509.67	-808.73	-96.65	-1366.76	808.73

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **Tabla 18** se muestran los valores obtenidos del análisis sísmico estático, en la cual se puede establecer que las derivas inelásticas por los sismos en X e Y, que la norma E0.30 establece (0.75 R) en los pisos 1 y 3 no superan el valor de 0.007 establecido por el Reglamento Nacional de Edificaciones. Sin embargo, el piso 2 supera por 0.0001 y 0.0008 lo recomendado anteriormente, al aplicar los sismos en los ejes X y Y respectivamente.

Tabla 18. Derivas según sismo en X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis estático.

Piso	Sismo en el eje X-X		Sismo en el eje Y-Y	
	Deriva	0.75 R	Deriva	0.75 R
Piso 3	0.00067	0.0035	0.00074	0.0039
Piso 2	0.00136	0.0071	0.00149	0.0078
Piso 1	0.00085	0.0045	0.00107	0.0056

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2. Análisis dinámico modal espectral

En la **Tabla 19** se detalla la verificación de las irregularidades de la estructura de la institución educativa 9 de diciembre, en la que se tiene que, en la dirección X-X y Y-Y no se presenta irregularidad.

Tabla 19. Verificación de irregularidades de la estructura.

Irregularidad estructural en altura				Dirección X - X	Dirección Y - Y
Irregularidad de rigidez - Piso blando	No	Dirección X - X	No	Dirección Y - Y	1.00
Irregularidad de resistencia - Piso débil	No	Dirección X - X	No	Dirección Y - Y	1.00
Irregularidad extrema de rigidez	No	Dirección X - X	No	Dirección Y - Y	1.00

Irregularidad extrema de resistencia	No	Dirección X - X	No	Dirección X - X	1.00	1.00
Irregularidad de masa o peso	No	Ambas direcciones			1.00	1.00
Irregularidad geométrica vertical	No	Dirección X - X	No	Dirección X - X	1.00	1.00
Discontinuidad en los sistemas resistentes	No	Ambas direcciones			1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes	No	Ambas direcciones			1.00	1.00
Valor asumido					1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la **Tabla 20** se muestra la cortante en la base de la estructura educativa 9 de diciembre según el sismo en el eje X-X e Y-Y de acuerdo al análisis dinámico, donde para el sismo en el eje X-X resultó 79.23 T y para el sismo en el eje Y-Y resultó 83.65 T.

Tabla 20. Cortante en la base de la estructura según el análisis dinámico.

Piso	Caso de carga/combinación	Cortante en la base (T)
Piso 1	Sismo X-X	79.23
Piso 1	Sismo Y-Y	83.65

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la distribución de fuerzas según el análisis dinámico en la estructura educativa (cortantes, la torsión y momentos) tanto para el sismo en el eje X-X e Y-Y se detalla en la **Tabla 21**.

Tabla 21. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X de acuerdo al análisis dinámico.

Piso	Sismo en el eje X-X			Sismo en el eje Y-Y		
	VX (T)	Torsión (T-m)	MY (T-m)	VY (T)	Torsión (T-m)	MX (T-m)
Piso 3	17.72	95.85	113.92	18.30	240.41	117.68
Piso 2	66.16	301.23	351.94	69.17	975.39	367.89
Piso 1	79.23	361.05	650.50	83.65	1184.67	684.57

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, las derivas según el sismo en el eje X-X e Y-Y de acuerdo al análisis sísmico dinámico se muestra en la **Tabla 22** deduciendo que, las deriva en todos los pisos de análisis se encuentran dentro de lo máximo establecido por la normativa (0.007).

Tabla 22. Derivas según sismo en X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico.

Piso	Sismo en el eje X-X		Sismo en el eje Y-Y	
	Deriva	0.75 R	Deriva	0.75 R
Piso 3	0.00053	0.0028	0.00062	0.0032
Piso 2	0.00124	0.0065	0.00128	0.0067
Piso 1	0.00076	0.0040	0.00093	0.0049

Fuente: Elaboración propia.

4.2. Análisis dinámico tiempo – historia de la institución educativa 9 de diciembre

Para el análisis dinámico tiempo – historia de la institución educativa 9 de diciembre se consideró tres registros sísmicos según la estación sísmica Ayacucho que se ubica en la latitud -13.2° y longitud de -74.2° , por ello se denominó al primer registro como Ayacucho 1 con magnitud de 3.7 (27/02/2019), el segundo como Ayacucho 2 con 4 de magnitud (30/01/2020) y el tercero como Ayacucho 3 con 6.1 de magnitud (13/08/2017); todos ellos establecidos en la escala de Richter.

Los resultados obtenidos se presentan en los siguientes numerales:

4.2.1. Estación Ayacucho 1

En la siguiente tabla se muestra las cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con el registro Ayacucho 1, donde para el sismo en el eje X-X resultó 69.58 T y para el sismo en el eje Y-Y fue de 69.33 T.

Tabla 23. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.

Piso	Caso de carga/combinación	Cortante en la base (T)
Piso 1	Sismo X-X	69.58
Piso 1	Sismo Y-Y	69.33

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, la **Tabla 24** especifica los resultados de las cortantes, torsión y momentos de la estructura educativa según el sismo con el registro Ayacucho 1 en el eje X-X e Y-Y.

Tabla 24. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.

Piso	Sismo en el eje X-X			Sismo en el eje Y-Y		
	VX (T)	Torsión (T-m)	MY (T-m)	VY (T)	Torsión (T-m)	MX (T-m)
Piso 3	14.29	89.80	91.87	14.25	187.22	97.72
Piso 2	54.15	254.19	272.71	57.26	752.25	313.57
Piso 1	69.58	275.18	522.91	69.33	910.65	571.99

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en la **Tabla 25** se muestra las derivas de acuerdo al sismo en el eje X-X e Y-Y resultado del registro sísmico Ayacucho 1, de lo cual las derivas obtenidas en cada uno de los pisos son menores a 0.007, cumpliendo con lo máximo permitido.

Tabla 25. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 1.

Piso	Sismo en el eje X-X		Sismo en el eje Y-Y	
	Deriva	Deriva calculada	Deriva	Deriva calculada
Piso 3	0.00042	0.0022	0.00048	0.0025
Piso 2	0.00095	0.0050	0.00095	0.0050
Piso 1	0.00058	0.0030	0.00069	0.0036

Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Estación Ayacucho 2

Del mismo modo, la siguiente tabla detalla los resultados de las cortantes en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2, de lo cual para el sismo en el eje X-X resultó 81.53 T y para el sismo en el eje Y-Y fue de 66.09 T.

Tabla 26. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.

Piso	Caso de carga/combinación	Cortante en la base (T)
Piso 1	Sismo X-X	81.53
Piso 1	Sismo Y-Y	66.09

Fuente: Elaboración propia.

Consecuentemente, la **Tabla 27** muestra los resultados de las cortantes, torsión y momentos en cada uno de los pisos de la estructura educativa según el sismo con el registro Ayacucho 2 para el sismo en el eje X-X e Y-Y.

Tabla 27. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.

Piso	Sismo en el eje X-X			Sismo en el eje Y-Y		
	VX (T)	Torsión (T-m)	MY (T-m)	VY (T)	Torsión (T-m)	MX (T-m)
Piso 3	16.95	74.41	108.96	13.93	182.98	107.93
Piso 2	68.48	235.85	351.80	53.92	708.20	342.12
Piso 1	81.53	265.58	665.70	66.09	868.47	609.74

Fuente: Elaboración propia.

Por ello, en la **Tabla 28** se detalla las derivas de acuerdo al sismo en el eje X-X e Y-Y resultado del registro sísmico Ayacucho 2, donde las derivas calculadas en cada uno de los pisos son menores a 0.007, cumpliendo con lo máximo permitido.

Tabla 28. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 2.

Piso	Sismo en el eje X-X		Sismo en el eje Y-Y	
	Deriva	Deriva calculada	Deriva	Deriva calculada
Piso 3	0.00053	0.0028	0.00053	0.0028
Piso 2	0.00121	0.0064	0.00102	0.0054
Piso 1	0.00072	0.0038	0.00071	0.0037

Fuente: Elaboración propia.

4.2.3. Estación Ayacucho 3

Asimismo, la Tabla 29 muestra los resultados de las cortantes en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3, en la que, para el sismo en el eje X-X resultó 73.12 T y para el sismo en el eje Y-Y fue 80.15 T.

Tabla 29. Cortante en la base según el sismo en el eje X-X e Y-Y mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.

Piso	Caso de carga/combinación	Cortante en la base (T)
Piso 1	Sismo X-X	73.12
Piso 1	Sismo Y-Y	80.15

Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera, en la **Tabla 30** se muestra los resultados de las cortantes, torsión y momentos de la estructura educativa según el sismo con el registro Ayacucho 3 en el eje X-X e Y-Y, esto para cada uno de los pisos.

Tabla 30. Distribución de fuerzas según el sismo en el eje X-X mediante el análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.

Piso	Sismo en el eje X-X			Sismo en el eje Y-Y		
	VX (T)	Torsión (T-m)	MY (T-m)	VY (T)	Torsión (T-m)	MX (T-m)
Piso 3	14.13	88.03	90.88	16.88	221.69	117.72
Piso 2	59.74	275.17	312.38	64.72	850.37	329.56
Piso 1	73.12	326.48	590.69	80.15	1053.07	608.05

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la **Tabla 31** se detalla las derivas de acuerdo al sismo en el eje X-X e Y-Y resultado del registro sísmico Ayacucho 3, de lo cual las derivas obtenidas en cada uno de los pisos son menores a 0.007, establecida en la norma E030 del Reglamento Nacional de Edificaciones, cumpliendo también con lo máximo permitido.

Tabla 31. Derivas según sismo en el eje X-X e Y-Y de la estructura de acuerdo al análisis dinámico tiempo – historia con registro Ayacucho 3.

Piso	Sismo en el eje X-X		Sismo en el eje Y-Y	
	Deriva	Deriva calculada	Deriva	Deriva calculada
Piso 3	0.00047	0.0024	0.00052	0.0027
Piso 2	0.00110	0.0058	0.00101	0.0053
Piso 1	0.00066	0.0034	0.00075	0.0039

Fuente: Elaboración propia.

4.3. Comparación de los métodos de análisis dinámico

A fin de determinar si existe diferencia entre los resultados obtenidos mediante el análisis estático, dinámico y tiempo – historia (utilizando tres registros sísmicos) se procedió a comparar las cortantes en la base, las fuerzas (cortante, torsión y momentos) y derivas tal como se muestra en los siguientes numerales:

4.3.1. Cortante en la base

Por ello, en la **Tabla 32** se compara los cortantes en la base de la estructura educativa según el sismo en el eje X-X, que, en base a lo obtenido con el análisis dinámico, se da un incremento del 21.97 % con el análisis estático, una reducción del 12.19 % con el ATH (1), un incremento del 2.90 % con el ATH (2) y una reducción del 7.72 % con el ATH (3). Es dable mencionar que el menor valor de cortante en la base se dio mediante el análisis tiempo historia con el registro

Ayacucho 3 con 73.12 T y el mayor valor obtenido fue con el análisis estático de 96.65 T.

Tabla 32. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje X-X.

Análisis	Cortante en la base (T)	Variación (%)
Dinámico	79.23	0.00
Estático	96.65	21.97
ATH (1)	69.58	-12.19
ATH (2)	81.53	2.90
ATH (3)	73.12	-7.72

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la **Tabla 33** se compara los resultados de las cortantes en la base de la estructura educativa según el sismo en el eje Y-Y, de lo cual, en base a lo obtenido con el análisis dinámico, se da un incremento del 15.53 % con el análisis estático, una reducción del 17.12 % con el ATH (1), una reducción del 20.99 % con el ATH (2) y una reducción del 4.18 % con el ATH (3). Adicional a esto, se resalta que el menor valor se dio mediante el análisis sísmico tiempo – historia con el registro sísmico Ayacucho 2 con 66.09 T y el mayor valor se presentó con el análisis estático con 96.65 T.

Tabla 33. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje Y-Y.

Análisis	Cortante en la base (T)	Variación (%)
Dinámico	83.65	0.00
Estático	96.65	15.53
ATH (1)	69.33	-17.12
ATH (2)	66.09	-20.99
ATH (3)	80.15	-4.18

Fuente: Elaboración propia.

Para mejor entendimiento de la variación de los resultados se muestra la **Figura 35** que representa las cortantes en la base obtenida según el tipo de análisis y por cada uno de los ejes con sismo, siendo evidente que los mayores valores se muestran con el análisis estático y los menores con el análisis tiempo historia según la estación Ayacucho 1.

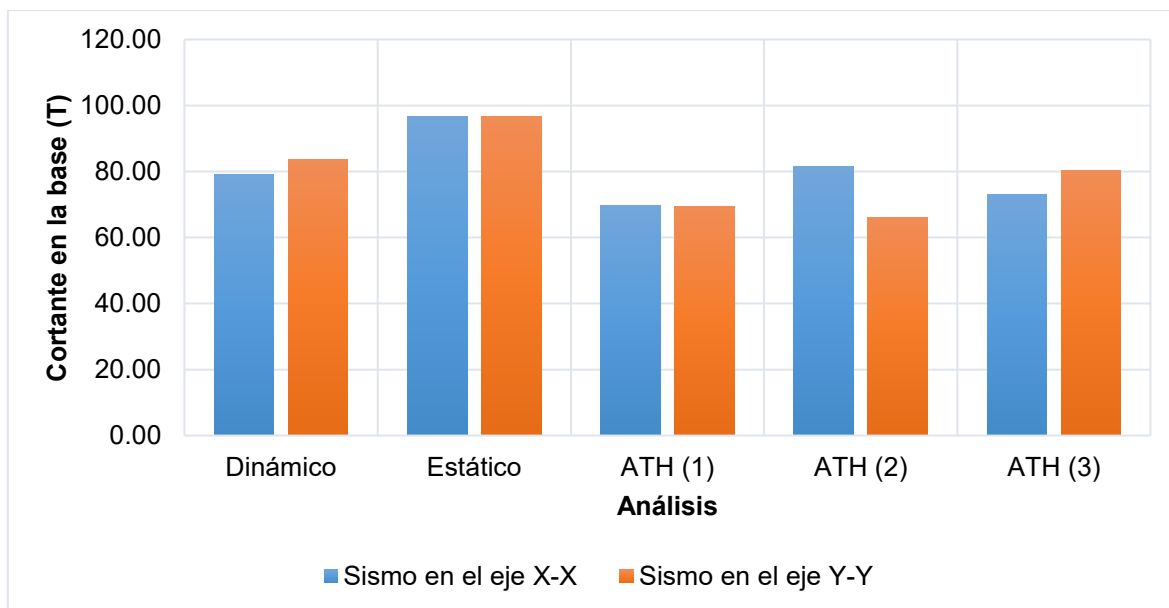


Figura 35. Cortantes en la base de la estructura según sismo en el eje X-X e Y-Y.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.2. Fuerzas en la estructura

Para la comparación de las fuerzas en la estructura educativa se consideraron a las fuerzas cortantes, torsión y momentos por tipo de análisis en cada uno de los pisos y por el sismo en los ejes X-X e Y-Y.

En la siguiente tabla se muestra las variaciones partiendo de lo obtenido en el análisis dinámico para las cortantes con sismo en el eje X-X, de lo cual en el análisis estático se presentó un incremento de los valores, más para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 1 y 3 se dio una reducción; sin embargo, con el registro de Ayacucho 2 se dio un incremento en el piso 3 y reducciones en el piso 1 y 2.

Tabla 34. Comparación de las cortantes según el sismo en el eje X-X.

Análisis	Piso	VX (T)	Variación de VX (%)
Dinámico	Piso 3	17.72	0.00
	Piso 2	66.16	0.00
	Piso 1	79.23	0.00
Estático	Piso 3	22.09	24.66
	Piso 2	78.57	18.76
	Piso 1	96.65	21.97
ATH (1)	Piso 3	14.29	-19.36
	Piso 2	54.15	-18.15
	Piso 1	69.58	-12.19

ATH (2)	Piso 3	16.95	-4.36
	Piso 2	68.48	3.50
	Piso 1	81.53	2.90
ATH (3)	Piso 3	14.13	-20.22
	Piso 2	59.74	-9.70
	Piso 1	73.12	-7.72

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en la **Figura 36** se representa cómo varía las cortantes en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje X-X, de lo cual para el piso 1, 2 y 3 los mayores valores se dieron con el análisis estático; mientras que, los menores valores se dieron con el análisis tiempo historia en base al registro sísmico Ayacucho 1.

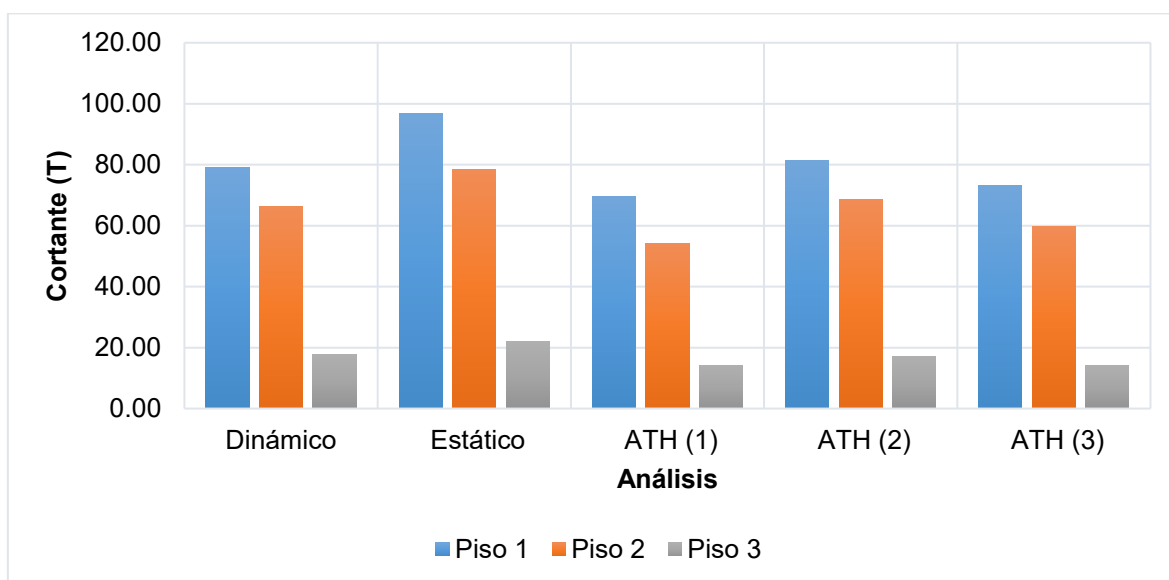


Figura 36. Cortantes en la estructura según el sismo X-X.

Fuente: Elaboración propia.

La torsión con sismo en el eje X-X se muestra en la **Tabla 35**, donde las variaciones en función a lo calculado en el análisis dinámico para la torsión, en el análisis estático se obtuvo un incremento de los valores y para los análisis tiempo historia con los registros Ayacucho 1, 2 y 3 se dio una reducción.

Tabla 35. Comparación de la torsión según el sismo en el eje X-X.

Análisis	Piso	Torsión (T-m)	Variación de torsión (%)
Dinámico	Piso 3	95.85	0.00
	Piso 2	301.23	0.00
	Piso 1	361.05	0.00
Estático	Piso 3	126.33	31.79
	Piso 2	414.99	37.77

	Piso 1	509.67	41.16
ATH (1)	Piso 3	89.80	-6.32
	Piso 2	254.19	-15.62
	Piso 1	275.18	-23.78
ATH (2)	Piso 3	74.41	-22.37
	Piso 2	235.85	-21.70
	Piso 1	265.58	-26.44
ATH (3)	Piso 3	88.03	-8.16
	Piso 2	275.17	-8.65
	Piso 1	326.48	-9.57

Fuente: Elaboración propia.

Por ello, en la **Figura 37** se representa cómo varía la torsión en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje X-X. De lo cual se deduce que, para el piso 1, 2 y 3 los mayores valores de torsión se dieron con el análisis estático; mientras que, los menores valores se dieron con el análisis tiempo historia en base al registro sísmico Ayacucho 1.

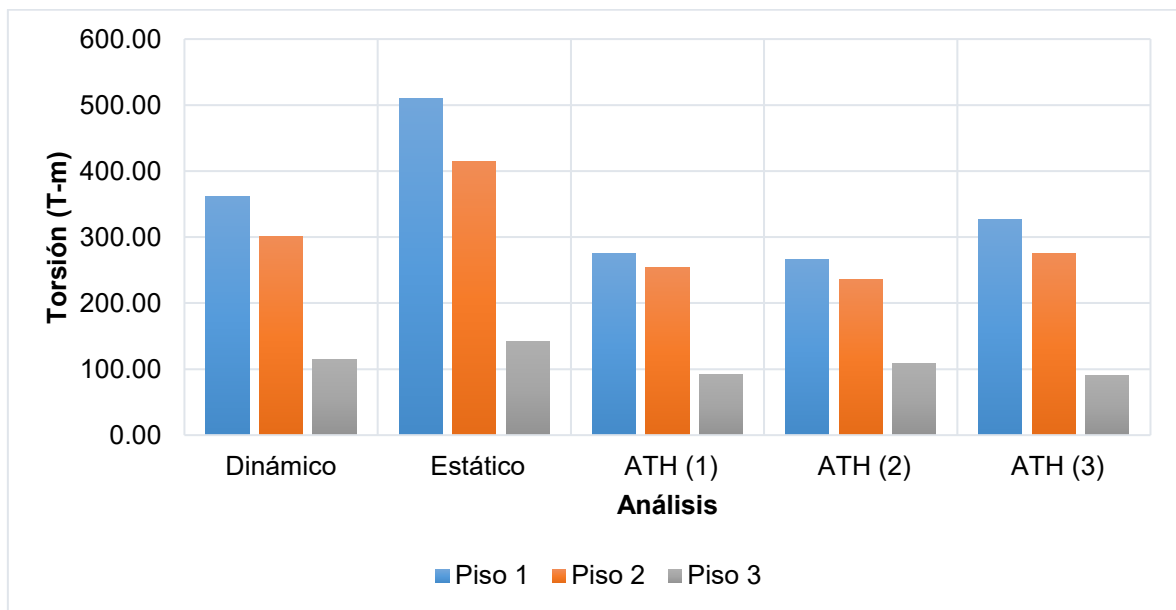


Figura 37. Torsión en la estructura según el sismo X-X.

Fuente: Elaboración propia.

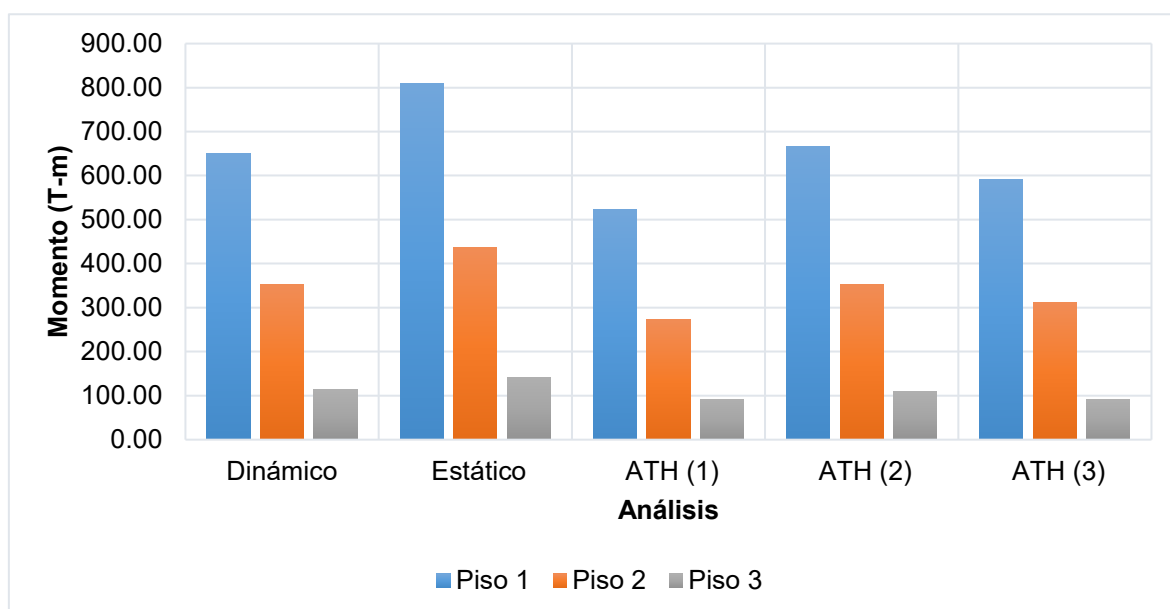
Consecuentemente, en la **Tabla 36** se muestra las variaciones de los momentos en función de lo obtenido en el análisis dinámico con sismo en el eje X-X, de lo cual en el análisis estático se obtuvo un incremento de los valores y para los análisis tiempo historia con los registros Ayacucho 1, 2 y 3 se presentó reducciones.

Tabla 36. Comparación de momentos según el sismo en el eje X-X.

Análisis	Piso	MY (T-m)	Variación de MY (%)
Dinámico	Piso 3	113.92	0.00
	Piso 2	351.94	0.00
	Piso 1	650.50	0.00
Estático	Piso 3	142.01	24.66
	Piso 2	436.64	24.07
	Piso 1	808.73	24.32
ATH (1)	Piso 3	91.87	-19.36
	Piso 2	272.71	-22.51
	Piso 1	522.91	-19.61
ATH (2)	Piso 3	108.96	-4.36
	Piso 2	351.80	-0.04
	Piso 1	665.70	2.34
ATH (3)	Piso 3	90.88	-20.22
	Piso 2	312.38	-11.24
	Piso 1	590.69	-9.19

Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 38** se representa cómo varía los momentos en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje X-X, de la misma que, para el piso 1, 2 y 3 los mayores valores de torsión se dieron con el análisis estático; mientras que, los menores valores se dieron con el análisis tiempo historia en base al registro sísmico Ayacucho 1

**Figura 38.** Momentos en la estructura según el sismo X-X.

Fuente: Elaboración propia.

Del mismo modo, en la siguiente tabla se muestra las variaciones en función de lo obtenido en el análisis dinámico para las cortantes con sismo en el eje Y-Y, siendo que del análisis estático se obtuvo un incremento de los valores; mientras que para el análisis tiempo historia con los registros Ayacucho 1,2 y 3 se vieron reducidos.

Tabla 37. Comparación de las cortantes según el sismo en el eje Y-Y.

Análisis	Piso	VY (T)	Variación de VY (%)
Dinámico	Piso 3	18.30	0.00
	Piso 2	69.17	0.00
	Piso 1	83.65	0.00
Estático	Piso 3	22.09	20.67
	Piso 2	78.57	13.59
	Piso 1	96.65	15.53
ATH (1)	Piso 3	14.25	-22.12
	Piso 2	57.26	-17.21
	Piso 1	69.33	-17.12
ATH (2)	Piso 3	13.93	-23.89
	Piso 2	53.92	-22.05
	Piso 1	66.09	-20.99
ATH (3)	Piso 3	16.88	-7.78
	Piso 2	64.72	-6.43
	Piso 1	80.15	-4.18

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, en la **Figura 39** se representa cómo varía las cortantes en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje Y-Y. Los mayores valores se dieron por el análisis estático y los menores resultados por el análisis tiempo historia con el registro sísmico Ayacucho 2.

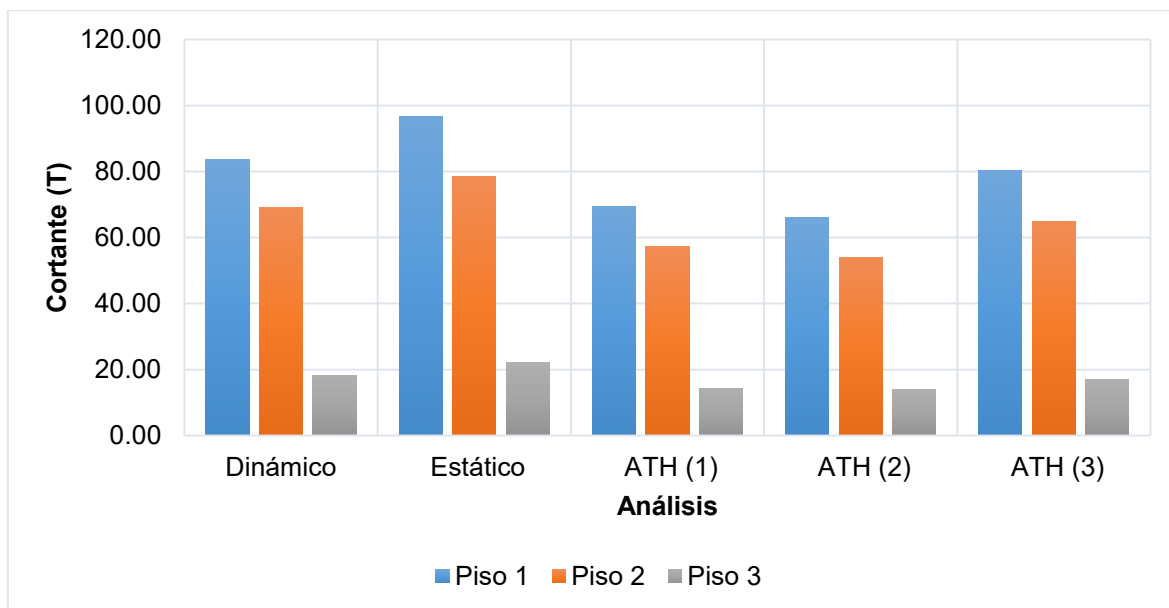


Figura 39. Cortantes en la estructura según el sismo Y-Y.
Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, en la **Tabla 38** se muestra las variaciones en función de lo obtenido en el análisis dinámico para la torsión con sismo en el eje Y-Y, donde con el análisis estático se obtuvo un incremento de los valores; no obstante, para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 1, 2 y 3 se presentaron reducciones de esta fuerza.

Tabla 38. Comparación de la torsión según el sismo en el eje Y-Y.

Análisis	Piso	Torsión (T-m)	Variación de torsión (%)
Dinámico	Piso 3	240.41	0.00
	Piso 2	975.39	0.00
	Piso 1	1184.67	0.00
Estático	Piso 3	289.97	20.62
	Piso 2	1105.70	13.36
	Piso 1	1366.76	15.37
ATH (1)	Piso 3	187.22	-22.12
	Piso 2	752.25	-22.88
	Piso 1	910.65	-23.13
ATH (2)	Piso 3	182.98	-23.89
	Piso 2	708.20	-27.39
	Piso 1	868.47	-26.69
ATH (3)	Piso 3	221.69	-7.79
	Piso 2	850.37	-12.82
	Piso 1	1053.07	-11.11

Fuente: Elaboración propia.

La **Figura 40** representa cómo varía la torsión en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje Y-

Y. Donde los mayores valores se dieron por el análisis estático y los menores resultados por el análisis tiempo historia con el registro sísmico Ayacucho 2.

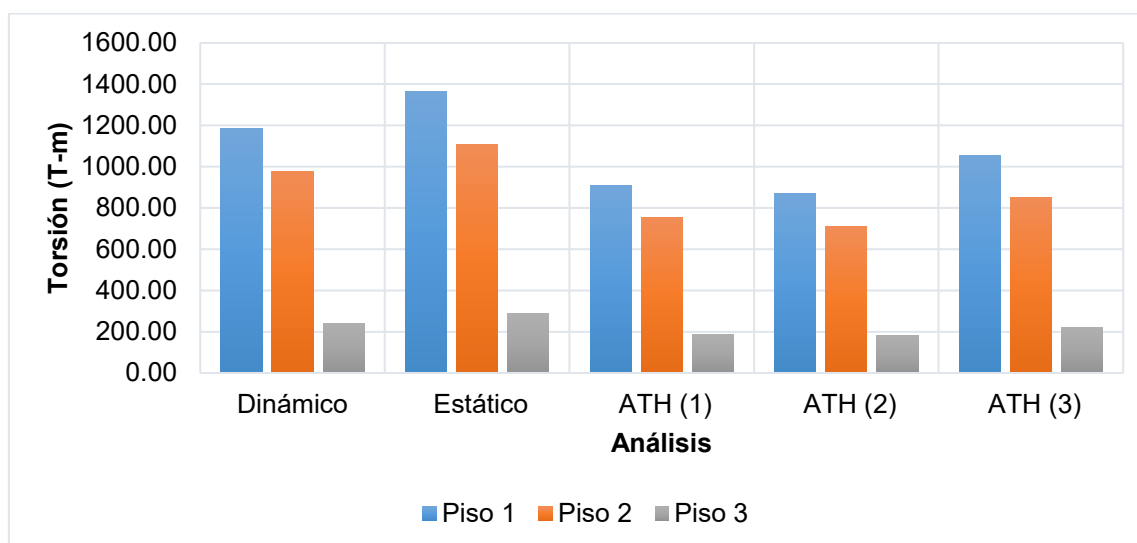


Figura 40. Torsión en la estructura según el sismo Y-Y.

Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la **Tabla 38** se muestra las variaciones en función de lo obtenido en el análisis dinámico para los momentos con sismo en el eje Y-Y. En el análisis estático se obtuvo un incremento de los valores; no obstante, para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 1 y 2 se dio una reducción; más con el registro de Ayacucho 3, se presentó un incremento en el piso 3 y reducciones en el piso 1 y 2.

Tabla 39. Comparación de momentos según el sismo en el eje Y-Y.

Análisis	Piso	MX (T-m)	Variación de MX (%)
Dinámico	Piso 3	117.68	0.00
	Piso 2	367.89	0.00
	Piso 1	684.57	0.00
Estático	Piso 3	142.01	20.67
	Piso 2	436.64	18.69
	Piso 1	808.73	18.14
ATH (1)	Piso 3	97.72	-16.96
	Piso 2	313.57	-14.77
	Piso 1	571.99	-16.45
ATH (2)	Piso 3	107.93	-8.29
	Piso 2	342.12	-7.00
	Piso 1	609.74	-10.93
ATH (3)	Piso 3	117.72	0.03
	Piso 2	329.56	-10.42
	Piso 1	608.05	-11.18

Fuente: Elaboración propia.

Por consiguiente, la **Figura 41** representa cómo varía los momentos en cada uno de los pisos de estructura educativa de acuerdo al tipo de análisis sísmico con sismo en el eje Y-Y. Es importante mencionar que los mayores valores se dieron por el análisis estático y los menores resultados por el análisis tiempo historia con el registro sísmico Ayacucho 2.

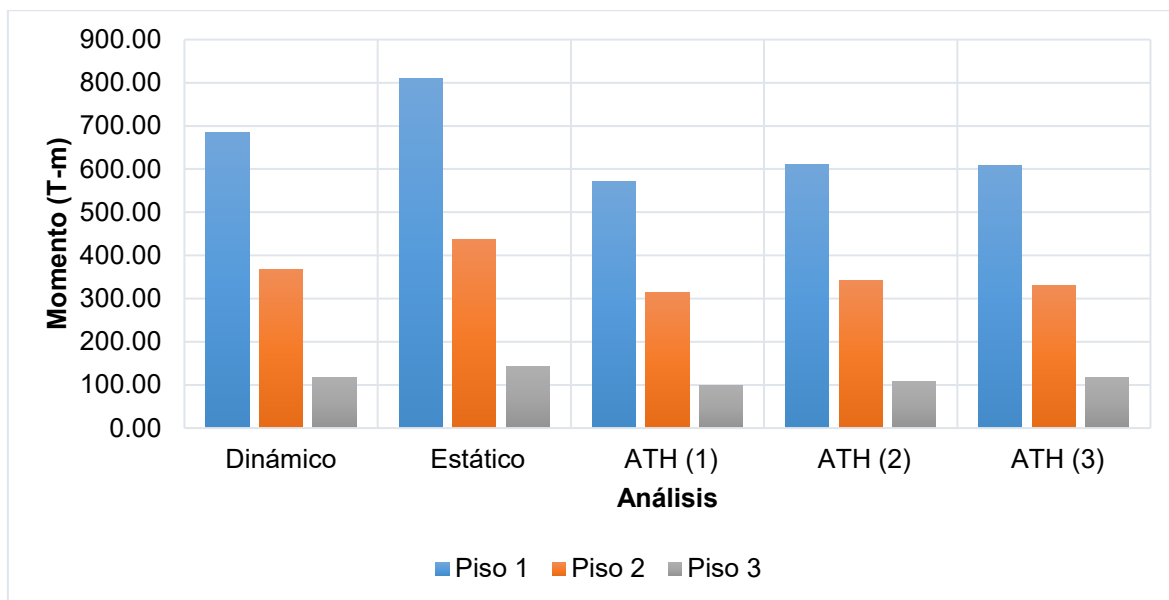


Figura 41. Momentos en la estructura según el sismo Y-Y.
Fuente: Elaboración propia.

4.3.3. Derivas

Otra característica importante, correspondió a las variaciones de las derivas de la estructura de cada uno de los pisos y por tipo de análisis sísmico con sismo en el eje X-X, en la que, según la **Tabla 40** las derivas en comparación al análisis dinámico, el análisis estático presentó incrementos y para los análisis tiempo historia según registros sísmicos Ayacucho 1, 2 y 3 presentaron reducciones.

Tabla 40. Derivas en la estructura según el sismo en el eje X-X.

Análisis	Piso	Deriva calculada	Variación de la deriva (%)
Dinámico	Piso 3	0.00280	0.00
	Piso 2	0.00652	0.00
	Piso 1	0.00397	0.00
Estático	Piso 3	0.00351	25.33
	Piso 2	0.00713	9.42
	Piso 1	0.00447	12.57
ATH (1)	Piso 3	0.00219	-21.58

	Piso 2	0.00497	-23.83
	Piso 1	0.00305	-23.28
ATH (2)	Piso 3	0.00277	-1.13
	Piso 2	0.00635	-2.58
	Piso 1	0.00379	-4.50
ATH (3)	Piso 3	0.00245	-12.57
	Piso 2	0.00577	-11.51
	Piso 1	0.00344	-13.36

Fuente: Elaboración propia.

En consecuencia, la **Figura 42** grafica las derivas obtenidas por piso y por tipo de análisis donde para el análisis estático la deriva del piso 2 no cumple con lo máximo establecido por la norma E0.30 (0.007).

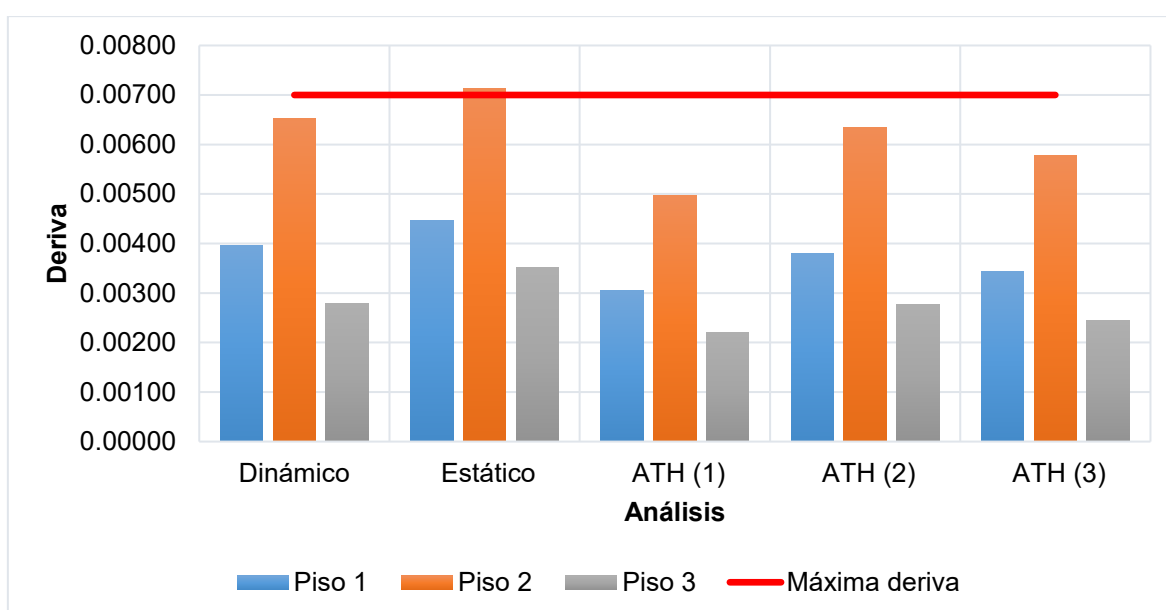


Figura 42. Derivas en la estructura según el sismo en el eje X-X.

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, se consideró las variaciones de las derivas de la estructura de cada uno de los pisos y por tipo de análisis sísmico con sismo en el eje Y-Y. Según la **Tabla 41**, las derivas en comparación al análisis dinámico, el análisis estático presentó mayores valores, mientras que en el análisis tiempo historia según registros sísmicos Ayacucho 1, 2 y 3, fueron menores.

Tabla 41. Derivas en la estructura según el sismo en el eje Y-Y.

Análisis	Piso	Deriva calculada	Variación de la deriva (%)
Dinámico	Piso 3	0.00324	0.00
	Piso 2	0.00673	0.00
	Piso 1	0.00487	0.00

Estático	Piso 3	0.00387	19.45
	Piso 2	0.00780	15.93
	Piso 1	0.00562	15.53
ATH (1)	Piso 3	0.00254	-21.72
	Piso 2	0.00500	-25.68
	Piso 1	0.00363	-25.46
ATH (2)	Piso 3	0.00278	-14.26
	Piso 2	0.00537	-20.22
	Piso 1	0.00372	-23.62
ATH (3)	Piso 3	0.00273	-15.72
	Piso 2	0.00531	-21.00
	Piso 1	0.00394	-18.99

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en la **Figura 43** se representa las derivas obtenidas por piso y por tipo de análisis donde para el análisis estático igualmente la deriva del piso 2 no cumple con lo máximo establecido por la norma E.030 de 0.007.

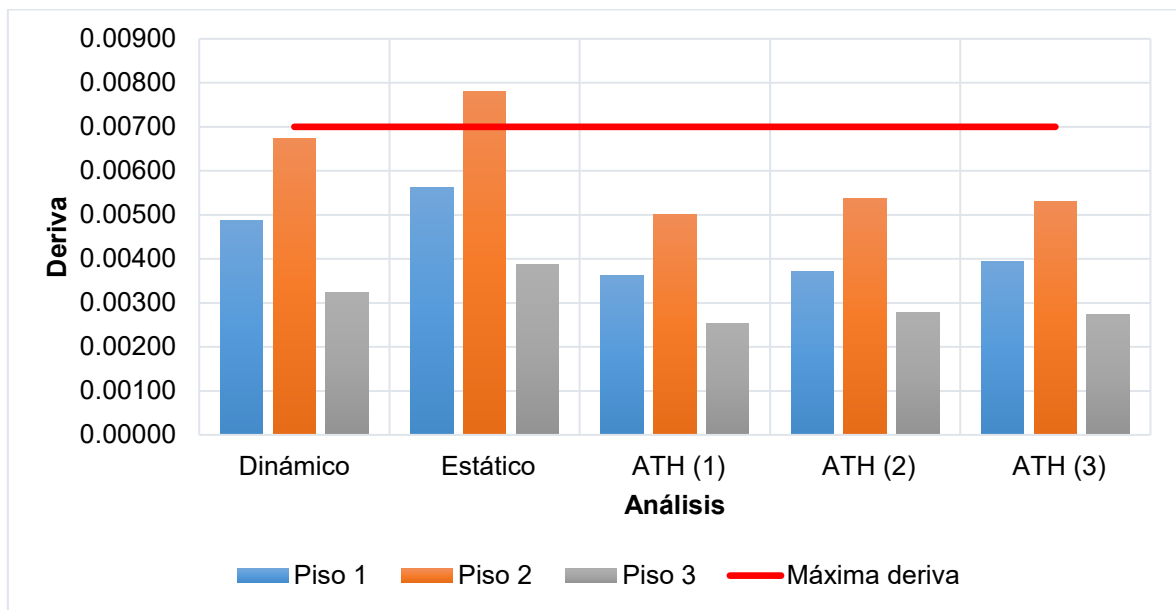


Figura 43. Derivas en la estructura según el sismo en el eje Y-Y.

Fuente: Elaboración propia.

V. DISCUSIONES

Para la evaluación de las diferencias entre los análisis sísmicos con los métodos dinámico modal espectral (análisis estático y dinámico) y tiempo historia de la institución educativa 9 de diciembre en la provincia de La Mar en Ayacucho, se comparó las cortantes en la base, las fuerzas en la estructura (cortantes, torsión y momentos) y las derivas entre pisos, tal como lo ha realizado Peralta (2012) en su investigación, aunque la finalidad de este autor fue la realización de un análisis no lineal en un hospital.

5.1. Cortante en la base

Según el sismo en el eje X-X mediante el análisis estático la cortante en la base fue de 96.65 T, con el análisis dinámico fue 79.23 T y con el análisis tiempo historia según el registro Ayacucho 2 fue 81.53 T; entonces, de analizar tales grupos se tiene que la cortante en la base obtenido con el análisis dinámico es el 18.02 % menos del análisis estático que, según lo mencionado en la Norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones se encuentra dentro lo establecido (no puede ser el 80 % menos de lo obtenido por el análisis estático por ser una estructura regular) por ello no fue necesario escalar; asimismo, lo obtenido con el análisis tiempo historia fue tan sólo el 2.90 % más de lo obtenido con el análisis dinámico.

Con el sismo en el eje Y-Y para el análisis estático se obtuvo una cortante en la base de 96.65 T, para el análisis dinámico de 83.65 T y para el análisis tiempo historia de 80.15 T con el registro Ayacucho 3; por lo tanto, analizando tales valores que deduce que, el análisis dinámico es menor en 13.45 % respecto al análisis estático que, según la Norma E.030 del RNE se encuentra dentro lo establecido; asimismo, se resalta que lo obtenido con el análisis tiempo historia fue 4.18 % menos de lo obtenido con el análisis dinámico.

Por consiguiente, según lo obtenido, se concuerda con Cardona (2017) que comparó el análisis dinámico tiempo historia (DTH) con el análisis dinámico

espectral (DME) y análisis estático (FHE), pues concluyó que la cortante basal obtenida por el método DME fue menor a lo obtenido por el método FHE; sin embargo, se difiere en cuanto a que, según el análisis tiempo historia la cortante basal fue mayor en relación al método estático; adicionalmente, no se concuerda con lo obtenido por Gallegos (2018) que comparó los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral, pues a pesar que concluye que, la cortante basal de los análisis sísmicos tiempo historia tienen ciertas variaciones respecto al análisis modal espectral de la norma E.030, este le resultó mayor a comparación del análisis modal espectral. Del mismo modo, se difiere con Espinoza y Quinto (2018) quienes concluyeron que, la utilización del análisis tiempo historia presenta mayor cortante basal a comparación del análisis modal espectral. Por último, Gallegos (2018) comparó los métodos de análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral, de lo cual también se difiere pues con el análisis tiempo historia encontró mayores cortantes basales que el análisis modal espectral.

5.2. Fuerzas en la estructura

5.2.1. Cortantes entre pisos

La cortante según el análisis estático con sismo en el eje X-X para el piso 3 fue de 22.09 T y para el piso 2 de 78.57 T, con el análisis dinámico se obtuvo para el piso 3 de 17.72 T y en el piso 2 de 66.16 T; y con el análisis tiempo historia según el registro Ayacucho 2 para el piso 3 fue de 16.95 T y para el piso 2 de 68.48 T, deduciendo que las mayores cortantes para el piso 3 se presentó con el análisis estático, seguido del análisis dinámico y el análisis tiempo historia; mientras que, las cortantes en el piso 2, los mayores valores se dieron con el análisis estático, seguido del análisis tiempo historia y del análisis dinámico.

Con el sismo en el eje Y-Y según el análisis estático, la cortante para el piso 3 fue de 22.09 T y para el piso 2 de 78.57 T, con el análisis dinámico para el piso 3 la cortante fue de 18.30 T y para el piso 2 fue de 69.17 T; y consecuentemente para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 3, en el piso 3 se dio una cortante de 16.88 T y en el piso 2 de 64.72 T; con ello, se deduce que, las mayores cortantes

para el piso 3 y 2 se presentó con el análisis estático, seguido del análisis dinámico y el análisis tiempo historia.

Según lo detallado, se concuerda con Cardona (2017) que comparó el análisis dinámico tiempo historia (DTH) con el análisis dinámico espectral (DME) y análisis estático (FHE), pues concluyó que las cortantes entre piso obtenida por el método DME fue menor a lo obtenido por el método FHE; sin embargo, se difiere en cuanto a que, según el análisis tiempo historia las cortantes fue mayor en relación al método estático; en cuanto a lo obtenido por Espinoza y Quinto (2018) se difiere pues, concluyeron que la utilización del análisis tiempo historia presenta mayores cortantes entre pisos a comparación del análisis modal espectral.

5.2.2. Torsión

En cuanto a la torsión, se tiene que para el sismo en el eje X-X con el análisis estático para el piso 3 se obtuvo 126.33 T-m, para el piso 2 de 414.99 T-m y para el piso 1 de 509.67 T-m; según el análisis dinámico para el piso 3 fue de 95.85 T-m, para el piso 2 de 301.23 T-m y para el piso 1 de 361.05 T-m; y con el análisis tiempo historia según registro Ayacucho 3, para el piso 3 fue de 88.03 T-m, para el piso 2 de 275.17 T-m y para el piso 1 de 326.48 T-m; deduciendo que, la mayor torsión en el piso 3, 2 y 1 se da con el análisis estático seguido del análisis dinámico y el análisis tiempo historia.

Respecto a la torsión con sismo en el eje Y-Y, para el piso 3 según el análisis estático fue de 289.97 T-m, para el piso 2 de 1105.70 T-m y para el piso 1 de 1366.76 T-m; según el análisis dinámico para el piso 3 se obtuvo 240.41 T-m, para el piso 2 de 975.39 T-m y para el piso 1 de 1184.67 T-m y de acuerdo al análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 3, para el piso 3 fue de 221.69 T-m, para el piso 2 de 850.37 T-m y para el piso 1 de 1053.07 T-m; por lo tanto, se tiene que, la mayor torsión en el piso 3, 2 y 1 se da con el análisis estático seguido del análisis dinámico y el análisis tiempo historia.

De acuerdo a lo especificado, se concuerda con Flores (2017) quién consideró el análisis de sismo equivalente y tiempo historia, encontrando diferencias mínimas

en cuanto a la torsión tanto con el sismo en el eje X-X e Y-Y entre pisos obtenido con cada método. Sin embargo, se difiere con Espinoza y Quinto (2018) pues concluyeron que la utilización del análisis tiempo historia presenta mayor torsión entre pisos a comparación del análisis modal espectral.

5.2.3. Momentos

Los momentos entre pisos con sismo en el eje X-X según el análisis estático fue para el piso 3 de 142.01 T-m, para el piso 2 de 436.64 T-m y para el piso 1 de 808.73 T-m; acorde al análisis dinámico para el piso 3 fue de 113.92 T-m, para el piso 2 de 351.94 T-m y para el piso 1 de 650.50 T-m; y para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 2, para el piso 3 fue de 108.96 T-m, para el piso 2 fue de 351.80 T-m y para el piso 1 de 665.70 T-m; con ello, se concluye que los mayores momentos en el piso 3, 2 y 1 se dieron con el análisis estático, seguido del análisis dinámico y del análisis tiempo historia.

Los momentos con sismo en el eje Y-Y, para el piso 3 según el análisis estático fue de 142.01 T-m, para el piso 2 fue de 436.64 T-m y para el piso 1 de 808.73 T-m; en cuanto al análisis dinámico para el piso 3 se presentó 117.68 T-m, para el piso 2 de 367.89 T-m y para el piso 1 de 684.57 T-m; y para el análisis tiempo historia con el registro Ayacucho 2 en el piso 3 fue de 107.93 T-m, en el piso 2 de 342.12 T-m y en el piso 1 de 609.74 T-m; por consiguiente, se tiene que, los mayores momentos se dieron con el análisis estático seguido del análisis dinámico y tiempo historia.

Según los resultados obtenidos se difiere con Espinoza y Quinto (2018) pues concluyeron que, la utilización del análisis tiempo historia presenta mayores momentos entre pisos a comparación del análisis modal espectral.

5.3. Derivas

Las derivas considerando el sismo en el eje X-X según el análisis estático, para el piso 3 fue de 0.00351, para el piso 2 de 0.00713 y para el piso 1 de 0.00447; con el análisis dinámico para el piso 3 fue de 0.00280, para el piso 2 de 0.00652 y para

el piso 1 de 0.00397; y con el análisis tiempo historia según el registro Ayacucho 2, para el piso 3 fue de 0.00277, para el piso 2 de 0.00635 y para el piso 1 de 0.00379; concluyendo que, las mayores derivas entre pisos se presenta con el análisis estático seguido del análisis dinámico y tiempo historia; asimismo, es dable resaltar que lo obtenido en el piso 2 según el análisis estático se encuentra sobre lo máximo permitido por el RNE de 0.007 y que la tendencia determinada se asemeja a lo obtenido por Sarango (2020) en su investigación.

Lo referido a las derivas entre pisos por el sismo en el eje Y-Y de acuerdo al análisis estático para el piso 3 fue de 0.00387, para el piso 2 de 0.00780 y para el piso 1 de 0.00562; según el análisis dinámico la deriva para el piso 3 fue de 0.00324, para el piso 2 de 0.00673 y para el piso 1 de 0.00487; y con el análisis tiempo historia según el registro Ayacucho 2, la deriva en el piso 3 fue de 0.00278, para el piso 2 de 0.00537 y para el piso 1 de 0.00372; por consiguiente, se deduce que, las mayores derivas entre pisos se presenta con el análisis estático seguido del análisis dinámico y tiempo historia; más lo obtenido en el piso 2 según el análisis estático se encuentra sobre lo máximo permitido por el RNE de 0.007.

En consecuencia, según lo obtenido, se concuerda con Cardona (2017) que comparó el análisis dinámico tiempo historia (DTH) con el análisis dinámico espectral (DME) y análisis estático (FHE), pues encontró que las derivas con el método DME fueron menores a lo obtenido con el método FHE; sin embargo, se difiere en que las derivas con el método DTH fueron mayores a lo del método FHE. Asimismo, se concuerda con Flores (2017) que consideró el análisis de sismo equivalente y tiempo historia, de lo cual encontró diferencias mínimas en cuanto a la deriva tanto con el sismo en el eje X-X e Y-Y entre pisos obtenido con cada método. No obstante, se difiere con Páez et al. (2019) que utilizó el método de análisis modal espectral, lineal tiempo historia y no lineal Pushover, pues llegó a concluir que las mayores derivas se presentaron con la utilización del análisis tiempo historia, al igual con Espinoza y Quinto (2018) que concluyeron que la utilización del análisis tiempo historia presenta mayores derivas a comparación del análisis modal espectral.

Finalmente, se concluye que, en la mayoría de los antecedentes de investigación considerados, las mayores cortantes, fuerzas y derivas de las estructuras se dieron con la utilización del análisis tiempo historia, a diferencia con lo obtenido en esta investigación, donde se presentó menores valores mediante este método de análisis; esta variación se daría por los diferentes espectros de respuesta sísmica que se consideró.

VI. CONCLUSIONES

1. De la evaluación sísmica con los métodos dinámico modal espectral y tiempo historia para determinar el comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre en la provincia de La Mar en el departamento de Ayacucho, se concluye que, los resultados referentes a cortante en la base, fuerzas en la estructura y derivas entre pisos, fueron mayores con el análisis dinámico modal espectral seguido del análisis tiempo historia con el registro sísmico Ayacucho 2 y 3; no obstante, no se presenta amplia variación de los mismos. Es dable considerar que lo obtenido por medio del análisis dinámico y tiempo historia cumple con lo establecido por la norma E.030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
2. El comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre, mediante el análisis dinámico modal espectral aplicando el software ETABS 2016, fue:
 - Cortante con sismo en el eje X-X, en la base de 79.23 T, en el piso 2 de 66.16 T y en el piso 3 de 17.72 T.
 - Cortante con sismo en el eje Y-Y, en la base de 83.65 T, en el piso 2 de 69.17 T y en el piso 3 de 18.30 T.
 - Torsión con sismo en eje X-X, en el piso 1 de 361.05 T-m, en el piso 2 de 301.23 T-m y en el piso 3 de 95.85 T-m.
 - Torsión con sismo en eje Y-Y, en el piso 1 de 1184.67 T-m, en el piso 2 de 975.39 T-m y en el piso 3 de 240.41 T-m.
 - Momento con sismo en el eje X-X, en el piso 1 de 650.50 T-m, en el piso 2 de 351.94 T-m y en el piso 3 de 113.92 T-m.
 - Momento con sismo en el eje Y-Y, en el piso 1 de 684.57 T-m, en el piso 2 de 367.89 T-m y en el piso 3 de 117.68 T-m.
 - Deriva con sismo en el eje X-X, en el piso 1 de 0.0040, en el piso 2 de 0.0065 y en el piso 3 de 0.0028.
 - Deriva con sismo en el eje Y-Y, en el piso 1 de 0.0049, en el piso 2 de 0.0067 y en el piso 3 de 0.0032.

3. El comportamiento estructural de la institución educativa 9 de diciembre, mediante el análisis tiempo historia aplicando el software ETABS 2016, considerando el sismo registrado en la estación Ayacucho el 30/01/2020 con intensidad de 4 en la escala de Richter, fue:
- Cortante con sismo en el eje X-X, en la base de 81.53 T, en el piso 2 de 68.48 T y en el piso 3 de 16.95 T.
 - Cortante con sismo en el eje Y-Y, en la base de 66.09 T, en el piso 2 de 53.92 T y en el piso 3 de 13.93 T.
 - Torsión con sismo en eje X-X, en el piso 1 de 265.58 T-m, en el piso 2 de 351.80 T-m y en el piso 3 de 108.96 T-m.
 - Torsión con sismo en eje Y-Y, en el piso 1 de 868.47 T-m, en el piso 2 de 708.20 T-m y en el piso 3 de 182.98 T-m.
 - Momento con sismo en el eje X-X, en el piso 1 de 665.70 T-m, en el piso 2 de 351.80 T-m y en el piso 3 de 108.96 T-m.
 - Momento con sismo en el eje Y-Y, en el piso 1 de 609.74 T-m, en el piso 2 de 342.12 T-m y en el piso 3 de 107.93 T-m.
 - Deriva con sismo en el eje X-X, en el piso 1 de 0.0038, en el piso 2 de 0.0064 y en el piso 3 de 0.0028.
 - Deriva con sismo en el eje Y-Y, en el piso 1 de 0.0037, en el piso 2 de 0.0054 y en el piso 3 de 0.0028.

VII. RECOMENDACIONES

1. De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda para el diseño estructural de la institución educativa 9 de diciembre de la provincia de La Mar en el departamento de Ayacucho considerar los resultados del análisis dinámico modal espectral, por presentar un comportamiento estructural más conservador a comparación del análisis tiempo historia según lo registrado en la estación sísmica Ayacucho.
2. Se recomienda que, previamente a la realización del análisis dinámico se considere el análisis estático a fin de verificar que la cortante basal de la estructura de concepción regular o irregular cumpla con lo establecido por la norma E. 030 del Reglamento Nacional de Edificaciones.
3. Para el análisis tiempo historia se recomienda la utilización de registros sísmicos cercanos a la zona de estudio, pues de considerar sismos trascendentes a nivel nacional, se caería en el sobredimensionamiento de la estructura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ATHANASIOU, A., OLIVETO, G. y PONZO, F., 2018. Baseline correction of digital accelerograms from field testing of a seismically isolated building. *Earthquake Spectra*, vol. 34, no. 2, pp. 915–939. ISSN 87552930. DOI 10.1193/022817EQS040M.
- ÁVILA, R., 2017. *Análisis sísmico dinámico en taludes para aseguramiento de estructuras de irrigación Sangalla - Huarochirí - Región Lima 2017* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/13322/Ávila_PR.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- BESKHYROUN, S., NAVABIAN, N., WOTHERSPOON, L. y MA, Q., 2020. Dynamic behaviour of a 13-story reinforced concrete building under ambient vibration, forced vibration, and earthquake excitation. *Journal of Building Engineering* [en línea], vol. 28, pp. 101066. ISSN 23527102. DOI 10.1016/j.jobbe.2019.101066. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.101066>.
- BORJA, M., 2016. *Metodología de la investigación científica para ingenieros* [en línea]. Primera. Chiclayo: s.n. Disponible en: <https://es.slideshare.net/manborja/metodologia-de-inv-cientifica-para-ing-civil>.
- CARDONA, N., 2017. *Estudio del comportamiento estructural al usar los diferentes métodos de análisis sísmico del reglamento colombiano de construcción sismo resistente, NSR-10*. S.I.: Universidad EAFIT.
- CCANTO, G., 2010. *Metodología de la investigación científica en ingeniería civil*. Lima - Perú: Gerccantom.
- CHILÓN, W., 2013. *Comportamiento sísmico de un módulo del colegio José Carlos Mariátegui ente el sismo de Pisco del 15 de agosto del 2007*. S.I.: Universidad Nacional de Cajamarca.

CHOPRA, A., 2020. *Dynamics of Structures* [en línea]. Quinta. United Kingdom: Pearson Educación. ISBN 10-1-29-224918-8. Disponible en: [www.pearsonglobaleditions.com ?c](http://www.pearsonglobaleditions.com/?c).

DOLAN, C.W. y NILSON, A.H., 2016. *Design of concrete structures*. S.I.: s.n. ISBN 9780073397948.

DU, W., ZHANG, S. y LI, Q., 2020. Anti-seismic performance comparison of response spectrum analysis and time history analysis based on computer big data. *Journal of Physics: Conference Series*, vol. 1648, no. 3. ISSN 17426596. DOI 10.1088/1742-6596/1648/3/032088.

EBAD SICHANI, M., PADGETT, J.E. y BISADI, V., 2018. Probabilistic seismic analysis of concrete dry cask structures. *Structural Safety* [en línea], vol. 73, no. November 2017, pp. 87–98. ISSN 01674730. DOI 10.1016/j.strusafe.2018.03.001. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.strusafe.2018.03.001>.

ENRIQUE, G., 2014. *Diseño estructural de un edificio residencial de concreto armado de ocho pisos y semisótano* [en línea]. Perú: Pontificia Univerisidad Católica del Perú. Disponible en:

http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/5388/AZA_GIANCARLO_DISEÑO_ESTRUCTURAL_EIDFICIO_CONCRETO_ARMADO_OCHO_PISOS_SEMISOTANO.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ESPINOZA, A. y QUINTO, W., 2018. *Estudio comparativo de respuestas sísmicas entre modal espectral y tiempo-historia aplicado a un edificio 16 pisos en el distrito de Magdalena del Mar- Lima, 2018*. S.I.: Universidad Cesar Vallejo.

ESTEBA, A., 2017. *Análisis Estático y dinámico no lineal en el desempeño de un edificio de concreto armado diseñado bajo la norma E-030 en Puno* [en línea]. Perú: Universidad Nacional del Altiplano. Disponible en:

<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/6079>.

FLORES, D. y RAVELO, M., 2019. *Comparación técnica y económica entre un sistema dual y un sistema con aislador elastomérico con núcleo de plomo (LRB) para un edificio en el distrito de Surquillo* [en línea]. Lima: Universidad Ricardo Palma. Disponible en:
http://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/URP/2789/CIV_T030_47891847_T_RAVELO_ARCOS_MAYRA_ANDREA.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

FLORES, M., 2017. *Evaluación dinámica de una estructura ubicada en pedernales mediante un análisis de sismo equivalente y un análisis tiempo historia*. S.I.: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

GALLEGOS, J., 2018. *Comparación de los métodos e análisis sísmico tiempo historia lineal elástico y modal espectral*. S.I.: Universidad Nacional de San Agustín.

HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C. y BAPTISTA, P., 2014. *Metodología de la investigación*. 5°. México D.F.: s.n. ISBN 9786071502919.

KATSIKADELIS, J., 2013. *Dynamic Analysis* [en línea]. Primera. United Kingdom: Elsevier. ISBN 978-0-12-818643-5. Disponible en:
<https://www.elsevier.com/books-and-journals>.

MAHMOUD, S., GENIDY, M. y TAHOON, H., 2017. Time-History Analysis of Reinforced Concrete Frame Buildings with Soft Storeys. *Arabian Journal for Science and Engineering*, vol. 42, no. 3, pp. 1201–1217. ISSN 21914281. DOI 10.1007/s13369-016-2366-1.

MAMANI, E., 2018. *Evaluación de riesgo sísmico de centros educativos de nivel secundario de la ciudad de Puno* [en línea]. Perú: Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Disponible en:
<http://repositorio.uancv.edu.pe/handle/UANCV/2978>.

MANQUELAFQUÉN, R., 2018. *Análisis sísmico con métodos modal espectral y*

tiempo historia para un modelo integrado de turbo generador de 375 MW, Nch2369 actualizada [en línea]. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Disponible en:

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/153362/Análisis-sísmico-con-métodos-modal-espectral-y-tiempo-historia-para-un-modelo-integrado-de-turbo-generador.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

MARTÍNEZ, P. y REINOSO, E., 2016. Estudio del peligro sísmico de Ecuador y propuesta de espectros de diseño para la ciudad de Cuenca. *Revista de Ingeniería Sísmica* [en línea], vol. 26, no. 94, pp. 1–26. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-092X2016000100001.

MESTANZA, J., 2019. *Estudio comparativo del comportamiento sísmico de estructuras de concreto armado, Lima 2019* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en:

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/35351>.

MINISTERIO DE VIVIENDA CONSTRUCCIÓN Y SANEAMIENTO, 2018. *Norma técnica E.030 Diseño sismorresistente*. 2018. Perú: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento.

MOEHLE, J.P., HOOPER, J.D., KELLY, D.J. y MEYER, T.R., 2010. Seismic design of cast in place concrete diaphragms, chords, and collectors. *NEHRP Seismic Design Technical Brief* [en línea], no. 3. Disponible en:

<https://www.nehrp.gov/pdf/nistgcr10-917-4.pdf>.

MORALES, R., 2006. *Diseño en concreto armado*. Tercera Ed. Lima - Perú: Instituto de la Construcción y Gerencia.

ÑAUPAS, H., 2014. *Metodología de la investigación cuantitativa - cualitativa y redacción de la tesis*. 2014. Colombia: Ediciones de la U.

PÁEZ, D., VERA, D. y BARBERÁN, J., 2019. Análisis del comportamiento

estructural a edificio afectado el 16 de abril de 2016. *Las investigaciones en las ciencias técnicas*. Primera. A. manta - Manabí - Ecuador: s.n., pp. 85–102. ISBN 9789942775764.

PERALTA, M., 2012. *Análisis estático no lineal y análisis dinámico no lineal del hospital de Vielha* [en línea]. España: Universidad Politécnica de Cataluña.

Disponible en:

https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/17872/Tesina_Maximo.pdf.

RAGHAVENDRA, M.S., SHILPA, B.S. y BHATTACHARYA, M.C., 2017. Comparative study of commercial high-rise building with flat slab by varying slope of the ground for different soil and seismic zone condition. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)* [en línea], vol. 4, no. 8, pp. 2295–2300. Disponible en: <https://irjet.net/archives/V4/i8/IRJET-V4I8414.pdf>.

RICALDI, G., 2019. *Análisis dinámico comparativo modal espectral vs tiempo historia de una estructura con muros de ductilidad limitada, Villa el Salvador - 2019* [en línea]. Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/49656/Ricalde_EGY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

ROJAS, D., 2017. *Comparación entre el método estático y el método dinámico (modal espectral y tiempo historia) aplicados en una edificación Multifamiliar de cuatro niveles de albañilería confinada en la ciudad de Cajamarca* [en línea]. Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Disponible en: <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/1023>.

RONCAL, J., 2017. *Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de siete pisos en el distrito de San Isidro* [en línea]. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Disponible en: <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/9255>.

SARANGO, J., 2020. *Comparación de la respuesta dinámica de estructuras apertadas de hormigón armado utilizando los métodos modal espectral (NEC2015) y tiempo historia de aceleraciones (Pedernales 2016)* [en línea]. Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18599/1/UPS-ST004514.pdf>.

SCHMIT, V. y QUIRÓS, C., 2007. Caracterización de los registros acelerográficos obtenidos en el laboratorio de ingeniería sísmica de la Universidad de Costa Rica. *Ingeniería* [en línea], vol. 17, no. 1, pp. 27–41. Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/672>.

SEISMOSOFT, 2018. *Technical information sheet* [en línea]. 2018. Piazza Castello: s.n. Disponible en: www.seismosoft.com.

SILVA, V., AMO-ODURO, D., CALDERON, A., COSTA, C., DABBEEK, J., DESPOTAKI, V., MARTINS, L., PAGANI, M., RAO, A., SIMIONATO, M., VIGANÒ, D., YEPES-ESTRADA, C., ACEVEDO, A., CROWLEY, H., HORSPOOL, N., JAISWAL, K., JOURNEAY, M. y PITTORE, M., 2020. Development of a global seismic risk model. *Earthquake Spectra*, vol. 36, no. 1_suppl, pp. 372–394. ISSN 87552930. DOI 10.1177/8755293019899953.

TRUJILLO, E., 2017. *Diseño integral de estructuras con sistema de aislación sísmica aplicado a un edificio de concreto armado* [en línea]. Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/4108/TrujilloBenito.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

UGALDE, D., LOPEZ-GARCIA, D. y PARRA, P., 2019. Análisis del desempeño sísmico de un edificio de muros de hormigón sin daño utilizando el análisis no lineal. *Congreso Chileno de Sismología e Ingeniería Sísmica* [en línea], vol. 1, pp. 13. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Pablo_Parra_Torres/publication/3323038

65_Analisis_del_desempeno_sismico_de_un_edificio_de_muros_de_hormigon_sin_dano_utilizando_analisis_no_lineal/links/5d52db7e92851c93b62e4975/ Analisis-del-desempeno-sismico-de-un-edi.

VILLALBA, P., 2015. *Comparación del análisis modal espectral, lineal y no lineal* [en línea]. Ecuador: Universidad Central del Ecuador. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4238/1/T-UCE-0011-67.pdf>.

WU, Y., LIU, N. y QI, A., 2019. Seismic performance of a new structural design solution for first-story isolated RC buildings with coupled beam-column connections. *Applied Sciences (Switzerland)* [en línea], vol. 9, no. 1. ISSN 20763417. DOI 10.3390/app9010177. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/1/177>.

YANG, Z.B., RADZIENSKI, M., KUDELA, P. y OSTACHOWICZ, W., 2017. Two-dimensional Chebyshev pseudo spectral modal curvature and its application in damage detection for composite plates. *Composite Structures* [en línea], vol. 168, pp. 372–383. ISSN 02638223. DOI 10.1016/j.compstruct.2017.02.066. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compstruct.2017.02.066>.

YOO, D.Y., YUAN, T., YANG, J.M. y YOON, Y.S., 2017. Feasibility of replacing minimum shear reinforcement with steel fibers for sustainable high-strength concrete beams. *Engineering Structures* [en línea], vol. 147, pp. 207–222. ISSN 18737323. DOI 10.1016/j.engstruct.2017.06.004. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.engstruct.2017.06.004>.

ANEXOS

ANEXO 01: PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1. Vista de las condiciones actuales de la institución educativa 9 de diciembre.



Fotografía 2. Vista del primer punto de referencia de la institución educativa 9 de diciembre



Fotografía 3. Vista de la inspección en campo de la institución educativa 9 de diciembre.



Fotografía 4. Vista de la inspección en campo de la institución educativa 9 de diciembre.



Fotografía 5. Vista panorámica de la institución educativa 9 de diciembre.



Fotografía 6. Vista del levantamiento topográfico de la institución Educativa 9 de diciembre.



Fotografía 7. Vista de la toma de puntos topográficos con el prisma.



Fotografía 8. Vista panorámica de la zona de estudio.



Fotografía 9. Vista de la condición de las aulas de la institución educativa 9 de diciembre.



Fotografía 10. Vista actual de las condiciones estructurales de la institución educativa 9 de diciembre.

ANEXO 02: ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Tesis:

“EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR – AYACUCHO”

UBICACIÓN:
LUGAR : I.E. 9 DE DICIEMBRE
DISTRITO : SAN MIGUEL
PROVINCIA : LA MAR
REGIÓN : AYACUCHO.

ENERO – 2021

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

ÍNDICE

1	GENERALIDADES	3
1.1	RESUMEN Y CONCLUSIONES.....	3
1.2	ANTECEDENTES.....	4
1.3	OBJETIVO DE ESTUDIO.....	4
1.4	NORMATIVIDAD.....	4
1.5	UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.....	5
1.6	ALTITUD DE LA ZONA Y CLIMA.....	6
1.7	VIAS DE ACCESO.....	7
2	GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO	8
2.1	GEOMORFOLOGÍA DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL.....	8
2.2	EVALUACION DE PELIGROS FISICOS.....	9
2.2.1	FENÓMENOS GEODINÁMICOS EXTERNA.....	9
2.2.2	VULNERABILIDAD Y RIESGOS FÍSICOS ANTE DESASTRES.....	9
2.2.3	RIESGO.....	10
2.3	GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	10
2.4	GEOLOGÍA LOCAL.....	12
2.5	GEODINÁMICA.....	13
2.5.1	GEODINÁMICA REGIONAL.....	13
2.5.2	GEODINÁMICA LOCAL.....	14
2.6	DETERMINACIÓN DE PERFILES DE SUELO.....	14
2.7	SISMICIDAD.....	18
2.8	FACTORES FÍSICOS DEL TERRENO.....	20
2.9	PARAMETROS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE SOSTENIMIENTO.....	20
2.10	CONDICIONES DE FRONTERA.....	22
3	INVESTIGACION DE CAMPO	25
3.1	ESTUDIOS GEOTECNICOS REALIZADOS.....	26
3.1.1	EXCAVACION DE CALICATAS.....	26
3.1.2	TOMA DE MUESTRAS.....	27
3.1.3	CALICATAS DE EXPLORACIÓN.....	28
3.2	MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES.....	28
3.3	ENSAYOS DPL.....	29
4	ENSAYOS DE LABORATORIO	31
4.1	RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDARES.....	31
4.2	DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO.....	33
4.2.1	CALICATAS 01.....	33
4.2.2	CALICATA 02.....	34
4.2.3	CALICATA 03.....	35
4.2.4	CALICATA 04.....	36
4.2.5	CALICATA 05.....	37
4.2.6	CALICATA 06.....	38
4.2.7	CALICATA 07.....	39
4.2.8	CALICATA 08.....	40
4.2.9	CALICATA 09.....	41
4.2.10	CALICATA 10.....	42
4.3	ENSAYOS ESPECIALES.....	43
5	DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO	45
5.1	CLASIFICACION DE MATERIALES CON FINES DE EXCAVACION PARA ZANJA.....	46
6	ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	47

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 84814
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO



6.1	CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE	47
6.2	ANÁLISIS DE DATOS, ESTRATO DE CIMENTACIÓN Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	47
6.3	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO DE LA CIMENTACIÓN.	50
6.4	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN.	51
6.5	TIPO DE CIMENTACIÓN	51
7	TRATAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISOS INTERIORES Y VEREDAS.	52
8	PERFILES ESTRATIGRAFICOS	53
9	AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION	54
10	MATERIAL PARA CONCRETO	55
10.1	CANTERA DE AGREGADO PARA CONCRETO	55
10.1.1	CANTERA DE AGREGADOS	56
10.1.2	DISEÑO DE CONCRETO (MÉTODO DEL COMITÉ 211 DEL ACI).	56
11	DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LOSAS	57
11.1	ANTECEDENTES DEL DISEÑO DE LOSAS	57
11.2	RESISTENCIA DE LA LOSA.....	57
11.3	RESISTENCIA DEL SUELO.....	57
11.4	MÉTODO DEL PROYECTO DE PAVIMENTO RÍGIDO DE LAS INVESTIGACIONES REALIZADAS.....	58
12	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	59
13	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	63

- PLANOS DE UBICACIÓN DE LAS CALICATAS
- PERFIL ESTRATIGRÁFICO
- REGISTRO DE EXPLORACIONES
- ENSAYOS DE LABORATORIO PARA LA SUBRASANTE
- ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LA SUBRASANTE
- ENSAYOS DE PROCTOR MODIFICADO Y CBR DE LA CANTERA PARA SUB BASE
- ENSAYOS DE CANTERA PARA CONCRETO
- DISEÑO DE MEZCLA CON AGREGADO GRUESO Y FINO
- PANEL FOTOGRÁFICO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94814
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

1 GENERALIDADES

1.1 RESUMEN Y CONCLUSIONES

El presente Informe comprende el Estudio de Mecánica de Suelos requerido por el Proyectista, para determinar las condiciones de terreno a pavimentar del Estudio del proyecto: **EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR – AYACUCHO** ubicado en el Distrito de San Miguel, Provincia de La Mar, Región de Ayacucho. El terreno donde se construirá la institución educativa tiene una superficie de pendiente moderada, terreno con construcciones. El programa de exploración de campo se lleva a cabo con la apertura de diez (10) calicatas a cielo abierto, máximo profundidad excavada es 3.00m, con respecto a la superficie actual del terreno, denominadas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09 y C-10; en las cuales hay presencia de materiales residuales, materiales de rellenos de las construcciones aledañas.

Perfil Estratigráfico del Terreno. El perfil del suelo registrado, está conformado por una capa superior de material de material de arena limosa o relleno antrópico de 0.15 a 0.30 m de espesor de color oscuro a marrón claro, luego estrato E-2, conformado por arenas limosas de color marrón claro luego subyace el estrato E-3 conformado por boleos y bloques tienen una resistencia a la excavación de color marrón claro, en conjunto presenta compacidad densa. No hay presencia de nivel freático hasta la profundidad de excavación.

En general en el área donde se ubicarán estructuras, se recomienda retirar la capa superior de suelo de material antrópico y que la base de las estructuras debe ser suelo competente. Las sobre excavaciones necesarias para cumplir con este requisito deberán rellenarse con suelo competente. Podrán conformarse los rellenos requeridos para alcanzar los niveles del proyecto. Las rellenas deberán conformarse con un material granular seleccionado, preferentemente grava arenosa, bien graduada, limpia o ligeramente limosa, por capas horizontales de no más de 0.25 m de espesor, cada una de las cuales deberá compactarse a un mínimo del 95% de la máxima densidad seca del ensayo proctor modificado. El tamaño máximo del material de relleno no deberá exceder de 1/3 del espesor de la capa de relleno a compactar. Con respecto a las pendientes que deben dejarse en los materiales para garantizar su estabilidad definitiva sin estructuras de soporte.

El material más desfavorable que conformara el área del proyecto son los rellenos mal conformados y materiales de cobertura contaminados y se debe eliminar o remplazar con material competente.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



1.2 ANTECEDENTES.

Por encargo del Contratista, se realiza el Estudio de Mecánica de Suelos, para la tesis: **“EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR – AYACUCHO”**

1.3 OBJETIVO DE ESTUDIO.

El presente trabajo tiene por objetivo determinar **las condiciones geológicas y geotécnicas del suelo de fundación**, para las estructuras proyectadas.

Esta evaluación se realizó por medio de trabajos de campo, laboratorio, y gabinete, que incluyen la excavación de 10 calicatas o pozos a cielo abierto, ensayos de laboratorio, a fin de obtener las principales características físicas y propiedades química del suelo, sus propiedades de agresividad química y realizar las labores de gabinete en base a los cuales se define los perfiles estratigráficos y las recomendaciones generales para la cimentación de las estructuras proyectadas.

Para el caso del proyecto, estos resultados permitirán definir las actividades del proceso constructivo dependiendo del tipo de suelo encontrado, (suelo normal, semirocoso o rocoso), para estimar los costos unitarios asociados al presupuesto del proyecto en la partida de excavaciones.

Este estudio se ha realizado mediante investigación geotécnica que involucra trabajos de campo, apertura de calicatas (calicatas a cielo abierto) toma de muestras, auscultación con equipos livianos y ensayos de laboratorio.

1.4 NORMATIVIDAD.

El presente Estudio de Suelos con fines de Cimentación está en concordancia con la **RESOLUCIÓN MINISTERIAL Nº 406 -2018-VIVIENDA, NTE E-050 “Suelos y cimentaciones”** (3 de diciembre de 2018)

- Norma Técnica E.030 "Diseño sismo resistente"
- Norma Técnica E.050 "Suelos y cimentaciones"
- Norma Técnica E.060 "Concreto armado"

Y otras normas aplicables específicas, especialmente relacionadas a los ensayos de campo y laboratorio, ASTM, AASHTO, BS, entre otras.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg/col Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

1.5 UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

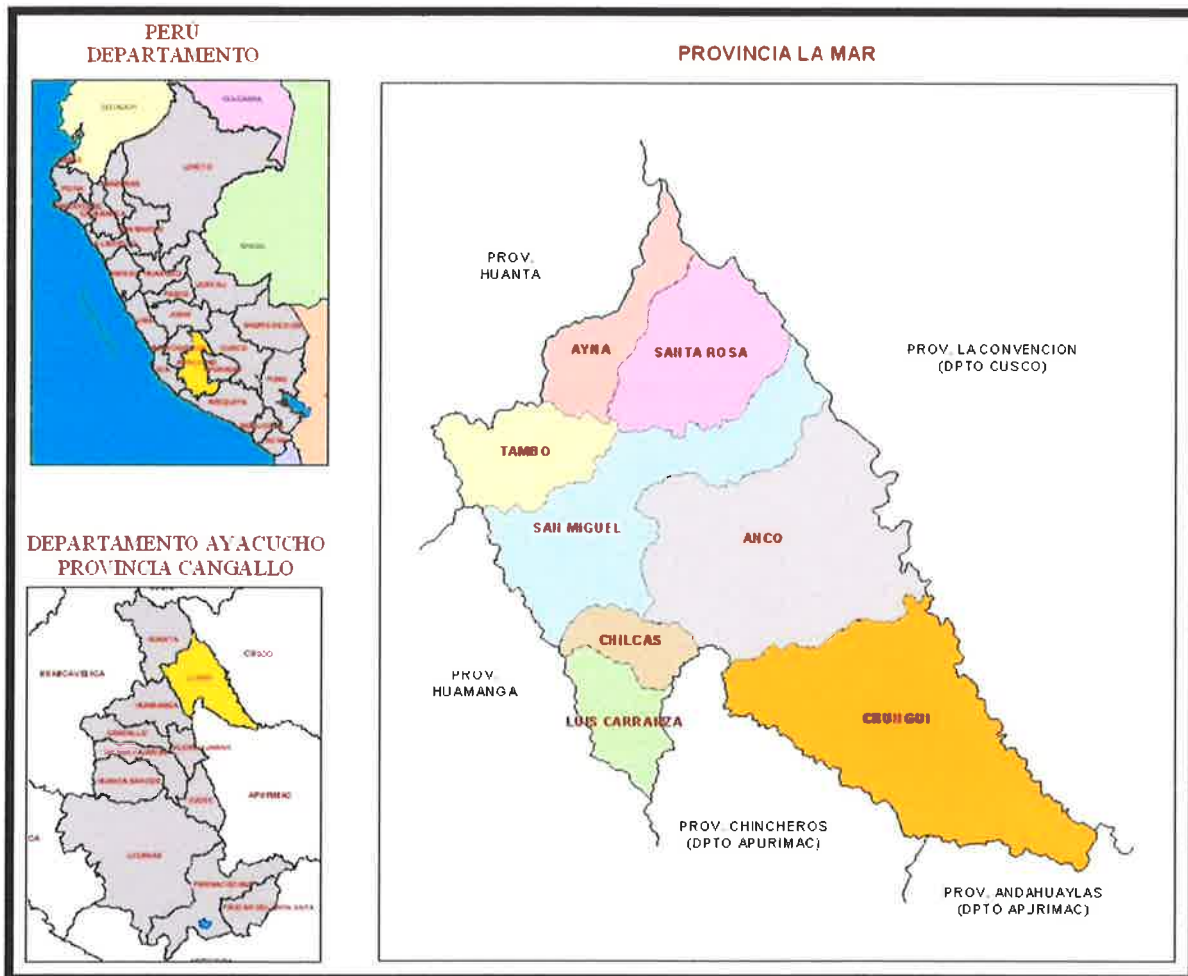
1.5.1. Ubicación Política

El área donde se desarrolla el estudio del presente proyecto, tiene la siguiente ubicación política:

Departamento : Ayacucho.
 Provincia : La Mar
 Distrito : San Miguel
 Lugar : San Miguel - Institución educativa pública 9 de diciembre

LAMINA Nº01

DIVISION POLITICA ADMINISTRATIVA DE LA PROVINCIA DE LA MAR



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
 INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
 JEFE DE LABORATORIO

1.5.2. Ubicación Geográfica

Geográficamente la zona en estudio se encuentra ubicada entre las coordenadas UTM

COORDENADAS UTM DATUM: WGS 84 ZONA 18L	VERTICE INSTITUCIÓN EDUCATIVA PÚBLICA 9 DE DICIEMBRE	COORDENADAS	
		ESTE	NORTE
		610598.00	8561095.00

El área en estudio se desarrolla entre las cotas absolutas 2666 msnm.

LAMINA Nº2
FOTOGRAFIA SATELITAL DE LA UBICACIÓN DEL PROYECTO:
SAN MIGUEL - INSTITUCIÓN EDUCATIVA PÚBLICA 9 DE DICIEMBRE



1.6 ALTITUD DE LA ZONA Y CLIMA

La Zona de Estudio se encuentra a una altitud de 2.666 m.s.n.m. Aproximadamente, por su altitud está ubicada en la sierra según la clasificación de Javier Pulgar en la región quechua. La zona está caracterizada por una estación seca de mayo a noviembre, con menores temperaturas, denominada invierno y otra estación lluviosa con mayores temperaturas, entre los meses de diciembre y abril. La época lluviosa dificulta la ejecución de obras de construcción. La temperatura media anual fluctúa entre 11°C y 16°C, y una temperatura máxima entre 22°C y 29°C.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94014
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

1.7 VIAS DE ACCESO.

El acceso al Distrito de San Miguel, se realiza por la ruta: Lima-Huamanga –San Miguel, siendo este trayecto por vía asfaltada; asimismo la ruta de Lima - huamanga es una ruta asfaltada de 560 Km. de longitud, la vía de huamanga - San Miguel es una vía asfaltada con 100 Km. De longitud.

Tabla: Vías de Acceso al Centro Poblado de San Miguel desde Ayacucho

De	A	Dist (Km)	Tiempo (Hr)	Tipo de Vía	Frecuencia	Medio de transporte
Ayacucho	Quinua	45	1	Asfaltado	Diario	Microbuses, Combis y Autos.
Quinua	San Miguel	55	1.5	Afirmada	Diario	Microbuses, Combis y Autos.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

2 GEOMORFOLOGÍA, GEOLOGÍA Y SISMICIDAD DEL AREA EN ESTUDIO

2.1 GEOMORFOLOGÍA DEL DISTRITO DE SAN MIGUEL

El territorio del distrito de San Miguel, está conformado por Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs2-e); Vertiente montañosa y colina empinada a escarpada (Vs1-e); Vertiente montañosa empinada a escarpada (VsA2-e); Vertiente montañosa empinada a escarpada (Vs3-e), Vertiente montañosa empinada a escarpada (VsA1-e); Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs2-d); Vertiente montañosa moderadamente empinada (Vs3-d) y Fondo de valle y llanura aluvial (FvS-a).

Geomorfológicamente, el territorio presenta las características siguientes:

Elevación de 300 a más 1,000 metros de altura, con una pendiente mayor al 50% con numerosos escarpes, vertiente muy agreste que alterna superficie rocosa y cubierta discontinua de material coluvial.

Elevación de 0 a 1,000 metros de altura y pendiente predominante mayor de 50% con superficie mayormente rocosa y cubierta discontinua de material glaciar y periglaciar.

Elevación de 300 a más de 1,000 metros de altura y pendiente mayor de 50% con numerosos escarpes, vertiente muy agreste boscosa, que altera superficie rocosa y de suelo superficial, con cubierta coluvial y fuerte meteorización arcillosa. Elevación de 300 a 1,000 metros de altura y pendiente mayor de 50% con numerosos escarpes. Vertiente muy agreste semiárida a sub desértica con superficie generalmente rocosa y cubierta discontinua de origen coluvial.

Elevación de 300 a más de 1,000 metros de altura y pendiente mayor de 50%, con numerosos escarpes. Vertiente muy agreste, boscosa, que alterna superficie rocosa y de suelos superficiales, con cubierta coluvial y fuerte meteorización arcillosa.

Elevaciones de 300 a 1,000 metros de altura y pendiente predominante de 25 a 50% que alterna superficie rocosa y cubierta discontinua de material coluvial.

Elevación de 300 a 1,000 metros de altura y pendiente predominante de 25 a 50% de vertiente semiárida a sub desértica, con superficie rocosa alternada de formación coluvial y acumulación fluvial reciente (holocénica y preholocénica), que forma planicie de 0 a 4% de pendiente en nivel de terrazas que tapizan los fondos de valles de las montañas andinas orientales.

b) Riesgos Naturales

El territorio del distrito de San Miguel, se halla expuesto a riesgos naturales como: erosión de laderas, huaycos, deslizamientos y erosión fluvial.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

2.2 EVALUACION DE PELIGROS FISICOS

El emplazamiento de San Miguel es afectado por desbordes de las quebradas canal pata, linares y puracuti que atraviesan la ciudad dividiéndola en tres sectores, generando el deslizamiento de tierras a consecuencia de las lluvias anuales, y que afectan zonas urbanas de la ciudad. Ante esto no existe ningún tipo de prevención por parte de los pobladores ni asistencia técnica por parte de la municipalidad.

2.2.1 Fenómenos Geodinámicos Externa

a) Precipitaciones Pluviales

Se presentan de octubre a marzo, generan deslizamientos en ciertos puntos principalmente en las márgenes del río Torobamba.

b) Erosión

Las fuertes lluvias que actúan más directamente en aquellas áreas desnudas ocasionando la erosión que determina taludes inestables.

2.2.2 Vulnerabilidad y Riesgos Físicos ante Desastres

El emplazamiento de la ciudad por sus características geográficas esta propenso a una serie de fenómenos naturales que podría generar desastres, estos inciden en mayor medida en aquellos sectores urbanos que presentan un grado de vulnerabilidad mayor. Esto genera sectores identificables por su criticidad ante riesgos físicos y desastres.

2.2.2.1 Grados de Vulnerabilidad

La evaluación de la vulnerabilidad ante desastres permite determinar para cada uno de las áreas urbanas amenazadas por peligros naturales, los grados de vulnerabilidad que podemos encontrar son:

- **Grado de Vulnerabilidad Alto.** Corresponde al Puente Canal Pata y la parte de estadio y puente Orno Pata, que en un eventual desastre natural se verían afectado por presentar un grado mayor de vulnerabilidad o mínima resistencia ante los peligros naturales. En este caso la población cercana está directamente expuesta a los peligros naturales que se le pueda presentar.
- **Grado de Vulnerabilidad Medio.** Corresponden a la quebrada puracati en ambas márgenes por su proximidad de las viviendas y algunos equipamientos.
- **Grado de Vulnerabilidad Bajo.** Corresponde a las áreas urbanas centrales de la ciudad que se encuentra más protegidos ante cualquier desastre natural.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUIMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

2.2.3 Riesgo

La determinación de los riesgos físicos ante desastres permite la evaluación conjunta de los peligros naturales y la vulnerabilidad. En este caso se identifican sectores críticos ante desastres naturales, calificando su condición en función al número de amenazas y grado de vulnerabilidad.

2.2.3.1 Sector Crítico de Riesgo Alto

Corresponde a las quebradas Canal Pata y Linares ubicados específicamente en el puente Canal Pata y el Puente Orno Pata donde se han posesionado viviendas y equipamientos que por su cercanía y estar asentadas en áreas dentro del límite de crecida del riachuelo presentan un alto riesgo ante desbordamientos e inundaciones y además porque en estos lugares los cauces de los riachuelos han sufrido un estrangulamiento de su sección original.

2.2.3.2 Sector Crítico de Riesgo medio

Áreas circundantes a las quebradas por su colindancia a los sectores críticos de riesgo alto, es de necesidad establecerlos como sectores de riesgo medio, algunas áreas con poca concentración quedan incluidas por presentar capacidad de densificación mayor.

2.2.3.3 Sector crítico de Riesgo Bajo

Corresponde al Área Central de la ciudad donde se ubica la municipalidad y el parque principal, áreas relativamente planas, que presenta un riesgo bajo ante desastres naturales por encontrarse circundada de áreas que reciben y amortiguan su riesgo.

2.3 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Geológicamente, el área se encuentra ubicada en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, cerca de una cadena de conos volcánicos y de centros volcánicos ubicados al Noreste, de tal forma que toda la zona está muy influenciada por la intensa actividad volcánica cenozoica ocurrida en esta región, la misma que se halla cubierta exclusivamente por formaciones rocosas dejadas directamente por el vulcanismo, así como por delgadas acumulaciones recientes, aluviales, coluviales y glaciales, derivadas de la destrucción de las antiguas rocas volcánicas. Según, estudios geológicos desarrollados en el ámbito de la evaluación, ésta tiene origen en la etapa terciaria de la formación de la tierra como resultado de una actividad volcánica, donde resalta la formación de Terrazas aluviales de valle, planicies inclinadas de valle, altiplanicies onduladas, colinas ligeramente empinadas, colinas medianamente empinadas y colinas empinadas.

En la zona de estudio las rocas que afloran son de origen volcánico, tanto de rocas producidas

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

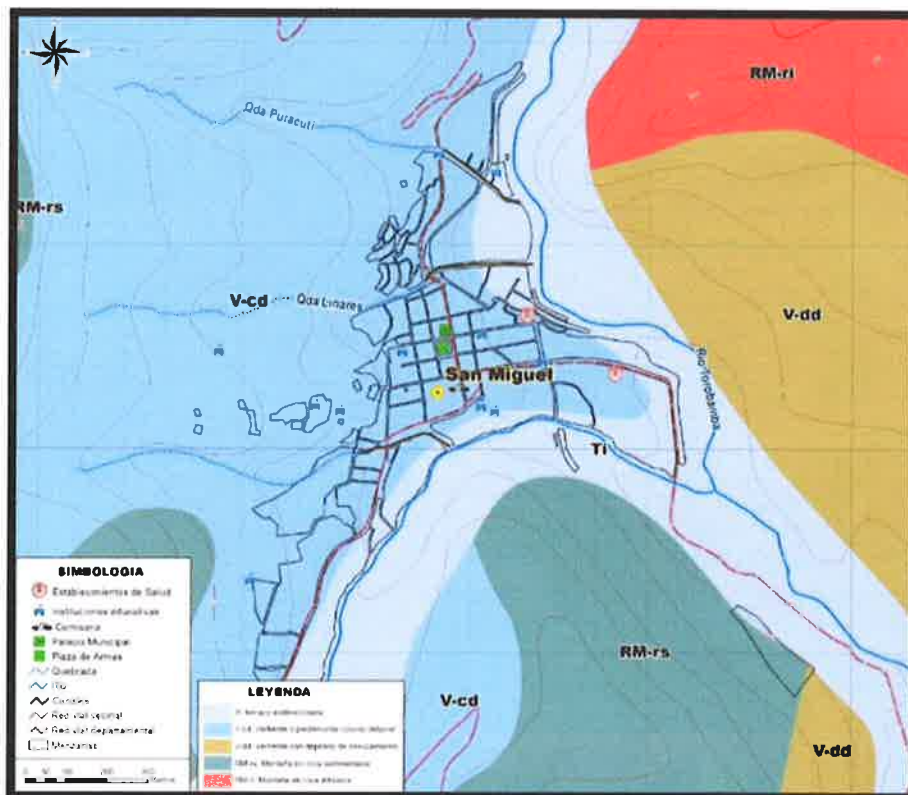
directamente por las fases de vulcanismo, como por la acumulación de partículas o fragmentos originados por la erosión de las formaciones volcánicas superficiales. La edad de las formaciones aflorantes comprende únicamente rocas volcánicas cenozoicas o terciarias, que van desde el Paleógeno hasta el Cuaternario.

Morfológicamente el sector en estudio presenta un relieve con relativa pendiente, el cauce del río por formaciones de meandros, producto de la dinámica fluvial y por existencia desordenada de la explotación de materiales de acarreo destinados para la construcción, donde se aprecia islotes que son producto de la sedimentación de los materiales arrastrados en periodos de crecidas del río.

El lecho del río en la zona en estudio de manera general es casi planicie con pendientes de fondo que pueden variar de 2% en secciones estables a 5% en secciones de correntada aproximadamente; las condiciones de fondo del río se caracterizan por ser lechos naturales con fondo sólido irregulares y con transporte regular de sedimentos de agregado fino y grueso.

El centro poblado de San Miguel según el mapa geomorfológico realizado por INGEMMET se ubica en un piedemonte coluvio – deluvial, en las partes bajas se ubican en la terraza baja del río Torobamba.

Mapa Geomorfológico: se ubica en el cuadrangular San Miguel



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
RICARDO AVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO-INGENIERO CIVIL
REG. del Colegio de Ingenieros del Perú N.º 99314
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

2.4 GEOLOGÍA LOCAL

La evaluación geológica del área de estudio, se ha realizado en base a la información publicada por el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET), y al reconocimiento en campo de las principales formaciones rocosas del sector, sus características físicas y estructurales. Geológicamente, el área se encuentra ubicada en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, cerca de una cadena de conos volcánicos y de centros volcánicos ubicados al Noreste, de tal forma que toda la zona está muy influenciada por la intensa actividad volcánica cenozoica ocurrida en esta región, la misma que se halla cubierta exclusivamente por formaciones rocosas dejadas directamente por el vulcanismo, así como por delgadas acumulaciones recientes, aluviales, coluviales y glaciales, derivadas de la destrucción de las antiguas rocas volcánicas.

ESTRATIGRAFÍA

En la zona de estudio las rocas que afloran son de origen volcánico, tanto de rocas producidas directamente por las fases de vulcanismo, como por la acumulación de partículas o fragmentos originados por la erosión de las formaciones volcánicas superficiales. La edad de las formaciones aflorantes comprende únicamente rocas volcánicas cenozoicas o terciarias, que van desde el Paleógeno hasta el Cuaternario.

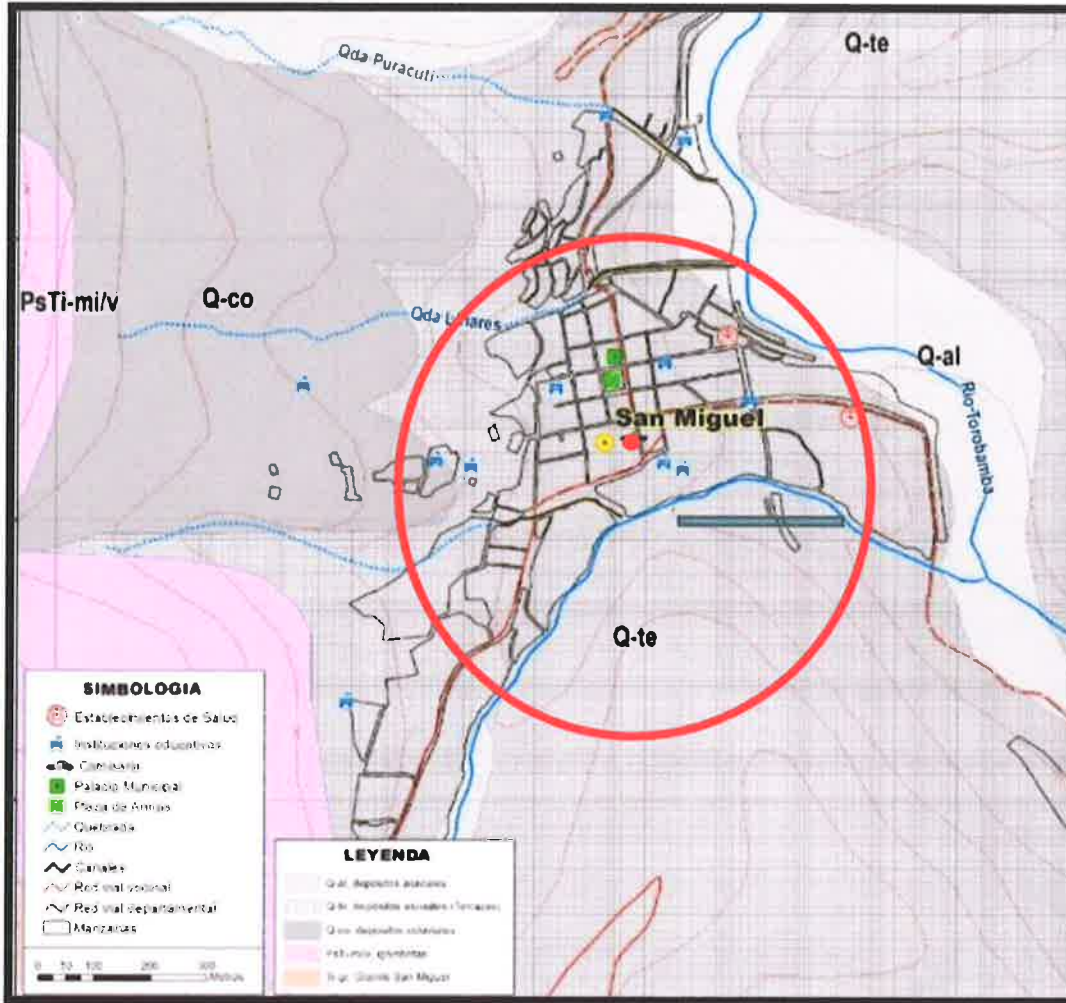
Depósito aluvial (Q-al)

Los Depósitos Aluviales están conformados por los materiales sueltos (que alcanzan algunos metros de espesor) de gravas y arenas más o menos redondeadas, así como bancos de limos y arcilla estratificadas; que se depositaron en tiempos recientes holocénicos, y que cubren los terrenos principalmente ribereños. La zona de estudio está emplazada sobre depósitos aluviales formando terrazas (entre terraza baja, media y alta) - Q-te.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

Mapa Geológico: se ubica en el cuadrangular San Miguel



Mapa Geológico del cuadrángulo de San Miguel (27-o).
EDICION 1: INGEMMET FRANJA N°03 – AÑO 2002.

2.5 GEODINÁMICA.

2.5.1 GEODINÁMICA REGIONAL.

El territorio nacional, particularmente en el sector de la sierra, presenta accidentada fisiografía y diversidad de condiciones climáticas, está afectado por diversos factores naturales causantes de los procesos geodinámicas contemporáneas que se presentan en el área de estudio, son los siguientes:

- ✓ Alta precipitación pluvial,
- ✓ Procesos de meteorización,
- ✓ Proceso de erosión,
- ✓ Acumulación de grandes masas de suelo,
- ✓ Terrenos pendientes ligero.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 54914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

- ✓ Entre los agentes y factores artificiales generados por el hombre, se citan los siguientes:
- ✓ Destrucción de la cobertura vegetal,
- ✓ Agresión al talud natural del terreno, por construcción de vías Carrozable, bloqueo de zonas de escurrimiento e infiltración etc.
- ✓ Falta de drenes de escurrimiento.
- ✓ Saturación del suelo por mala instalación alcantarillas y drenes laterales etc.
- ✓ De los agentes naturales antes señalados, la alta precipitación pluvial y la saturación de suelo por la mala instalación de alcantarillas, drenes longitudinales y transversales es el más importante en cuanto a la estabilidad de del terreno de subrasante.

2.5.2 GEODINÁMICA LOCAL.

Los factores naturales del proceso endógeno y proceso exógeno de la superficie terrestre del área del Proyecto, las de mayores incidencias son las precipitaciones intensas durante los meses de diciembre a marzo y suelos desprotegidos, son lavados los finos con facilidad, produciendo erosiones, socavamientos, asentamientos en zonas puntuales, también las quebradas, riachuelos y ríos aumentan considerablemente su volumen desbordando su cauce. Durante los trabajos de campo efectuados no se han detectado fenómenos de geodinámica externa reciente, como levantamientos y/o hundimientos, ni desplazamientos de la formación existente en la zona y se considera terrenos estables, competentes para el proyecto.

2.6 DETERMINACIÓN DE PERFILES DE SUELO

La determinación de los perfiles de suelo es fundamental en el diseño del proyecto debido a su participación en el cálculo estructural sísmico, esto se hace de acuerdo al Art. 2.3.1 del R.N.E. E030.

Debido a que no se disponen de las propiedades del suelo hasta una profundidad de 30m para perfiles de suelos, el profesional responsable estima adecuados para el EMS valores hasta 3.00 m de profundidad para los ensayos SPT y DPL ya que las condiciones geotécnicas para cimentaciones no requieren estudios a mayor profundidad.

Según la información de los Registros de Calicatas (ASTM D 2488) para 10 puntos de exploración, tenemos los siguientes estratos:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUIMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

		Estrato N° 01		Estrato N° 02	
		Tipo de Estrato (SUCS)	Espesor	Tipo de Estrato (SUCS)	Espesor
CALICATAS	C-01	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-02	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-03	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-04	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-05	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-06	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-07	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-08	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-09	OL	0.30	SC-SM	2.70
	C-10	OL	0.30	SC-SM	2.70

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Aparicio Poma
RICARDO APARICIO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

Asimismo, del Art. 2.3.1 Perfiles de suelo:

Tabla N° 2 - E.030			
CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	N ₆₀	Su
S0	> 1500 m/s	-	-
S1	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S2	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S3	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S4	Clasificación basada en el EMS		

Debido a que según los estudios de laboratorios el suelo está conformado por arena limo-arcillosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SC-SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (12.52%), arena (68.46%) y cantidad de finos (19.02%), % índice plástico es (4.90%).

Por lo tanto, se considera como un suelo granular ya que posee un 73.11 % de arena, haciendo posible la determinación del PERFIL DE SUELO mediante el promedio ponderado de los N60 que se obtendrán mediante el Ensayo Estándar de Penetración (SPT).

Finalmente debemos obtener los valores de N60 del SPT partiendo de los resultados obtenidos en el ensayo DPL. Esto es posible mediante una fórmula de conversión debido a que los ensayos SPT y DPL son análogos entre ellos porque obtienen parámetros "N" y "n".

Conversión a número de golpes "SPT" a partir del número de golpes "DPL"

Para ellos utilizaremos la fórmula de conversión N°01: Ángulo de fricción por DPL (norma DIN 4094)

$$N_1 = N_2 \times \frac{W_1 \times H_1 \times A_2 \times e_2}{W_2 \times H_2 \times A_1 \times e_1}$$

Donde:

- N1= Número de golpes equivalente en SPT
- N2= Número de golpes obtenidos en DPL
- W1= Peso en kg de maso SPT
- W2= Peso en kg de maso DPL
- H1= Altura de caída del maso SPT
- H2= Altura de caída del maso DPL
- A1= Área de sección transversal del cono SPT
- A2= Área de sección transversal del cono DPL
- e1= Longitud de tramo para el avance SPT=30cm
- e2= Longitud de tramo para el avance DPL= 10cm

CUADRO 01					
Penetrometro	Sub Índice	Peso W(kgf)	Caída H (cm)	Área A (cm ²)	Penet. e (cm)
SPT	1	63.5	76.2	20.27	60
PDL	2	10	50	9.08	10

Norma ASTM D1586 (SPT)

Norma ASTM D3441 (DPL)

Fórmulas de transformaciones:

Conversión de golpes SPT a SPT corregido (SPT')

$$N \text{ de golpes SPT corregida} = \frac{\sum_1^3 N \text{ de golpes SPT}}{2}$$

$$N_{30} = \sum Prof_{.15-45} (cm)$$

$$N_{60} = \sum Prof_{.15-75} (cm)$$

Donde:

N30 = sumatoria de golpes de SPT acumulado de 15 a 45 cm.

N60 = sumatoria de golpes de SPT acumulado de 15 a 75 cm.

Resultados

Sondaje: DPL-01

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

Profundidad cada 10cm	Nº de golpes DPL	Nº de golpes SPT
0	0	0
10	3	2.1675
20	7	5.0575
30	7	5.0575
40	10	7.225
50	13	9.3925
60	16	11.56
70		
80		
90		
100		
110		
120		
130		
140		
150		
160		
170		
180		
190		
200		

Profundidad cada 15cm	Nº de golpes SPT corregido
0	0
15	5.419
15	5.419
30	8.67
45	12.46
45	12.46
60	
75	
75	
90	
105	
105	
120	
135	
135	
150	
165	
165	
180	
195	
195	

Sumando tenemos: $N_{60i} = 26.6$

Determinación del perfil de suelo (E.030) para cada sondaje
Considerando únicamente suelos Granulares

Nº Estrados	di = Espesor (m)	$N_{60i} = N_{60} \cdot c / \text{Estrato}$	di/ N_{60i}
01	0.3	26.6	0.0113
02	0.0	26.6	0
03	0.0	26.6	0
04	0.0	26.6	0
05	0.0	26.6	0
06	0.0	26.6	0
07	0.0	26.6	0

N_{60} - Promedio Ponderado SPT

26.6

Por lo tanto Según TABLA 02 (E.03

S2

Suelos Intermedios

Se procede de igual manera para todos los puntos de exploración.

Resumen:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 64814
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

SONDE O	N60	PERFIL DE SUELO
DPL-01	26.6	S2 - Suelos Intermedios
DPL-02	74.8	S1 - Roca o Suelos Muy Rígidos
DPL-03	56.4	S1 - Roca o Suelos Muy Rígidos
DPL-04	31.6	S2 - Suelos Intermedios
DPL-05	31.2	S2 - Suelos Intermedios
DPL-06	24.6	S2 - Suelos Intermedios
DPL-07	38.7	S2 - Suelos Intermedios
DPL-08	26.2	S2 - Suelos Intermedios
DPL-09	24.6	S2 - Suelos Intermedios
DPL-10	21.3	S2 - Suelos Intermedios

2.7 SISMICIDAD.

Desde el punto de vista sísmico, el territorio peruano pertenece al Circulo Circumpacífico, que comprende las zonas de mayor actividad sísmica del mundo y por lo tanto se encuentra sometido con frecuencia a movimientos telúricos. Pero, dentro del territorio nacional, existen varias zonas que se diferencia por su mayor o menor frecuencia de estos movimientos, así tenemos que la Norma Técnica de Diseño Sismo resistente del Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.030, 2019 divide al país en cuatro zonas:

Zona 1.- Las regiones y zonas con sismicidad **baja**, se considera con factor de aceleración de la gravedad en la zona de $Z=0.10$

Zona 2.- Las regiones y zonas con sismicidad **media**, se considera con factor de aceleración de la gravedad en la zona de $Z=0.25$

Zona 3.- Las regiones y zonas con sismicidad **alta**, se considera con factor de aceleración de la gravedad en la zona de $Z=0.35$.

Zona 4.- Las regiones y zonas con sismicidad **muy alta**, se considera con factor de aceleración de la gravedad en la zona de $Z=0.45$.

Efecto del Sismo

En concordancia con la NTE E.030 Diseño Sismorresistente, el **EMS** o el **PM**, proporcionan de acuerdo al perfil encontrado lo siguiente:

- Zona sísmica
- Tipo de perfil del suelo
- Factor del suelo (S)
- Período TP (s)
- Período TL (s).

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

En el caso que se encuentren suelos granulares sumergidos de los tipos: arenas y limos no plásticos, el PR debe obligatoriamente efectuar los análisis determinísticos y probabilísticos del potencial de licuación de los suelos, de acuerdo con el artículo 36.

Se concluye que el área en estudio se encuentra dentro de la zona de alta sismicidad (Zona 2), además el suelo de cimentación se clasifica como suelo intermedio, con perfil tipo S2, con un periodo del espectro de $T_p=0,60$ seg & $T_I=2,00$ seg. y un factor de amplificación $S=1,20$. En la tabla 2.1 se muestra el resumen.

Cuadro 2.1 Parámetros de microzonificación.

Material	Zona Sísmica	Z	Tipo de suelo	Periodo de espectro T_p (seg.)	Periodo de espectro T_I (seg.)	Factor de Suelo "S"
Suelo de cimentación	2	0.25	S2	0,60	2,00	1,20

NT E.030.- Factor de Zona sísmica, Z (RM N°043 – 2019 - VIVIENDA)



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Asarado Poma
RICARDO ASARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

NT E.030.- Tipo de perfil de suelo

S0: Roca dura. - Roca sana

S1: Roca fracturada y suelos muy rígidos. - Rocas fracturadas ($q_u > 5$ kg/cm²), arena muy densa, grava arenosa densa, arcilla muy compacta

S2: Suelos intermedios (medianamente rígidos).- Arena densa, gruesa a media, grava arenosa medianamente densa, suelo cohesivo compacto

S3: Suelos blandos (flexibles). - Arena media a fina, grava arenosa, suelo cohesivo blando.

Cualquier perfil que no correspondan al tipo **S4**, con más de 3 m, $PI > 20$, $\omega > 40\%$, $su < 0,25$ kg/cm²

54: Condiciones excepcionales. - Condiciones particularmente desfavorables. Se requiere efectuar un estudio de sitio.

2.8 FACTORES FÍSICOS DEL TERRENO

Según la Resolución de Secretaría General N° 239-2018-MINEDU en su Art. 9.2 Factores Físicos de Terreno, los factores están relacionados con las particularidades que presenta el terreno en su configuración superficial como por ejemplo el área, la forma y su pendiente o desnivel. Las características de los terrenos en donde se ubique la infraestructura educativa deben estar acorde a lo señalado en la Norma A.040 del RNE. Sin perjuicio de ello, se puede considerar lo siguiente:

Cuadro 2.2. Factores físicos del terreno

ASPECTO FÍSICO	CONSIDERACIONES
Forma	La forma del terreno a construir tiene forma cuadrada de 1770.00 m ² con lados de 42.00 m aproximadamente, por lo que cuenta con proporciones de 1:1. Esto permite un adecuado emplazamiento de las edificaciones proyectadas considerando las relaciones funcionales entre ellos.
Pendiente	La pendiente que se presenta en el área del proyecto va en dirección sur-oeste hacia el nor-este. Está pendiente es moderada en la ubicación de los módulos 01, 02 y 03. Posee una pendiente promedio de 2°. La pendiente de las vías adyacentes la I.E. es mayor, pero trascurre a un lado del terreno.
Tamaño	El terreno ocupado por la I.E. es de 9591.80 m ² . Posee amplios espacios para expansiones y ampliaciones futuras.
Características del suelo	El terreno posee una resistencia admisible de 5.81 kg/cm ² para cimentaciones cuadradas de 1.50 x 1.50 m. El tipo de suelo es estable, seco, compacto y de buena capacidad portante. El tipo de suelo es de arena limo-arcillosa.
Napa Freática	No existen napas freáticas hasta los 3.00 m de profundidad. En caso de que exista esta presencia estaría muy por debajo del área portante de la cimentación.

Fuente: RSG-n-239-2018 Minedu

2.9 PARAMETROS PARA EL DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE SOSTENIMIENTO

Indicar los siguientes parámetros que se deben emplear para los diseños de las obras de sostenimiento:

- Peso unitario y (ton/m³)
- Cohesión c (kg/cm²)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

- c) Angulo de fricción ϕ (°)
- d) Coeficiente Activo Estático K_a
- e) Coeficiente en Reposo Estático K_o
- f) Coeficiente Pasivo Estático K_p
- g) Factor de Reducción del Empuje Pasivo R
- h) Coeficiente Activo Dinámico K_{as}
- i) Coeficiente en Reposo Dinámico K_{os}
- j) Coeficiente Pasivo Dinámico K_{ps}
- k) Coeficiente de Fricción bajo la cimentación $Tan d$

Obtenemos los valores de "Peso Unitario", "Cohesión", "Ángulo de fricción" de los ensayos PUSS & Corte Directo. Por lo que estos valores no es necesario calcularlos nuevamente.

Método Pseudoestático Para Calculo De Empujes - Okabe & Mononobe

EMPUJE DE TIERRAS EN REPOSO

El empuje de tierra en muros que se considera no va a deflectarse o mover, se calcula tomando el coeficiente de presión lateral de tierras en reposo, K_o el cual variará de acuerdo al estado de consolidación del suelo.

EMPUJE ACTIVO ESTÁTICO & EMPUJE PASIVO ESTÁTICO

Según la teoría del equilibrio límite, los empujes activos EAE y pasivo EPE corresponden, en condiciones estáticas, a las expresiones:

EMPUJE ACTIVO DINÁMICO & EMPUJE PASIVO DINÁMICO

Cuando los muros superen los 10 m de altura, no serán de aplicación directa los valores anteriores de los coeficientes sísmicos, sino que éstos deberán determinarse para cada caso concreto mediante un estudio específico que tenga en cuenta la propagación vertical de las ondas sísmicas y los valores de pico de la aceleración horizontal obtenidos a diferentes alturas del muro.

Procedimiento:

Obtenemos esta información de los ensayos de PESO UNITARIO EN SUELOS (MTC E 203 - 2000) & ENSAYO DE CORTE DIRECTO (ASTM D 3080, AASHTO T 236, MTC E 123)

	C-02	C-08	C-10
ϕ (°)	29.3	30.5	29.8
γ (Kg/m ³)	1.602	1.707	1.647

También usamos la información geométrica del muro de contención

ac	6.8	m/s ²
β	15	°
i	20	°

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



Obtenemos los factores muro del muro de contención

P.E.:	C-02	
Material de Interfaz	No_determinado	
Tipo de material	Desconocido	
$\phi =$	29.3	°
$\gamma =$	1.60	Kg/m ³
$kh =$	0.69	rad
$Kv =$	0.35	rad
$\theta =$	0.81	rad
$\delta =$	-	rad
$\delta_A =$	0.34	rad
$\delta_p =$	0.17	rad

Finalmente obtenemos los parámetros de diseño

Coefficiente en Reposo Estático K_0

$K_0 =$	0.511
---------	-------

Coefficiente Activo Estático K_a

$K_a =$	0.041
---------	-------

Coefficiente Pasivo Estático K_p

$K_p =$	2.147
---------	-------

Factor de Reducción del Empuje Pasivo R

$R =$	0.627
-------	-------

Coefficiente Activo Dinámico K_{as}

$K_{as} =$	0.257
------------	-------

Coefficiente Pasivo Dinámico K_{ps}

$K_{ps} =$	0.004
------------	-------

Coefficiente de Fricción bajo la cimentación T_a

$\tan \delta =$	0.355
-----------------	-------

Coefficiente en Reposo Dinámico K_{os}

$K_{os} =$	Innecesario
------------	-------------

2.10 CONDICIONES DE FRONTERA

Información Previa

La edificación proyectada pertenece a un sistema estructural de: PÓRTICO Y/O MUROS DE CONCRETO, con un número de pisos menor-igual a 03 pisos.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

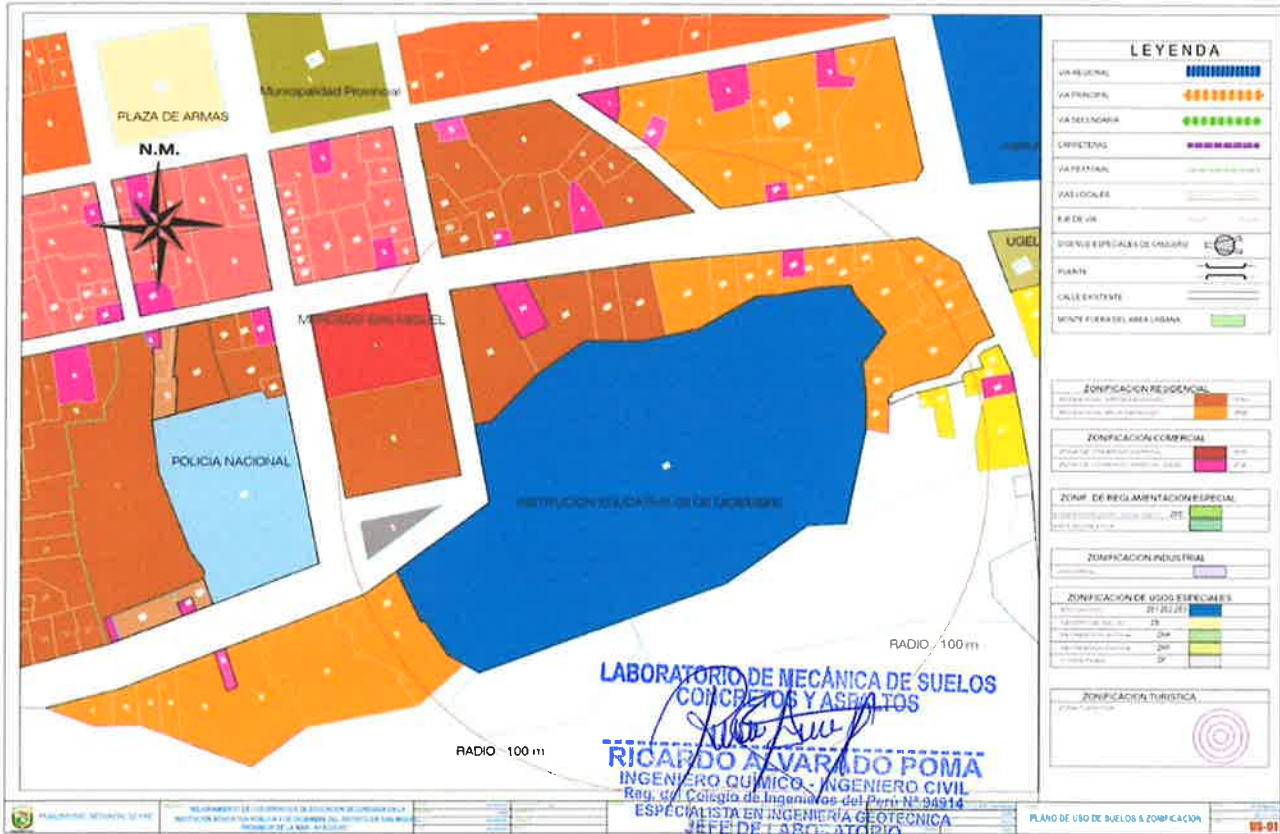


TABLA 1 TIPO DE EDIFICACIÓN U OBRA PARA DETERMINAR EL NÚMERO DE PUNTOS DE EXPLORACIÓN (TABLA 6)					
DESCRIPCIÓN	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS (m)	NÚMERO DE PISOS (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
APORTICADA DE ACERO	< 12	III	III	III	II
PÓRTICOS Y/O MUROS DE CONCRETO	< 10	III	III	II	I
MUROS PORTANTES DE ALBAÑILERÍA	< 12	II	I	---	---
BASES DE MÁQUINAS Y SIMILARES	Cualquiera	I	---	---	---
ESTRUCTURAS ESPECIALES	Cualquiera	I	I	I	I
OTRAS ESTRUCTURAS	Cualquiera	II	I	I	I
Cuando la distancia sobrepasa la indicada, se clasificará en el tipo de edificación inmediato superior.					
		≤ 9 m de altura	> 9 m de altura		
TANQUES ELEVADOS Y SIMILARES		II	I		
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUA		III			
INSTALACIONES SANITARIAS DE AGUA Y ALCANTARILLADO EN		IV			

RNE E.050 Suelos y Cimentaciones

Cimentación de edificios adyacentes (100 m).

Todos los edificios adyacentes situados a menos de 100 m poseen cimentaciones superficiales debido a que son viviendas cuyas construcciones no tienen muchas exigencias en cimentaciones (Art. 15 – RNE E.050 Suelos y Cimentaciones).



Fuente: Elaboración Propia - Plano Tipo de Edificios & Uso de suelos

Ensayos "in situ"

Los ensayos realizados "in situ" son los siguientes (Art. 15 – RNE E.050 Suelos y Cimentaciones):.

TABLA 2	
DESCRIPCIÓN	NORMA APLICABLE*
SUELOS. Método de ensayo de penetración estándar SPT.	NTP 339.133
SUELOS. Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos SUCS).	NTP 339.134
SUELOS. Método de ensayo estándar para la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena. **	NTP 339.143
SUELOS. Métodos de ensayos estándar para densidad in situ del suelo y suelo agregado por medio de métodos nucleares (profundidad superficial).	NTP 339.144
SUELOS. Ensayo de penetración cuasi-estática profunda de suelos con cono y cono de fricción (CPT).***	NTP 339.148
SUELOS. Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual – manual.	NTP 339.150
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la capacidad portante del suelo por carga estática y para cimientos aislados.	NTP 339.153
SUELOS. Método normalizado para ensayo de corte por veleta de campo de suelos cohesivos.	NTP 339.155
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la auscultación con penetrómetro dinámico ligero de punta cónica (DPL).	NTP 339.159
SUELOS. Práctica para la investigación y muestreo de suelos por perforaciones con barrena.	NTP 339.161
SUELOS. Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción.	NTP 339.162
SUELOS. Método de ensayo normalizado de corte por veleta en miniatura de laboratorio en suelos finos arcillosos saturados.	NTP 339.168
SUELOS. Práctica normalizada para la perforación de núcleos de roca para la investigación del sitio.	NTP 339.173
SUELOS. Método de ensayo normalizado para la medición de la densidad de suelos y rocas in situ por el método de reemplazo con agua en un pozo de exploración. **	NTP 339.253
SUELOS. Métodos de ensayo estándar para la determinación de la densidad y peso unitario de suelos in situ por el método del balón de jebes. **	NTP 339.256
Método de ensayo normalizado para la medición del potencial de colapso de suelos.	NTP 339.163
Cono Dinámico Superpesado (DPSH) - ver ANEXO II	UNE 103-801
Auscultación Dinámica mediante el Cono Tipo Peck (CTP)	(ver ANEXO III)
Método de ensayo estándar para pruebas de integridad de impacto con baja deformación en cimentaciones profundas (Standard test method for low strain impact integrity testing of deep foundations)	ASTM D5882
Métodos de ensayo estándar para cimentaciones profundas bajo carga lateral (Standard test methods for deep foundations under lateral load)	ASTM D3966.

RNE E.050 Suelos y Cimentaciones

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
[Firma]
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



3 INVESTIGACION DE CAMPO.

Para los fines de investigación de campo, la edificación proyectada es de 2 niveles, cuyo sistema estructural son pórticos cuyos apoyos tienen una luz menor a 10 m. por lo que se clasifica del tipo “III”, según la tabla 02, lo que significa que la investigación de suelos es necesaria.

Tabla N° 02: Tipo de Edificación

CLASE DE ESTRUCTURA	DISTANCIA MAYOR ENTRE APOYOS* (m)	Número de pisos (Incluidos los sótanos)			
		≤ 3	4 a 8	9 a 12	> 12
Aporticada de acero	< 12	III	III	III	II
Pórticos y/o muros de concreto	< 10	III	III	II	I
Muros portantes de albañilería	< 12	II	I	---	---
Bases de máquinas y similares	Cualquiera	I	---	---	---
Estructuras especiales	Cualquiera	I	I	I	I
Otras estructuras	Cualquiera	II	I	I	I
Tanques elevados y similares		≤ 9 m de altura		> 9 m de altura	
		II		I	
Plantas de tratamiento de agua			III		
Instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas.			IV		

Fuente: RNE, E.050 “Suelos y cimentaciones”

NTP 339.162: 2001 Guía normalizada para caracterización de campo con fines de diseño de ingeniería y construcción

NTP 339.150.2001 Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual manual.

NTP 339.134.1999 Método de clasificación de suelos con propósitos de ingeniería, sistema unificado de clasificación de suelos SUCS.

NTP 339.143:1999 Método de ensayo estándar para hallar la densidad y peso unitario del suelo in situ mediante el método del cono de arena.

El programa de exploraciones de campo se realiza mediante las excavaron de diez (10) calicatas en la modalidad “a cielo abierto”, la misma que fue ubicada convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a lo establecido en el RNE, NTE E-050 “Suelos y cimentaciones”

Este sistema de exploración nos permite analizar directamente los diferentes estratos encontrados, así como sus principales características físicas y mecánicas, tales como: granulometría, color, humedad, plasticidad, compacidad.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Rég. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

3.1 ESTUDIOS GEOTECNICOS REALIZADOS

Comprendieron:

1. Excavaciones de Calicatas y/o trincheras según la NTP 339.162 (ASTM D420)
2. Toma de Muestras alteradas e inalteradas según NTP 339.151 (ASTM D4220)
3. Ensayos de laboratorio en muestras de suelo y/o roca extraídas de la zona
4. Definición de tipos y profundidades de cimentación adecuada, así como parámetros geotécnicos para el diseño de la edificación.

3.1.1 EXCAVACION DE CALICATAS

El número de puntos de investigación para una edificación del tipo “III” es de un punto por cada 900 m², pero nunca será menor que 03.

Cumpliendo con estas recomendaciones se vio por conveniente realizar para el proyecto 02 puntos de investigación por las dimensiones del terreno.

Las calicatas fueron realizadas según la NTP 339.162.2001, estas permitieron una observación directa del terreno, la toma de muestras para los respectivos ensayos de laboratorio y la realización de ensayos in situ que no requieran confinamiento, con el objeto de establecer el nivel de fundación de los cimientos.

La profundidad mínima a alcanzar en cada punto de investigación es de 3.0 m, este valor viene dado por la siguiente ecuación:

$$P = Df + Z$$

$$P = 3 m$$

Donde:

Df = Profundidad de Desplante (1.5 m)

P = Profundidad minima de investigacion

Z = 1.5 B

B = ancho de la cimentacion prevista (1.0 m)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

Tabla 06. Número de puntos de investigación

Tipo de edificación u obra (Tabla 1)	Número de <i>puntos de exploración (n)</i>
I	uno por cada 225 m ² de área techada del primer piso
II	uno por cada 450 m ² de área techada del primer piso
III	uno por cada 900 m ² de área techada del primer piso*
IV	uno por cada 100 m de instalaciones sanitarias de agua y alcantarillado en obras urbanas
Habilitación urbana para Viviendas Unifamiliares de hasta 3 pisos	3 por cada hectárea de terreno por habilitar

Fuente: RNE, E.050 “Suelos y cimentaciones”

A continuación, se indica la relación de calicatas evaluadas según su ubicación y la profundidad alcanzada. (Se adjunta fotografía que muestra el trabajo realizado – Ver anexos: Panel Fotográfico).

3.1.2 TOMA DE MUESTRAS

La toma de muestras se desarrolló en función de las exigencias de la Norma E050, considerando los cuatro tipos de muestras se optó por realizar muestreos alterados y en bolsa de plástico (Mab). Este muestreo se realiza de acuerdo al terreno que representan y que se indican en la Tabla 04.

Tabla 04. Tipos de toma de muestra

TIPO DE MUESTRA	NORMA APLICABLE	FORMAS DE OBTENER Y TRANSPORTAR	ESTADO DE LA MUESTRA	CARACTERÍSTICAS
Muestra inalterada en bloque (Mib)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos (ASTM D4220)	Bloques	Inalterada	Debe mantener inalteradas las propiedades físicas y mecánicas del suelo en su estado natural al momento del muestreo (Aplicable solamente a suelos cohesivos, rocas blandas o suelos granulares finos suficientemente cementados para permitir su obtención).
Muestra inalterada en tubo de pared delgada (Mit)	NTP 339.169 SUELOS Muestreo Geotécnico de Suelos con Tubo de Pared Delgada (ASTM D1587)	Tubos de pared delgada		
Muestra alterada en bolsa de plástico (Mab)	NTP 339.151 SUELOS. Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos (ASTM D4220)	Con bolsas de plástico	Alterada	Debe mantener inalterada la granulometría del suelo en su estado natural al momento del muestreo.
Muestra alterada para humedad en lata sellada (Mah)	NTP 339.151 SUELOS Prácticas Normalizadas para la Preservación y Transporte de Muestras de Suelos (ASTM D4220)	En lata sellada		

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
RICARDO ALVARADO POMBA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



3.1.3 Calicatas de exploración

La excavación se realizó en la modalidad “a cielo abierto”, la misma que fue ubicada convenientemente y con profundidades suficientes de acuerdo a la presencia de terreno de fundación similar y establecida en los Términos de Referencia.

Los ensayos realizados; ensayos de Penetración Dinámica Ligera DPL, por lo cual se pudo apreciar directamente e indirectamente el perfil estratigráfico de la zona, cubriendo el área de influencia del posible desplazamiento de la cimentación de las construcciones a proyectar extrayéndose muestras en cantidad suficiente que nos ha permitido inferir características del suelo de fundación.

Cuadro 1 Registro de excavación de calicatas.

Calicata N°	Tipo de excavación	Ubicación de la excavación	Profundidad (m)
C-01	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-02	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-03	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-04	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-05	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-06	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-07	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-08	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-09	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00
C-10	Manual	Colegio 9 de Diciembre	3.00

3.2 MUESTREO Y REGISTRO DE EXCAVACIONES.

Se tomaron muestras alteradas o disturbadas de las calicatas y estratos atravesados, para determinar las características físicas mecánicas, luego se toma la muestra más desfavorable y representativa para la cimentación y clasificación, conformado por arenas limosas y gravas limosas.

Toma de Muestras y obtención de Densidades de Campo

De las excavaciones se extrajo muestras de los estratos más favorables, según la inspección visual realizada en campo, se obtuvo muestras alteradas de las calicatas para los ensayos estándares y especiales las cuales fueron remodeladas en laboratorio para simular las condiciones de campo, así como muestras para el contenido de humedad en recipientes herméticamente cerrados.

Se realizó la densidad con el cono de arena.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94814
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

A la muestra extraída de las calicatas se les realizó el ensayo para la obtención de densidad natural del suelo mediante el uso del método del peso unitario para suelos, obteniendo los siguientes valores:

LUGAR	MUESTRA	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/m ³)
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PÚBLICA 9 DE DICIEMBRE	C-02	SM	ARENA LIMOSA	1.647	1.471
	C-08	SM	ARENA LIMOSA	1.707	1.606
	C-10	SM	ARENA LIMOSA	1.602	1.530

3.3 Ensayos DPL

Se realizó ensayos de Penetración Dinámica Ligera (DPL), con la finalidad de determinar las condiciones de resistencia del terreno de fundación y estratos adecuados de cimentación.

El ensayo DPL incluido en las normas alemanas DIN 4094 e indicado en las Normas Peruanas de Edificación E-050, como ensayos complementarios de auscultación, consiste en el hincado continuo en tramos de 10 cm de una punta cónica de 60° utilizando la energía de un martillo de 10Kg. de peso, que cae libremente desde una altura de 50 cm.

Este ensayo permite obtener un registro continuo de resistencia del terreno a la penetración, existiendo correlaciones para encontrar el valor N de resistencia a la penetración estándar en función del tipo de suelo, cada 30 cm. de hincado.

Se ejecutó sondajes de Penetración Dinámica Ligera (DPL), no pudiéndose cuantificar el número de golpes en los sondajes:

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
[Firma]
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO / INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

Ensayo	Ubicación del ensayo	Profundidad del inicio del ensayo (m)	Profundidad de auscultación (m)	Profundidad total de la auscultación(m)	Altura con Golpes < a 10 (m)
DPL-01	Cerca de la Calicata C - 01	0.00	0.40	0.40	0.30
DPL-02	Cerca de la Calicata C - 02	0.00	0.60	0.60	0.40
DPL-03	Cerca de la Calicata C - 03	0.00	0.40	0.40	0.20
DPL-04	Cerca de la Calicata C - 04	0.00	0.50	0.50	1.20
DPL-05	Cerca de la Calicata C - 05	0.00	0.40	0.40	1.00
DPL-06	Cerca de la Calicata C - 06	0.00	0.60	0.60	1.10
DPL-07	Cerca de la Calicata C - 07	0.00	0.60	0.60	0.90
DPL-08	Cerca de la Calicata C - 08	0.00	0.50	0.50	0.90
DPL-09	Cerca de la Calicata C - 09	0.00	0.50	0.50	1.00
DPL-10	Cerca de la Calicata C - 10	0.00	0.40	0.40	0.80

Los registros se presentan en el anexo II del presente informe.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. en el Colegio de Ingenieros del Perú N° 34914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DEL LABORATORIO

4 ENSAYOS DE LABORATORIO.

De cada uno de los horizontes representativos de suelos se toma muestras alteradas, disturbadas que debidamente identificadas se remitieron al laboratorio para los ensayos respectivos de acuerdo al término de referencia.

Tabla 05: Ensayos de laboratorio

	ENSAYOS	NORMA	APLICA
1	Métodos de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo	NTP 339.127 (ASTM D 2216)	X
2	Método de ensayo para el análisis granulométrico	NTP 339.128 (ASTM D422)	X
3	Método de ensayo para determinar el límite líquido, límite Plástico e índice de plasticidad de suelos	NTP 339.129 (ASTM D4318)	X
4	Método para la clasificación de suelos con propósitos de ingeniería (sistema unificado de clasificación de suelos, SUCS).	NTP 339.134 (ASTM D2487)	X
5	Descripción e identificación de suelos. Procedimiento visual - manual	NTP 339.150 (ASTM D2488)	X
6	Método de ensayo normalizado para el ensayo de corte directo en suelos bajo condiciones consolidadas drenadas	NTP 339.171 (ASTM D3080)	X
7	Método de ensayo normalizado para la determinación del contenido de sales solubles en suelos	NTP 339.152 (BS 1377)	X

Los ensayos estándares se efectuaron en el laboratorio **AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES EIRL**. Unidad de Laboratorio de Mecánica de Suelos y Concreto.

Adicionales se realizó el ensayo de Corte Directo a partir de una muestra alterada de las calicatas C-02; asimismo se realiza ensayo de análisis químico para determinar el contenido de sulfatos a partir de una muestra alterada y más representativa del lugar.

4.1 RESULTADOS DE ENSAYOS ESTÁNDARES.

De cada uno de los horizontes representativos de suelos y rocas se toma muestras alteradas, disturbadas e intactas, que debidamente identificadas se remitieron a los laboratorios para los ensayos respectivos de acuerdo al término de referencia.

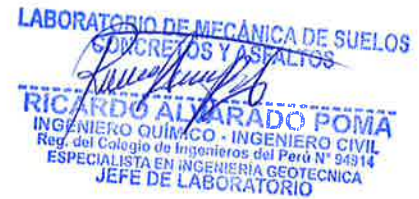
Los ensayos estándares se efectuaron en el laboratorio **AYADEL INGENIEROS CONSULTORES Y CONTRATISTAS GENERALES EIRL**. Unidad de Laboratorio de

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



Mecánica de Suelos y Concreto, siguiendo las normas de la American Society for Testing and Material (ASTM) y fueron los siguientes:

- Humedad Natural (ASTM D-4220)
- Peso unitario de Suelos (ASTM C-29)
- Análisis Granulométrico por Tamizado (ASTM D-422)
- Límites de Consistencia de Atterberg (ASTM D-4318)
- Ensayo de Clasificación de Suelos (ASTM D-2487)



A la muestra extraída de las calicatas se les realizó el ensayo para la obtención de densidad natural del suelo mediante el uso del método del peso unitario para suelos, obteniendo los siguientes valores:

En el cuadro siguiente se presenta el resumen de los resultados obtenidos en los ensayos estándar:

LUGAR	CALICATA	ESTRATO	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Cu	Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 01	: E - 02	12.52	68.46	19.02	0.039	0.354	1.341	34.00	2.37	0.059	0.802	4.355
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 02	: E - 02	11.39	73.11	15.49	0.048	0.339	1.539	31.79	1.55	0.073	0.952	4.270
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 03	: E - 02	3.54	69.63	26.83	0.028	0.172	0.531	19.01	1.99	0.042	0.357	1.868
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 04	: E - 02	13.22	74.58	12.20	0.061	0.364	1.609	26.17	1.34	0.171	1.009	4.504
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 05	: E - 02	22.32	62.72	14.96	0.050	0.345	1.957	39.05	1.21	0.078	1.143	8.548
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 06	: E - 02	10.70	75.97	13.32	0.056	0.356	1.408	25.02	1.60	0.155	0.907	4.091
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 07	: E - 02	6.15	84.04	9.81	0.085	0.384	1.210	14.19	1.43	0.186	0.826	3.405
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 08	: E - 02	13.55	71.41	15.04	0.050	0.381	1.659	33.27	1.75	0.075	1.074	4.547
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 09	: E - 02	9.85	74.72	15.43	0.049	0.314	1.398	28.76	1.45	0.073	0.881	4.028
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 10	: E - 02	22.89	63.12	13.99	0.054	0.444	2.350	43.84	1.56	0.112	1.487	7.561

LUGAR	CALICATA	ESTRATO	LL %	LP %	IP %	AASTHO	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM 2000) D-2487
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 01	: E - 02	25.29	20.39	4.90	A-2-4 (0)	SC-SM	ARENA LIMO - ARCILLOSA

: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 02	: E - 02	39.37	34.83	4.54	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 03	: E - 02	35.99	30.22	5.77	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 04	: E - 02	35.60	31.30	4.30	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 05	: E - 02	35.16	29.91	5.25	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 06	: E - 02	NP	NP	NP	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 07	: E - 02	NP	NP	NP	A-2-4 (1)	SW-SM	ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO Y GRAVA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 08	: E - 02	24.65	21.90	2.75	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 09	: E - 02	34.36	32.12	2.23	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 10	: E - 02	36.10	30.61	5.49	A-2-4 (0)	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA

4.2 DESCRIPCIÓN DE LA CONFORMACIÓN DEL SUBSUELO

De acuerdo a la exploración efectuada mediante la calicata C-01, C-02 y C-03 tal como se observa en el record de estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntos; el perfil estratigráfico promedio presenta las siguientes características:

4.2.1 CALICATAS 01

- **Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm)** terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- **Estrato – 2 (0.30 a 3.00 m)**, terreno de color marrón oscuro, conformados por arena limo-arcillosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SC-SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (12.52%), arena (68.46%) y cantidad de finos (19.02%), % índice plástico es (4.90%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- **Situación de la Napa freática**
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO GUARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.2 CALICATA 02

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm) terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón oscuro, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (11.39%), arena (73.11%) y cantidad de finos (15.49%), % índice plástico es 4.54%; el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- Situación de la Napa freática
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 96914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.3 CALICATA 03

- **Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm)** terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos gravosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- **Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m)**, terreno de color beige, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (3.54%), arena (69.63%) y cantidad de finos (26.83%), % índice plástico es 5.77%; el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- **Situación de la Napa freática**
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.4 CALICATA 04

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm) terreno de cobertura de color marrón oscuro, conformado por suelos gravosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón claro, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (13.22%), arena (74.58%) y cantidad de finos (12.20%), (limite liquido de (35.60) limite plástico (31.30) % índice plástico es (5.30%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- Situación de la Napa freática
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.5 CALICATA 05

- **Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm)** terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- **Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m)** m, terreno de color plomiso claro a beige claro, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (22.32%), arena (62.72%) y cantidad de finos (14.96%), (limite liquido de (35.16) limite plástico (29.91) % índice plástico es (5.25%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- **Situación de la Napa freática**
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.6 CALICATA 06

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm) terreno de cobertura de color marrón claro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón vino, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (10.70%), arena (75.97%) y cantidad de finos (13.32), (limite liquido de (NP) limite plástico (NP) % índice plástico es (NP); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- **Situación de la Napa freática**
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.7 CALICATA 07

- **Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm)** terreno de cobertura de color chocolate oscuro, conformado por suelos gravosos con material orgánico.
- **Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m)**, terreno de color marrón claro, conformados por arena bien gradada con limo y grava, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SW-SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (1), presenta una cantidad de Grava (6.15%), arena (84.04%) y cantidad de finos (9.81%), (limite liquido de (NP) limite plástico (NP) % índice plástico es (NP%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- **Situación de la Napa freática**
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94014
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.8 CALICATA 08

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm) terreno de cobertura de color chocolate oscuro, conformado por suelos gravosos con material orgánico.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón oscuro, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (13.55%), arena (71.41%) y cantidad de finos (15.04%), % índice plástico es (2.75%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- Situación de la Napa freática
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 98314
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.9 CALICATA 09

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm), terreno de cobertura de color chocolate oscuro, conformado por suelos gravosos con material orgánico.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón claro, conformados por arena limosa, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (9.85%), arena (74.72%) y cantidad de finos (15.43%), % índice plástico es (2.32%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- Situación de la Napa freática
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 9-4914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



4.2.10 CALICATA 10

- Estrato – 1 (0.00 a 0.30cm), terreno de cobertura de color oscuro, conformado por suelos arenosos con material orgánico, con presencia de raíces.
- Estrato – 2 (0.30 a 3.50 m), terreno de color marrón oscuro, conformados por arena limosa con grava, que se clasifica en el sistema unificado de clasificación de suelos SUCS como un SM y el sistema de Clasificación del AASHTO como un A-2-4 (0), presenta una cantidad de Grava (22.89%), arena (63.12%) y cantidad de finos (13.99%), % índice plástico es (5.49%); el terreno se podría considerar de estructura no homogénea con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad.
- Situación de la Napa freática
No se detectó la presencia de nivel freático.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
[Firma]
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

4.3 ENSAYOS ESPECIALES.

Los ensayos especiales ejecutados son:

- Ensayo de resistencia
- Ensayos de análisis químicos.

Con el ensayo se obtuvo los coeficientes geotécnicos que representan el criterio de la rotura de Mohr Coulomb como son la Cohesión efectiva del suelo (C') Y EL Angulo de fricción efectiva del suelo (ϕ').

LUGAR	MUESTRA	SUCS	Nombre de Grupo (ASTM2000) D -2487	Densidad húmeda (gr/cm ³)	Densidad Seca (gr/m ³)	Cohesión C(kg/cm ²)	Angulo de Fricción (ϕ°)
INSTITUCIÓN EDUCATIVA PÚBLICA 9 DE DICIEMBRE	C-02	SM	ARENA LIMOSA	1.647	1.471	0.00	29.30
	C-08	SM	ARENA LIMOSA	1.707	1.606	0.00	30.50
	C-10	SM	ARENA LIMOSA CON GRAVA	1.602	1.530	0.00	29.80

Para determinar el grado de agresividad del terreno al concreto y al acero se realizó el análisis químico a una muestra representativa del suelo

Los ensayos que se realizaron para el análisis químico fueron Contenido de Sales Solubles Totales (ASTM D-1989), Contenido de Sulfatos (ASTM D-516), Contenidos de Cloruros (ASTM D -512).

Los certificados de los ensayos de laboratorio se representan en el Anexo (ensayos especiales). De acuerdo a los resultados obtenidos del análisis químico del suelo, se puede concluir que la presencia de sulfatos, cloruros y sales solubles totales están por

debajo de los límites permisibles, lo cual indica que no habrá problemas de ataque de sulfatos al concreto de la cimentación, no habrá ataque de los cloruros al acero de la armadura, ni problemas asociados a lixiviación del terreno de cimentación.

Por lo tanto, el concreto en la cimentación estará sometido a condiciones normales y despreciables de ataque de sulfatos, cloruros y otros elementos, por lo consiguiente para fabricar el concreto de los elementos estructurales en la cimentación, se recomienda utilizar cemento estándar Portland Tipo I, siempre en cuando no exista alguna propiedad especial a considerar en el diseño de mezclas.

En el cuadro siguiente se muestra los límites permisibles de la agresividad de los elementos químicos presentes en un suelo en contacto con estructuras de concreto.

Límites permisibles de agresividad del suelo al concreto:

- * Comité 318-83 ACI
- ** Experiencia Existente

Elemento Presente en el Suelo	ppm	Grado de Ataque	Observación
*Sulfatos	0 - 1 000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1 000 - 2 000	Moderado	
	2 000 - 20 000	Severo	
	> 20 000	Muy Severo	
*Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
*Sales Solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

5 DESCRIPCIÓN DEL PERFIL ESTRATIGRÁFICO.

Basándose en las exploraciones de campo, los resultados de los ensayos de laboratorio y la información revisada se ha definido el siguiente perfil estratigráfico para la cimentación del área de estudio, los formatos completos se presentan en el anexo I de registro de exploraciones.

EXPLORACION	ESTRATO / MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	TIPO DE SUELO
C-01: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMO - ARCILLOSA
C-02: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-03: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-04: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-05: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA CON GRAVA
C-06: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-07: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO Y GRAVA
C-08: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-09: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-10: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA CON GRAVA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94814
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

5.1 CLASIFICACION DE MATERIALES CON FINES DE EXCAVACION PARA ZANJA

La clasificación de materiales con fines de excavación se ha efectuado acorde a las Especificaciones Técnicas comunes para este tipo de trabajos que clasifican al material de excavación en superficie en tres tipos básicos:

- ✓ Material Suelto (MS)
 - ✓ Roca Suelta o descompuesta (RS o RD)
 - ✓ Roca Fija (RF).
- **La excavación en roca fija (Roca Fija RF):** Consiste en la remoción de todos los materiales que no pueden ser removidos por pala mecánica o por equipos de movimiento de tierra, sin continuos y sistemáticos disparos o voladuras, barrenos y acuñamientos. La remoción de rocas individuales de más de un metro cúbico de volumen será clasificada como excavación en roca fija.
- **La excavación en roca descompuesta (Roca Suelta RS):** contempla los materiales que pueden ser removidos con pala mecánica o equipo pesado de movimiento de tierras, con uso ocasional de cargas explosivas; la remoción de piedras y bloques individuales de menos de 1.00 metro cúbico y mayor de 0.5 metro cúbico de volumen, será clasificada como excavación en roca descompuesta.
- **La excavación en material suelto (Material Suelto MS):** consiste en el levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadoras y con equipos de movimiento de tierras.

Cuadro de clasificación de materiales con fines de excavación.

UBICACIÓN	% CLASIFICACION		
	ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL SUELTO
I.E.P 9 DE DICIEMBRE, SAN MIGUEL.	10.0%	10.00%	80.00%

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 54814
EST. ESPECIALIZADO EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

6 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.1 CALCULO DE CAPACIDAD PORTANTE

Para el cálculo de la capacidad portante existe varias metodologías, pero la más usada y aceptada por los ingenieros es la ecuación general de la capacidad portante que se muestra:

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$$

Donde:

c = cohesión

q = Esfuerzo efectivo al nivel del fondo de la cimentación

γ = Peso específico del suelo

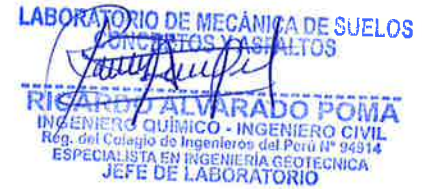
B = Ancho de la cimentación

$F_{cs}F_{qs}F_{\gamma s}$ = Factores de Forma

$F_{cd}F_{qd}F_{\gamma d}$ = Factores de Profundidad

$F_{ci}F_{qi}F_{\gamma i}$ = Factores de Inclinación de la carga

$N_cN_qN_\gamma$ = Factores de Capacidad de Carga.



6.2 ANÁLISIS DE DATOS, ESTRATO DE CIMENTACIÓN Y PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN

Es necesario conocer la estructura del estado inicial del suelo, donde se apoyará la estructura, para poder comprender como será su comportamiento y estructura ante las diferentes solicitaciones externas antrópicas y geológicas a la que estará sometida. El terreno de la zona de emplazamiento está conformado por una primera capa de materiales de cobertura como suelos finos orgánicos el cual deberá eliminarse en su totalidad, el espesor mínimo de eliminación será de 20 a 30cm.

Se recomienda una profundidad de cimentación de $D_f = 1.80m$ medido desde el nivel de terreno cortado y perfilado.

El estrato de cimentación estará conformado por los suelos arena limosa como los encontrados en el estrato E-2 de las calicatas.

Se podrá usar cimentación directa superficial mediante zapatas aisladas unidas con vigas de cimentación en ambos sentidos, se debe verificar que los muros de tabiquería estén confinados por lo menos con sobre cimientos armados, pues el terreno presenta propiedades de compacidad bajas con asentamiento media.

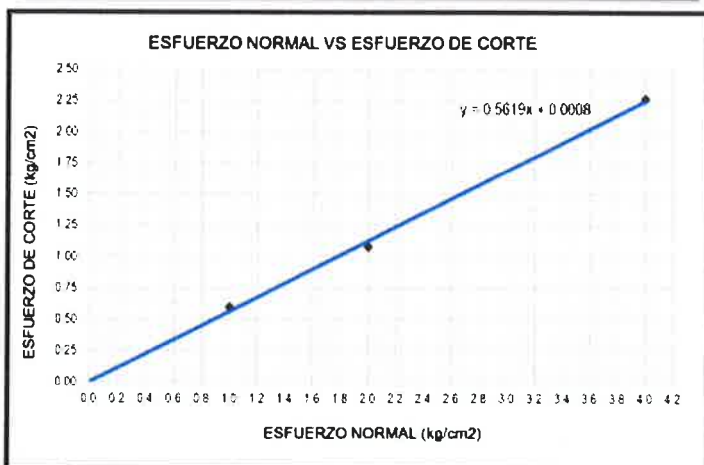
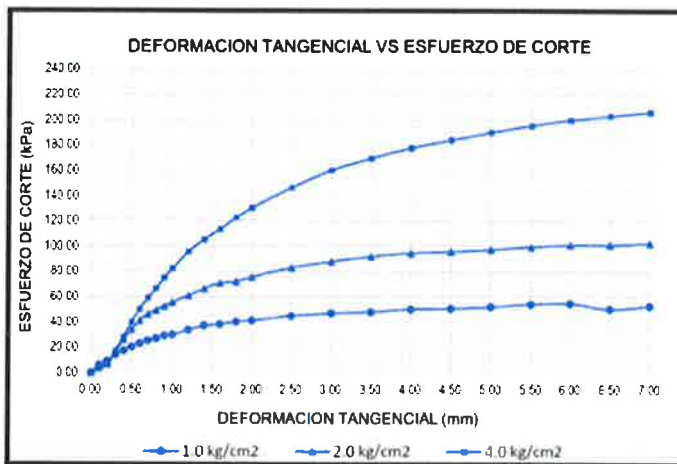
Proyectar zanjas de coronación y canales pluviales en la parte superior del corte del terreno, así como en los cortes de talud de altura apreciable proyectar muros de contención.

Los muros perimétricos estarán confinados con vigas de amarre y sobre amarre y sobre cimientos armados con juntas cortas.

SONDAJE	Cohesión (C' kg/cm ²)	Angulo de fricción efectiva (Φ°)
C-02 / E-02	0.00	29.30
C-08 / E-02	0.00	30.50
C-10 / E-02	0.00	29.80

Los suelos en la zona de estudio donde estará apoyada la cimentación de la nueva estructura a proyectar, está conformado por una matriz de suelos granulares con poca cantidad de finos que envuelven boleos y bloques de diferentes proporciones, por lo que se recomienda cimentar en este estrato.

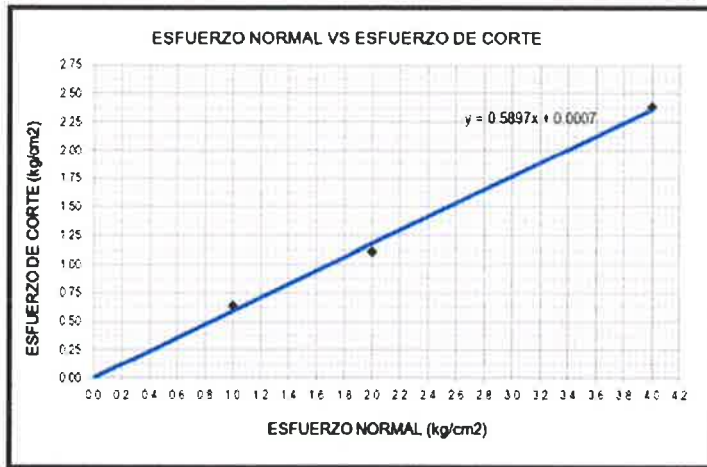
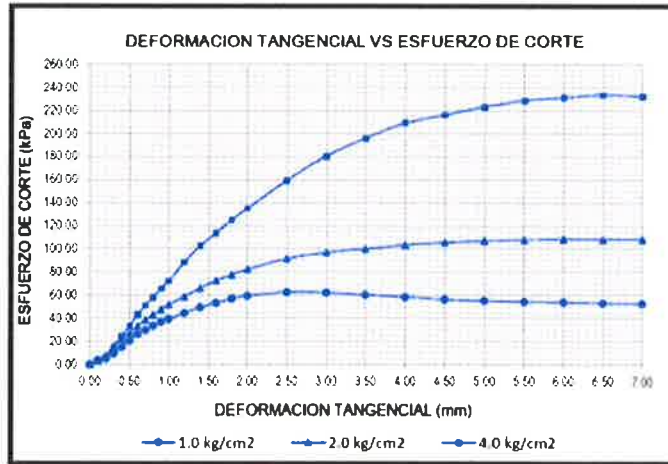
CALICATA – 02



Angulo de fricción interna ϕ' (°): 29.3 Cohesión C' (kg/cm²): 0.00

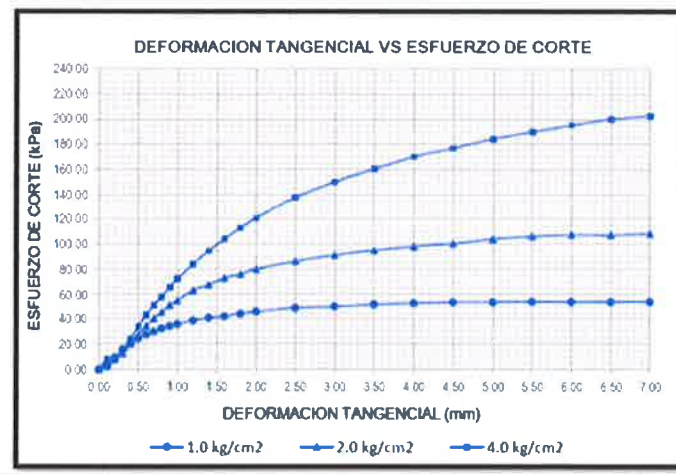
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

CALICATA – 08

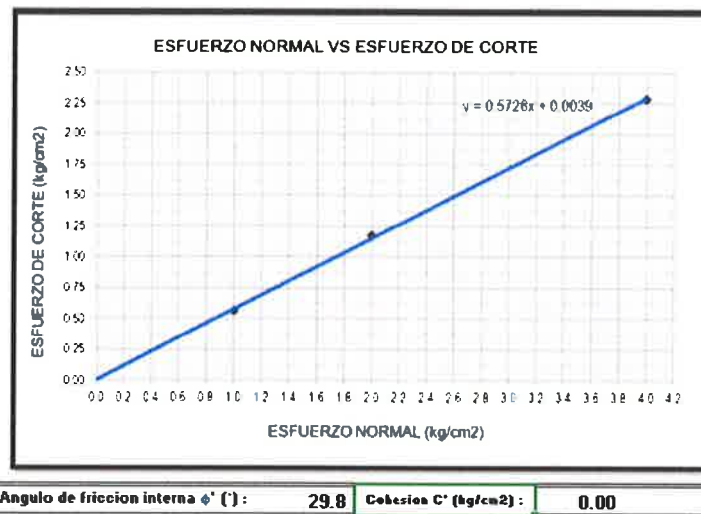


ángulo de fricción interna ϕ (°) 30.5 Cohesión C' (kg/cm2) 0.00

CALICATA – 10



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO



6.3 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD DE CARGA DE TRABAJO DE LA CIMENTACIÓN.

Se debe tener en cuenta que la Capacidad de Carga Admisible de trabajo del terreno varía en función de diversos parámetros intrínsecos y extrínsecos, como son el área de la cimentación, forma de la cimentación, profundidad de cimentación, etc. Por lo cual no se puede hablar de un solo valor de capacidad de carga de trabajo admisible del terreno, sino de varios valores todo para una misma cimentación.

Como es de costumbre en nuestro medio se suele proponer un solo valor de Capacidad de Carga Admisible de trabajo para el cálculo estructural, por lo cual nos atrevemos a proponer este valor, pero se deberá tener en cuenta lo enunciado líneas arriba.

La Capacidad de carga de trabajo se considera teniendo solo en cuenta la seguridad frente a la falla por resistencia de corte (hundimiento), sino también su tolerancia a los asentamientos de estos dos conceptos se escogerá como Capacidad de Carga de Trabajo el menor valor obtenido que asegure un asentamiento tolerable por la estructura.

Haciendo un análisis de todos los datos se obtuvo como Capacidad de Carga admisible de Trabajo, que asegure que los asentamientos esperados estén dentro de lo permisible, siendo este valor de:

$q_{adtrab} = 1.18 \text{ kg/cm}^2$ (ZONA 01) Calicata - 08
 $q_{adtrab} = 0.87 \text{ kg/cm}^2$ (ZONA 02) Calicata - 02
 $q_{adtrab} = 0.91 \text{ kg/cm}^2$ (ZONA 03) Calicata - 10

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
 CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
 INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
 Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
 ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
 JEFE DE LABORATORIO

6.4 ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS DE LA CIMENTACIÓN.

De manera instantánea al aplicar la carga se produce un cierto asentamiento (S_i), después del asentamiento instantáneo se produce la disipación de los excesos de presión intersticial generados, es decir el asiento de consolidación primaria (S_c), por ultimo algunos suelos pueden seguir asentando después de que todo el exceso de presión intersticial se ha disipado. Este asentamiento se produce a tensión efectiva constante y corresponde por lo tanto a un proceso de fluencia denominándose asentamiento por consolidación secundaria (S_s).

Por lo tanto, el asentamiento total (S_t) será la suma del asentamiento instantáneo, de consolidación primaria y de consolidación secundaria $S_t = S_i + S_c + S_s$.

Obviamente en los suelos de alta permeabilidad (granulares) y en los parcialmente saturados el asentamiento debido a la carga se produce de manera prácticamente simultánea a la aplicación de esta por lo que S_i y S_c no llegan a diferenciarse. (Vallejo 2004).

Como el suelo de fundación del estudio se encuentra en una condición semi saturado y por presentar suelos básicamente granulares podríamos adoptar el criterio de calcular los asentamientos totales con la formula elástica.

Se ha adoptado el criterio de limitar el asentamiento total de la cimentación a un cierto valor para que los asentamientos diferenciales sean tolerables por la estructura, definiendo una carga admisible de trabajo a la menor de las cargas admisibles ya sea por resistencia al corte o por asentamiento.

$S_e = 0.68$ cm para ZONA 01 (Calicata – 08)

$S_e = 0.85$ cm para ZONA 02 (Calicata – 02)

$S_e = 0.88$ cm para ZONA 03 (Calicata – 10)

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

Las hojas de cálculo se presentan en el Anexo IV, del presente informe.

6.5 TIPO DE CIMENTACIÓN

De acuerdo a los resultados de la exploración de campo, de los resultados de los ensayos de laboratorio, datos de las cargas proporcionadas por los responsables y de la interpretación de los resultados, el tipo de cimentación será del tipo directa superficial y estará comprendida por zapatas corridas o zapatas aisladas acompañadas de vigas de amarre o cimentación en ambas direcciones.

7 TRATAMIENTO PARA LA CONSTRUCCIÓN DE PISOS INTERIORES Y VEREDAS.

Para la ejecución de patios, pisos y veredas se eliminará la capa de cobertura orgánica, en un espesor promedio de 30cm (altura correspondiente para cada calicata se presenta en los perfiles estratigráficos en anexo II), el terreno superficial resultante se recomienda nivelar, escarificar y compactar hasta por lo menos el 95% de la máxima densidad seca del Próctor estándar ($\geq 95\%MDS$) que se realizó en laboratorio (Anexo III laboratorio)

Luego rellenar con material de mediana calidad de préstamo o de cortes cercanos el cual deberá ser clasificado en el sistema AASHTO como A-1-a(0), A-1-b(0) ó A-2-4(0) o en el SUCS como una GP-GM, GW-GM o GM, eliminando partículas mayores de 2" compactado el material al 95% de la MDS del Próctor estándar hasta el nivel antes de colocar material granular de tipo sub base.

Luego se podrá colocar una capa de material granular de préstamo del tipo sub base en un espesor de 6" como mínimo, eliminando partículas mayores de 2" compactado el material al 100% de la máxima densidad seca (MDS) del Próctor estándar con el óptimo contenido de humedad (OCH).

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

8 PERFILES ESTRATIGRAFICOS

De acuerdo a la exploración realizada mediante las calicatas C-01, C-02, C-03, C-04, C-05, C-06, C-07, C-08, C-09 y C-10. tal como se observa en el récord de estudio de exploración y en los resultados de Laboratorio adjuntos; el terreno se podría considerar de estructura no homogéneo con bastante material suelta con presencia de boleos y bloques, tiene una resistencia a la excavación manual baja cuando está seco además presenta un grado de compacidad baja, de talud vertical con un grado de estabilidad, presenta las siguientes características:

EXPLORACION	ESTRATO / MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)	ESPESOR	TIPO DE SUELO
C-01: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMO - ARCILLOSA
C-02: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-03: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-04: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-05: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA CON GRAVA
C-06: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-07: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA BIEN GRADUADA CON LIMO Y GRAVA
C-08: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-09: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA
C-10: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	E1/M1	0.00 - 0.30	0.30	TERRENO DE COBERTURA
	E2/M2	0.30 - 3.50	3.20	ARENA LIMOSA CON GRAVA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alarado Poma
RICARDO ALARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 34714
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO



9 AGRESION AL SUELO DE CIMENTACION

De acuerdo a los resultados de los ensayos químicos, es menor que 1000 ppm indica que tienen concentraciones leves de sulfatos y se puede concluir que las muestras provenientes del suelo de cimentación, presentan un contenido de cloruros, sulfatos y sales solubles por debajo del límite sin generar daño a las estructuras, por lo que se podrá utilizar cemento convencional (del tipo Portland I) para la construcción de los elementos de concreto.

En la Tabla 6.1 se muestra los límites recomendados por el comité 318 - 83 ACI para los elementos nocivos que pueden ocasionar un daño ligero, moderado, severo y muy severo a las estructuras de cimentación.

Tabla 9.1
Elementos Químicos Dañinos a la Cimentación

Elemento Presente en el Suelo	ppm	Grado de Ataque	Observación
*Sulfatos	0 - 1 000	Leve	Ocasiona un ataque químico al concreto de la cimentación
	1 000 - 2 000	Moderado	
	2 000 - 20 000	Severo	
	> 20 000	Muy Severo	
*Cloruros	> 6 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de corrosión de armaduras o elementos metálicos
*Sales Solubles Totales	> 15 000	Perjudicial	Ocasiona problemas de pérdida de resistencia mecánica por problema de lixiviación

Abreviaturas:

*: Comité 318 - 83 ACI

ppm: Partes Por Millón

En el cuadro siguiente se muestra el resumen de los resultados obtenidos del análisis químico.

Nº	EXPLORACIÓN	CONTENIDO CLORUROS (PPM)	CONTENIDO SULFATOS (PPM)	pH
01	C - 01	318.40	123.6	7.19
02	C - 03	76.90	32.60	6.14
03	C - 05	462.80	206.30	5.97
04	C - 07	208.60	105.20	6.12
05	C - 10	104.70	59.60	6.51

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94314
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

10 MATERIAL PARA CONCRETO

10.1 CANTERA DE AGREGADO PARA CONCRETO.

Bajo esta partida genérica, se suministrará los diferentes tipos de concreto compuesto de cemento Portland, agregados finos, agregados gruesos y agua, preparados de acuerdo con estas especificaciones, en los lugares, forma, dimensiones de las estructuras y deberá ser la indicada en los planos o las especificaciones.

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

Concreto $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$

Concreto $f'c = 140 \text{ Kg/cm}^2$

El Contratista deberá preparar la mezcla de prueba y someterla a la aprobación del Ingeniero Supervisor antes de mezclar y vaciar el concreto. Los agregados, cemento y agua deberán ser perfectamente proporcionados por peso y volumen.

Agregado Fino: El agregado fino para el concreto deberá satisfacer los requisitos de designación AASTHO-M-6 y deberá ser arena natural limpia, silicosa y lavada, de granos duros, fuertes, resistentes y lustrosos. Estará sujeto a la aprobación previa del Ingeniero Supervisor. Deberá estar libre de impurezas, sales o sustancias orgánicas.

La arena utilizada para la mezcla del concreto será bien graduada. La arena será considerada apta, si cumple con las especificaciones y pruebas que efectuó el Supervisor.

El módulo de fineza de la arena estará en los valores de 2.10 a 3.20, sin embargo, la variación del módulo de fineza no excederá en 0.32.

El Supervisor podrá someter la arena utilizada en la mezcla de concreto a las pruebas determinadas por el ASTM para las pruebas de agregados de concreto como ASTM C-40, ASTM C-128, ASTM C-88.

Agregado Grueso: El agregado grueso para el concreto deberá satisfacer los requisitos de AASHTO designación M-80 y deberá ser de piedra o grava zarandeada, de grano duro y compacto o cualquier otro material inerte con características similares, deberá estar limpio de polvo, materias orgánicas o barro y magra, en general deberá estar de acuerdo con la Norma ASTM C-33. La cantidad de sustancias dañinas no excederá de los límites indicados en la siguiente tabla:

De preferencia, la piedra será de forma angulosa y tendrá una superficie rugosa de manera de asegurar una buena adherencia en la mezcla. El tamaño máximo del agregado grueso, no deberá exceder de las dos terceras partes del espacio libre entre barras de armadura.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS,
CONCRETO Y ASFALTO
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DEL LABORATORIO

10.1.1 CANTERA DE AGREGADOS.

Las canteras para el proyecto provienen de depósitos aluviales y fluviales de formación reciente, originados por la erosión hidráulica y mecánica producida por el acarreo de fragmentos a lo largo del curso de las corrientes de agua superficiales. Posteriormente estos agregados han sufrido un mejoramiento natural al quedar solamente los más resistentes, pues los de menor resistencia han sido eliminados por desgaste. Se realizó los ensayos estándares y el diseño de mezclas que se adjunta en el Anexo.

LAMINA N°4
FOTOGRAFIA SATELITAL DE LAS CANTERAS



10.1.2 DISEÑO DE CONCRETO (Método del Comité 211 del ACI).

Los agregados para la arena Zarandeada son de cantera Rio Torobamba (sector Pischupampa). Del análisis granulométrico del agregado grueso se ha determinado el Tamaño Máximo y el tamaño Máximo Nominal siendo estos de 1" y 1/2". En cuanto al Agregado Grueso de TMN de 1/2" cumple con el Huso Granulométrico 6+ (3/4" – 3/8")., para la elaboración de concreto en obras, donde la proporción en peso y volumen de concreto es:

f _c (kg/cm ²)	Recomendación para Análisis de Costos Unitarios			
	C(bls)	AF(m ³)	AG (m ³)	Agua (m ³)
210	9.1	0.64	0.77	0.21
175	8.2	0.67	0.75	0.21
140	7.2	0.66	0.78	0.21

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 93914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

11 DISEÑO DE PAVIMENTO DE CONCRETO PARA LOSAS

11.1 Antecedentes del Diseño de Losas

Los pavimentos rígidos, están formados por una losa de concreto y una sub-base que sirve de apoyo, el cual se construye sobre la capa de subrasante. En este caso se trata de una losa deportiva.

En la antigüedad se construían sobre las terracerías sin importar la capacidad que tuvieran; muchos pavimentos fallaron por efecto de bombeo o el acarreo de materiales finos y húmedos hacia la superficie por sedimento a través de las juntas.

11.2 Resistencia de la Losa

Se requiere conocer la resistencia del concreto y la capacidad de reparto de las cargas de apoyo. El parámetro usado es el módulo de rotura (MR) obtenido de la prueba de tensión por flexión.

La correlación entre el módulo de rotura y la resistencia a la compresión del concreto a los 28 días puede definirse como $0.2 f'c$.

Para verificar el MR se usará comúnmente el ensayo de compresión simple de testigos del vaciado. Modulo de rotura $MR=28$.

11.3 Resistencia del Suelo

La resistencia de las capas del suelo de apoyo se obtiene mediante el ensayo de placa con lo que se utilizan el módulo de reacción (k).

Se coloca una carga de 0.7 Kg/cm^2 en el suelo secante y por medio de 3 extensómetros se mide la deflexión producida.

El módulo de reacción es igual a la relación de la presión proporcionada, entre el promedio de las deflexiones medidas (δ).

$$K = \frac{P}{\delta} = \frac{0.7}{\delta} \text{ Kg/cm}^2$$

El módulo de reacción de la subrasante se halla mediante la correlación con el tipo de suelo.

El módulo de reacción de la subrasante se corrige de acuerdo al espesor y la calidad del suelo base (para construcción con materiales naturales).

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
RICARDO ELVARDO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94314
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

11.4 Método del Proyecto de Pavimento Rígido de las investigaciones realizadas
Método del Instituto de Cemento Portland (Pca) argentino (1977) y en base a la Correlación de Propiedades del Subsuelo y Ensayos de Laboratorio.

Se ha definido como suelo base de subrasante el suelo arena limoso característico tipo **SM**, suelo al cual se ha ejecutado un ensayo de soporte de California CBR, con el que se ha obtenido un valor del CBR (95%) = 11.71%.

CARGAS SOBRE LA LOSA

Se ha previsto que la carga será ligera y además como uso extremo se considera el posible estacionamiento de un vehículo en casos eventuales.

CARACTERISTICAS DEL CONCRETO

Se deberá usar concreto portland de una resistencia de 210 Kg/cm²

CONCRETO (kg/cm ²)	MODULO DE ROTURA (kg/cm ²)	ESFUERZO ADMISIBLE (kg/cm ²)
210	28	210

CALCULO DEL ESPESOR DE LA LOSA DE CONCRETO

Para un módulo de reacción $K = 6.89 \text{ kg/cm}^3$

De $CBR = 11.71\%$

Para un MR del concreto $MR = 28$

Según los datos anteriores se obtiene un espesor de la losa de $e = 15\text{cm}$. para un concreto de $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ Considerando además la colocación de una base granular de 20.0cm. y compactar la subrasante en los 20 cm superficiales.

DISTRIBUCION DE JUNTAS

Las juntas tienen por fin mantener las tensiones que soporta el pavimento de concreto dentro de los límites admisibles previniendo la formación de fisuras y grietas irregulares.

La profundidad de la ranura superior de las juntas no debe ser inferior al cuarto del espesor del pavimento.

La separación de la junta será de $\frac{3}{4}$ ".



12 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El área de estudio del proyecto comprende; **EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR – AYACUCHO**, ubicado en el Distrito de San Miguel, Provincia de La Mar, Región Ayacucho.
- Durante el reconocimiento del área de estudio y alrededores no se han apreciado riesgo geológico por procesos de deslizamiento del suelo por presencia de aguas drenadas en el terreno que pudiera afectar la vulnerabilidad de la obra y así mismo no hay indicio de restos arqueológicos durante la excavación de las calicatas.

LUGAR	CALICATA	ESTRATO	% GRAVA	% ARENA	% FINOS	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)	Cu	Cc	D ₁₅ (mm)	D ₅₀ (mm)	D ₈₅ (mm)
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 01	: E - 02	12.52	68.46	19.02	0.039	0.354	1.341	34.00	2.37	0.059	0.802	4.355
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 02	: E - 02	11.39	73.11	15.49	0.048	0.339	1.539	31.79	1.55	0.073	0.952	4.270
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 03	: E - 02	3.54	69.63	26.83	0.028	0.172	0.531	19.01	1.99	0.042	0.357	1.868
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 04	: E - 02	13.22	74.58	12.20	0.061	0.364	1.609	26.17	1.34	0.171	1.009	4.504
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 05	: E - 02	22.32	62.72	14.96	0.050	0.345	1.957	39.05	1.21	0.078	1.143	8.548
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 06	: E - 02	10.70	75.97	13.32	0.056	0.356	1.408	25.02	1.60	0.155	0.907	4.091
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 07	: E - 02	6.15	84.04	9.81	0.085	0.384	1.210	14.19	1.43	0.186	0.826	3.405
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 08	: E - 02	13.55	71.41	15.04	0.050	0.381	1.659	33.27	1.75	0.075	1.074	4.547
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 09	: E - 02	9.85	74.72	15.43	0.049	0.314	1.398	28.76	1.45	0.073	0.881	4.028
: I.E.P. 9 DE DICIEMBRE (NIVEL SEGUNDARIA)	: C - 10	: E - 02	22.89	63.12	13.99	0.054	0.444	2.350	43.84	1.56	0.112	1.487	7.561

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTO
RICARDO ALVARADO DOMA
INGENIERO CIVIL
ING. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 84814
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
E DE LABORATORIO



- La cimentación de las estructuras a proyectar (ambientes de infraestructura) serán dimensionados de tal forma que apliquen al terreno una carga teniendo en cuenta una Capacidad de Carga admisible de trabajo no mayor de:

$$q_{adtrab} = 1.18 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ZONA 01) Calicata - 08}$$

$$q_{adtrab} = 0.87 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ZONA 02) Calicata - 02}$$

$$q_{adtrab} = 0.91 \text{ kg/cm}^2 \text{ (ZONA 03) Calicata - 10}$$

con un asentamiento máximo de $S_t = 1''$.

Se podrá usar cimentación directa superficial del tipo zapatas corridas o zapatas aisladas acompañadas de vigas de cimentación en ambas direcciones.

La profundidad de la cimentación recomendada será

$D_f = 1.80\text{m}$. acompañada por una falsa zapata (concreto ciclópeo, se recomienda una dosificación de 1:12 + 30% P.G.)

Se recomienda la construcción de veredas perimetrales y cunetas de evacuación pluvial para no permitir la saturación del suelo cerca de las estructuras, por lo que no se proyectara jardineras cerca de las estructuras principales.

- Los Parámetros Geotécnicos recomendados para el análisis sísmico son:

DESCRIPCIÓN		VALORES
Factores de zona	Zona 2	$Z=0.25$
Perfil tipo de suelo	Intermedios S2	$S=1.20$
	Periodo que define la plataforma del factor de amplificación sísmica	$T_p=0.60\text{seg}$
	Periodo que define el inicio de la zona de factor de amplificación sísmica	$T_L=2.00\text{seg}$

- Del resultado de los análisis químicos se deduce que el suelo está dentro del rango NO AGRESIVO por lo que se podrá utilizar cemento TIPO I, para la elaboración de los concretos para la cimentación.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 84914
E.P.F.C. - INSTITUTO GEOTÉCNICO
LABORATORIO

- Se recomienda drenaje apropiado, en lugares de rellenos, para mantener la humedad terreno compactado a la cual se realizaron los ensayos de consolidación y no variar las condiciones mecánicas del suelo.
- Para la realización de obras exteriores como veredas, losas; se deberá conformar, compactar el terreno subrasante, luego colocar material de base de cantera (material granular seleccionado), espesor mínimo de 0.20 m; con compactación de capas de 0.20 m, hasta alcanzar un grado mínimo de compactación igual al 95% de la máxima densidad seca (MDS) del Proctor Modificado.
- **Agresividad del Suelos a la Cimentación**
En ninguno de los sectores considerados para el presente proyecto se detectó la presencia de sales agresivas al concreto de cimentación, por lo que se recomienda el uso de Cemento Portland Tipo I.

Recomendaciones Adicionales.

- **MATERIAL DE CANTERA PARA CONCRETO.** Para el diseño de Mezcla se a considerado para los agregados de arena zarandeada la cantera de Rio Torobamba (Sector Pischupampa) y grava chancada la cantera cantera de Rio Torobamba (Sector Pischupampa); Del análisis granulométrico del agregado grueso se ha determinado el Tamaño Máximo y el tamaño Máximo Nominal siendo estos de 1" y 1/2". En cuanto al Agregado Grueso de TMN de 1/2" cumple con el Huso Granulométrico 6+ (3/4" – 3/8")., para la elaboración de concreto en obras, donde la proporción en peso y volumen de concreto es:

f'c (kg/cm2)	Recomendación para Análisis de Costos Unitarios			
	C(bls)	AF(m3)	AG (m3)	Agua (m3)
210	9.1	0.64	0.77	0.21
175	8.2	0.67	0.75	0.21
140	7.2	0.66	0.78	0.21

Se adjunta los diseños de mezcla $f'c = (140-175-210) \text{ Kg/cm}^2$.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. de Colegiado de Ingenieros del Perú N° 94914
Especialista en INGENIERÍA GEOTÉCNICA
LABORATORIO

TRATAMIENTO DE LA SUB BASE Y EL MEJORAMIENTO DE LA SUB RASANTE DEL TERRENO

Para el Tratamiento de la Sub Base y Mejoramiento de la Sub Rasante, deberá usarse de la cantera analizada para material granular de préstamo ubicada a 4.0 km del distrito de San Miguel (carretera san miguel – tambo).


- Esta cantera se encuentra a 4.0 Km de la localidad de San Miguel.
 - Este material se empleará en Base Granular, Subbase y Mejoramiento,
 - Este material deberá ser zarandeada para ser utilizado en Base Granular.
 - La explotación de esta cantera se ejecutará directamente con maquinaria pesada.
 - El período de explotación será entre los meses de enero a diciembre época de estiaje.
- Si al efectuar la excavación para los cimientos hasta las profundidades de cimentación mínimas recomendadas no se satisface este requisito, deberá profundizarse la cimentación hasta cumplirlo. Asimismo, si al nivel de cimentación se encuentra un bolsón de suelos de relleno deberá profundizarse la cimentación hasta sobrepasarlo.
- Las conclusiones y recomendaciones incluidas en este informe, así como la descripción generalizada del perfil del suelo que se presenta, están basados en el programa de exploración de campo descrito en la sección respectiva. De acuerdo a la práctica usual de Ingeniería de Suelos, dicho programa se considera adecuado, tanto en el número de sondajes como en la profundidad de estos para la ubicación del terreno estudiado, su extensión y el tipo de estructura de la que se trata. Sin embargo, por la naturaleza misma de los suelos encontrados, en los que siendo necesario generalizar la información obtenida en los sondeos a toda el área del proyecto, no siempre es posible tener seguridad total acerca de la información obtenida. Por lo tanto, se recomienda, que en el caso poco probable que durante la construcción se observan suelos con características diferentes a las indicadas en este informe, se notifique de inmediato para efectuar las correcciones necesarias.
- Las conclusiones, recomendaciones y resultados establecidas en el presente Informe Técnico, son sólo aplicables para el área estudiada.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETO Y ASFALTOS
Ricardo Alvarado Poma
RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERIA GEOTECNICA
JEFE DE LABORATORIO

13 REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Norma E-050, Suelos y Cimentaciones.
- Norma E-030, Diseño Sismorresistente.
- Alva Hurtado J. E., Meneses J. y Guzmán V. (1984), “Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú”, V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- Karl Terzaghi, Ralph B. Peck, “Mecánica de Suelos en la Ingeniería Práctica”, Segunda Edición 1973.
- Peck, Hanson, Thornburn “Ingeniería de Cimentaciones”, 2000.
- Vesic A., “Análisis de la Capacidad de Carga de las Cimentaciones Superficiales”, JSMFD, ASCE, Vol. 99, 1971.
- Braja M. Das “Fundamentos de Ingeniería Geotecnia”, Edición 1999.
- Reglamento Nacional de Edificación, Edición junio 2016, Perú.

Ayacucho, enero - 2021.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
CONCRETOS Y ASFALTOS

RICARDO ALVARADO POMA
INGENIERO QUÍMICO - INGENIERO CIVIL
Reg. del Colegio de Ingenieros del Perú N° 94914
ESPECIALISTA EN INGENIERÍA GEOTÉCNICA
JEFE DE LABORATORIO

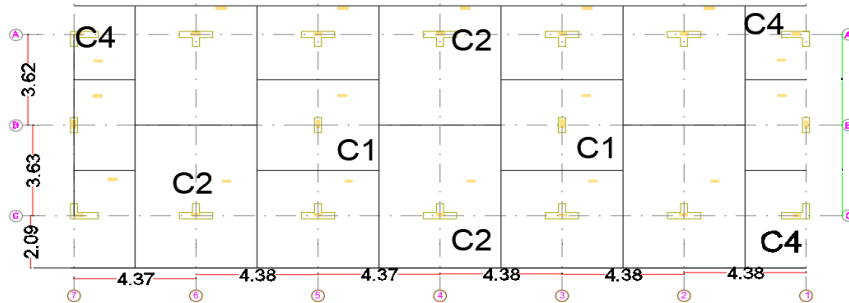
ANEXO 03: PREDIMENSIONAMIENTO



Tesis: Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de diciembre - La Mar - Ayacucho

UBICACIÓN : Distrito San Miguel - La Mar - Ayacucho

TIPOS DE COLUMNAS:



DATOS:

Area tributaria:

Largo : 3.62 m

Ancho : 4.38 m

15.8556 m2 considerando 1 Tn x m2

f'c : 210 kg/cm2

Nº de Pisos : 3 pisos

Si la columna es rectangular :

Ancho de columna: 25 cm

Tipo C1 Para los primeros pisos	Columna Interior N < 3 pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
Tipo C1 Para los 4 ultimos pisos superiores	Columna Interior N > 4 pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de porticos interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
Tipo C4	Columna de Esquina	P = 1.15 PG n = 0.20

COLUMNA CUADRADA:

Tipo de columna: C1

PG = 17.44116 Tn

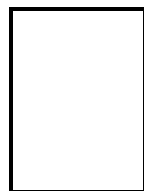
n = 0.3

b x D = P / (n x f'c)

b = D = 28.82 cm

30 cm

las columnas Son:



b = 30cm

D = 30cm

COLUMNA RECTANGULAR

Tipo de columna: C1

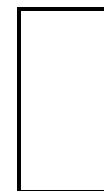
PG = 17.44116 Tn

n = 0.3

b x D = P / (n x f'c)

D = 33.22 cm

35 cm



b = 25cm

D = 35cm

Área de Columna: 900 cm2

Área de Columna: 875 cm2

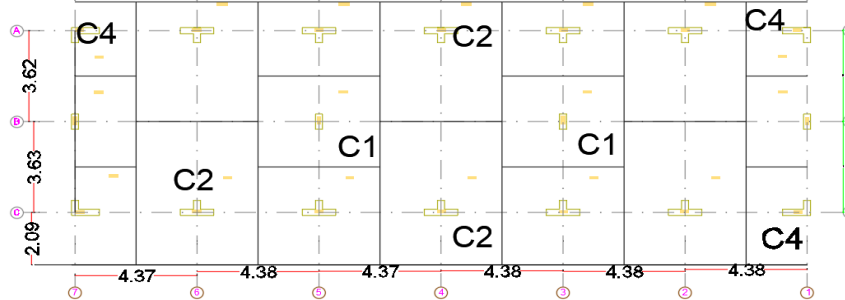
NOTA: Dimensiones solo por fuerza de gravedad. Rigidizar para cumplir desplazamientos.



Tesis: Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de diciembre - La Mar - Ayacucho

UBICACIÓN : Distrito San Miguel - La Mar - Ayacucho

TIPOS DE COLUMNAS:



DATOS:

Area tributaria:

Largo : 4.38 m

Ancho : 5.71 m

25.0098 m²

considerando 1 Tn x m²

f'c : 210 kg/cm²

Nº de Pisos : 3 pisos

Si la columna es rectangular :

Ancho de columna: 25 cm

Tipo C1 Para los primeros pisos	Columna Interior N < 3 pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
Tipo C1 Para los 4 ultimos pisos superiores	Columna Interior N > 4 pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de porticos interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
Tipo C4	Columna de Esquina	P = 1.15 PG n = 0.20

COLUMNA CUADRADA:

Tipo de columna: C2

PG = 31.26225 Tn

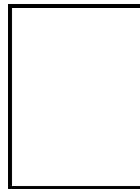
n = 0.25

$$b \times D = \frac{P}{n \times f'c}$$

b = D = 42.27 cm

45 cm

las columnas Son:



b = 45cm

D = 45cm

COLUMNA RECTANGULAR

Tipo de columna: C2

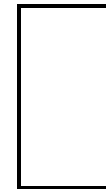
PG = 31.26225 Tn

n = 0.25

$$b \times D = \frac{P}{n \times f'c}$$

D = 71.46 cm

75 cm



b = 25cm

D = 75cm

Área de Columna: 2025 cm²

Área de Columna: 1875 cm²

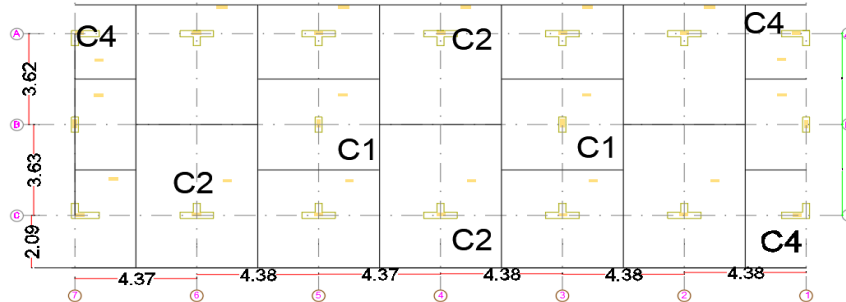
NOTA: Dimensiones solo por fuerza de gravedad. Rigidizar para cumplir desplazamientos.



Tesis: Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de diciembre - La Mar - Ayacucho

UBICACIÓN : Distrito San Miguel - La Mar - Ayacucho

TIPOS DE COLUMNAS:



DATOS:

Area tributaria:

Largo : 2.19 m

Ancho : 3.91 m

8.5629 m²

considerando 1 Tn x m²

f'c : 210 kg/cm²

Nº de Pisos : 3 pisos

Si la columna es rectangular :

Ancho de columna: 25 cm

I Para los primeros pisos	Columna Interior N < 3 pisos	P = 1.10 PG n = 0.30
Tipo C1 Para los 4 ultimos pisos superiores	Columna Interior N > 4 pisos	P = 1.10 PG n = 0.25
Tipo C2, C3	Columnas Extremas de porticos interiores	P = 1.25 PG n = 0.25
Tipo C4	Columna de Esquina	P = 1.15 PG n = 0.20

COLUMNA CUADRADA:

Tipo de columna: C4

PG = 9.847335 Tn

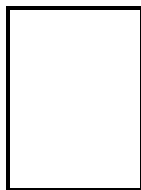
n = 0.2

$$b \times D = \frac{P}{n \times f'c}$$

b = D = 26.52 cm

30 cm

las columnas Son:



b = 30cm

COLUMNA RECTANGULAR

Tipo de columna: C4

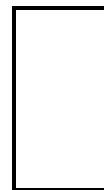
PG = 9.847335 Tn

n = 0.2

$$b \times D = \frac{P}{n \times f'c}$$

D = 28.14 cm

30 cm



b = 25cm

Área de Columna: 900 cm²

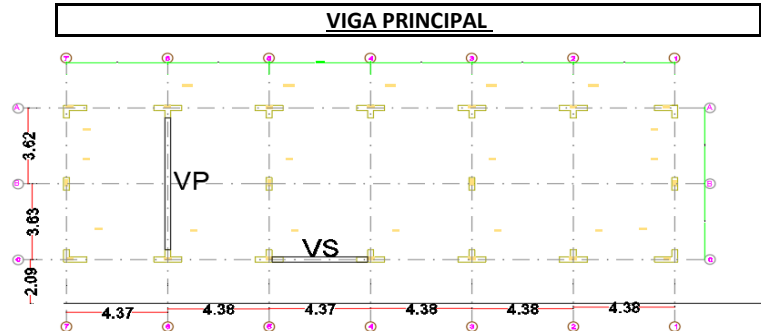
Área de Columna: 750 cm²

NOTA: Dimensiones solo por fuerza de gravedad. Rigidizar para cumplir desplazamientos.

Tesis: Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de diciembre - La Mar - Ayacucho

UBICACIÓN : Distrito San Miguel - La Mar - Ayacucho

DATOS:



Longitud entre columnas (Ln) :

Ln = 7.00 mt

Metrado de Cargas:

Carga Muerta WD:

P. aligerado :	300	kg/m ²
P. acabados :	100	kg/m ²
P. Tab. Movil :	100	kg/m ²
Total	500	kg/m ²

Carga Viva WL:

Sobre carga : 200 kg/m²

Carga Ultima Wu:

$$W_u = 1.4 \times WD + 1.7 \times WL$$

Wu = 1040 kg/m²

Wu = 0.104 kg/m²

Determinando las dimensiones de la viga

Peralte de viga:

$$H = L_n / (4 \times \sqrt{W_u})$$

H = 56.44 cm

H = 60.00 cm

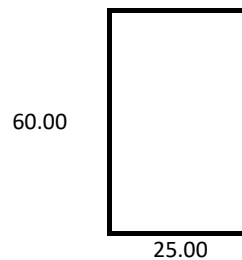
$$H = \frac{L_n}{12.40}$$

Base de la viga:

B = H/3 (como mínimo la base debe de ser 25 cm por sismoresistente)

B = 25.00 cm

B = 25.00 cm



Seccion tranformada

$$B \times H3 = b \times h3$$

base: 25.0

H = 56.4

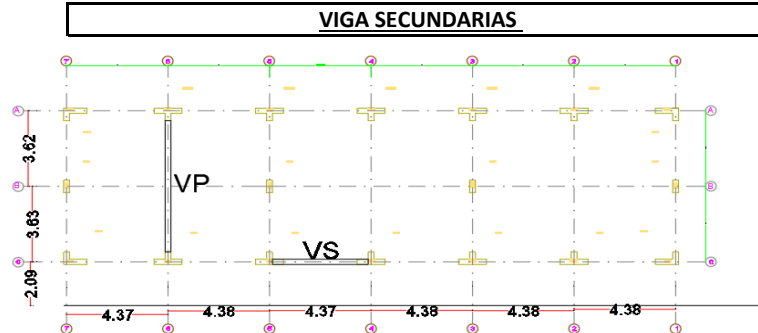
B	H
25	60

NOTA: Dimensiones solo por fuerza de gravedad. Se rigidizar para cumplir desplazamientos, debido a sollicitaciones sísmicas

Tesis: Evaluación sísmica con métodos análisis dinámico modal espectral y tiempo historia en institución educativa 9 de diciembre - La Mar – Ayacucho

UBICACIÓN : Distrito San Miguel - La Mar - Ayacucho

DATOS:



Longitud entre columnas (Ln) :

Ln = mt

Metrado de Cargas:

Carga Muerta WD:

P. aligerado : kg/m²

P. acabados : kg/m²

P. Tab. Movil : kg/m²

Total : kg/m²

Carga Viva WL:

Sobre carga : kg/m²

Carga Ultima Wu:

$Wu = 1.4 \times WD + 1.7 \times WL$

Wu = kg/m²

Wu = kg/m²

Determinando las dimensiones de la viga

Peralte de viga:

$H = Ln / (4 \times \text{raiz}(Wu))$

H = cm

H = cm

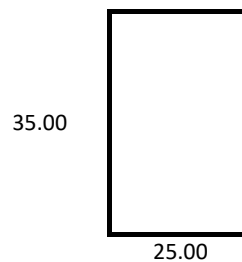
$$H = \frac{Ln}{12.40}$$

Base de la viga:

$B = H/3$ (como mínimo la base debe de ser 25 cm por sismoresistente)

B = cm

B = cm



Seccion transformada

$B \times H3 = b \times h3$

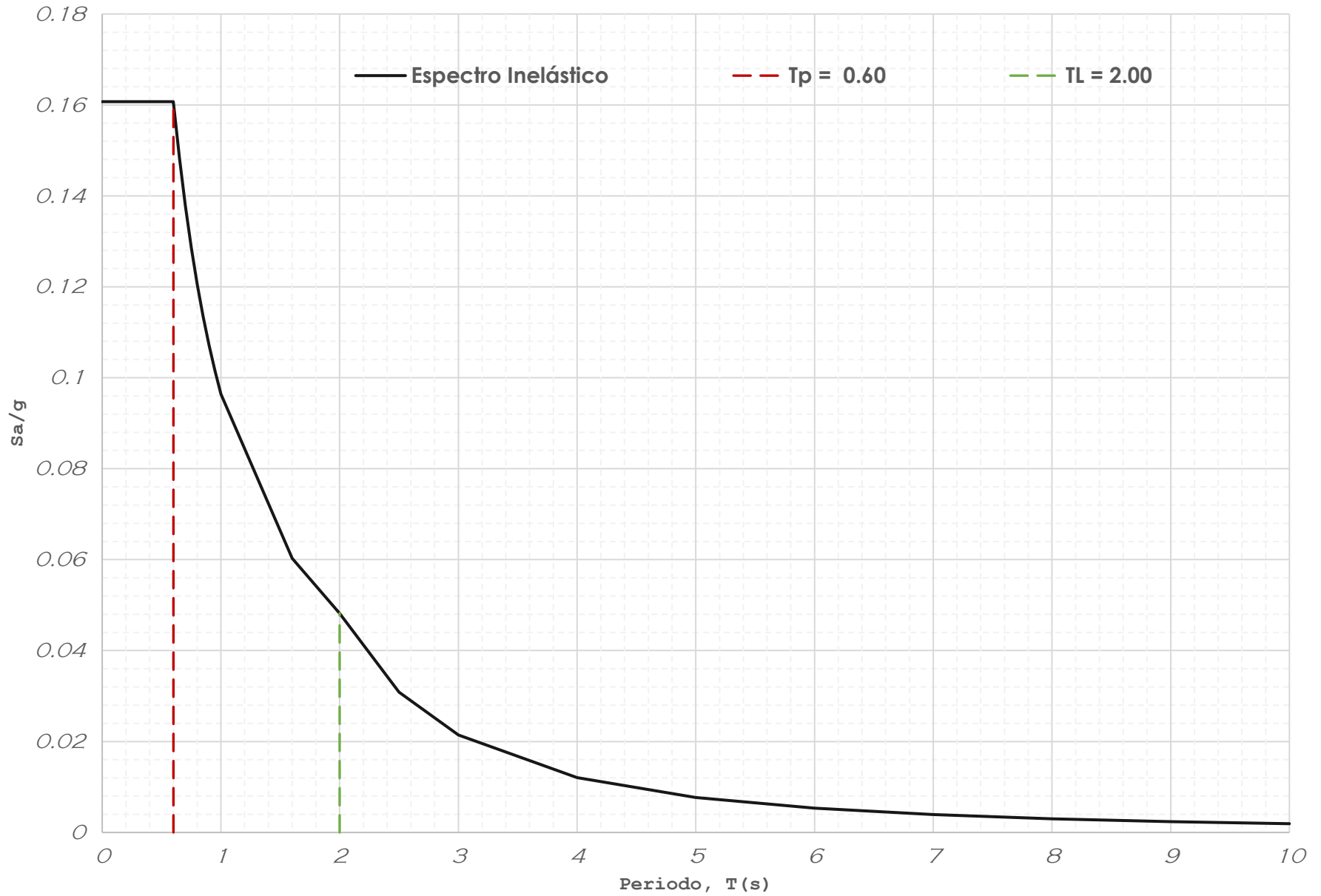
base: 25.0

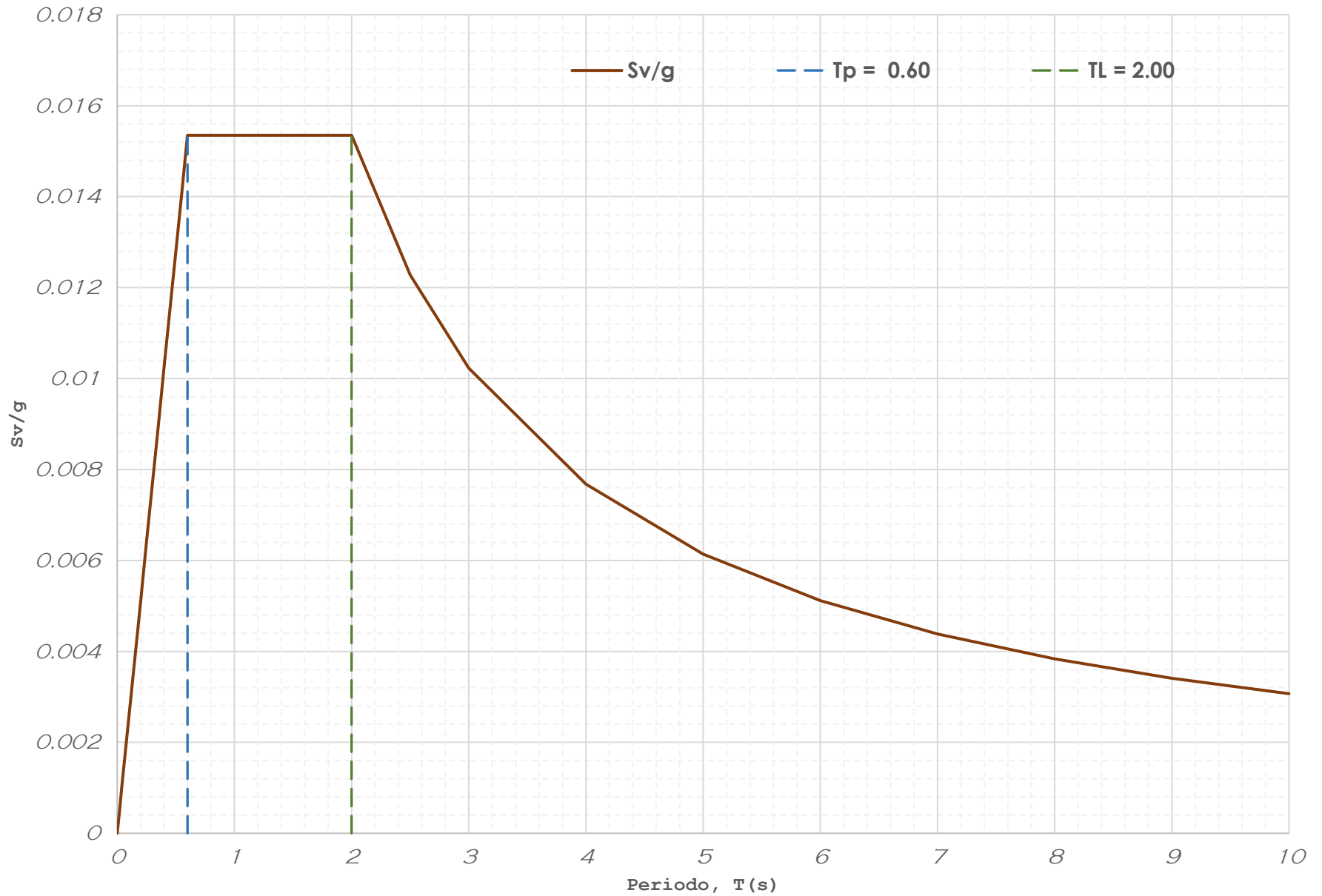
H = 33.3

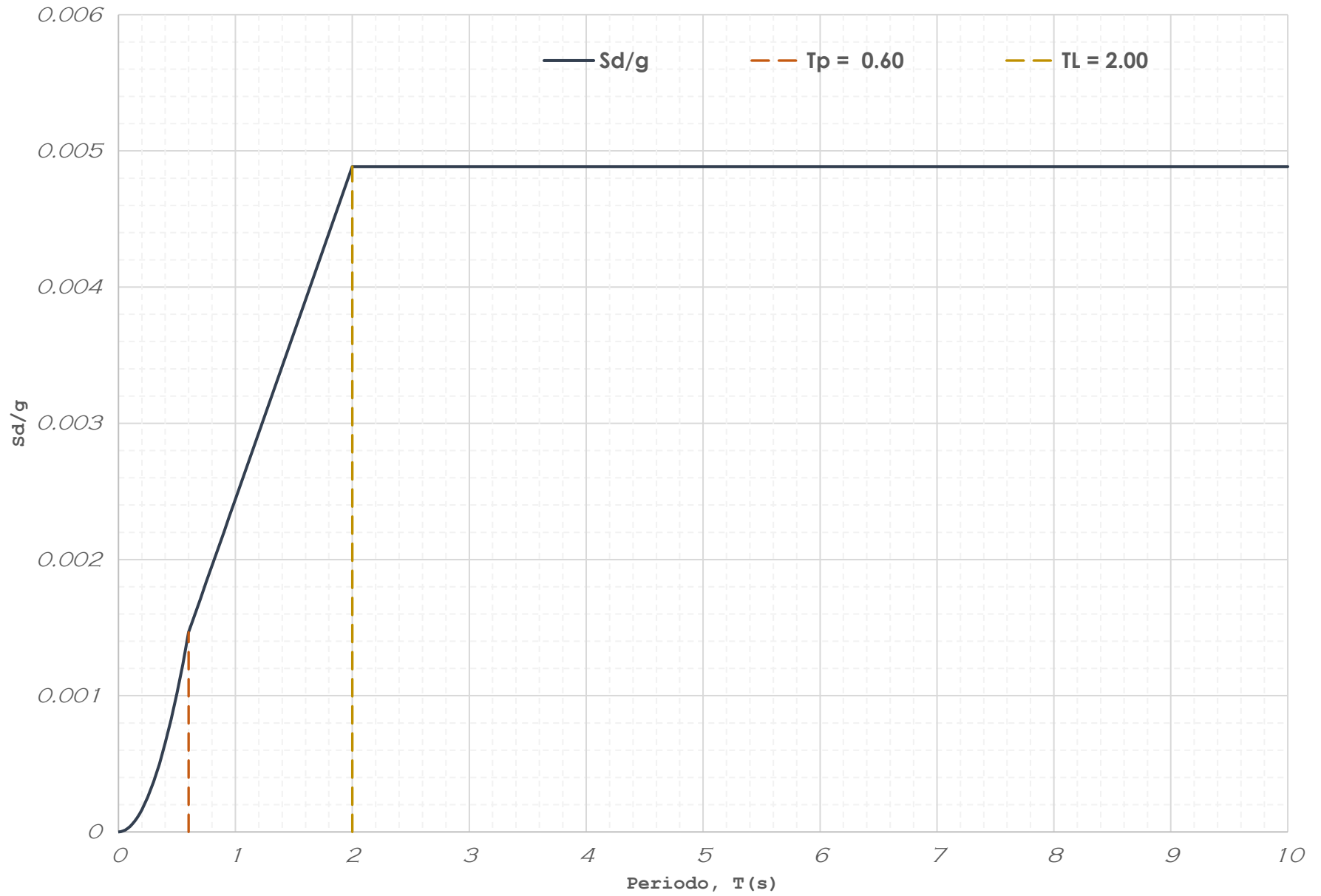
B	H
25	35

NOTA: Dimensiones solo por fuerza de gravedad. Se rigidizar para cumplir desplazamientos, debido a sollicitaciones sísmicas

ANEXO 04: ESPECTRO DE RESPUESTA









ESPECTRO DE DISEÑO - NTE E.030 Actualizada

Región : Ayacucho
 Provincia : La Mar
 Distrito : San Miguel

Categoría : A2
 Zona : Z2
 Suelo : S2

$$R = R_o I_p I_a \quad \frac{S_a}{g} = \frac{ZUCS}{R}$$

Sistema Estructural : Concreto Armado, Dual
 Verificación de Irregularidad : Irregular en Planta \longrightarrow $I_p = 1.0000$
 Irregularidad : Irregular en Altura \longrightarrow $I_a = 1.0000$

$$\begin{aligned} Z &= 0.25 \\ U &= 1.50 \\ S &= 1.20 \\ T_p &= 0.60 \\ T_L &= 2.00 \\ R_o &= 7.0 \\ R &= 7.00 \end{aligned} \quad \begin{aligned} T < T_p & \quad C = 2.5 \\ T_p < T < T_L & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right) \\ T > T_L & \quad C = 2.5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right) \end{aligned}$$

T	C	ZUCS/R
0	2.5	0.160714286
0.02	2.5	0.160714286
0.04	2.5	0.160714286
0.06	2.5	0.160714286
0.08	2.5	0.160714286
0.1	2.5	0.160714286
0.12	2.5	0.160714286
0.14	2.5	0.160714286
0.16	2.5	0.160714286
0.18	2.5	0.160714286
0.2	2.5	0.160714286
0.25	2.5	0.160714286
0.3	2.5	0.160714286
0.35	2.5	0.160714286
0.4	2.5	0.160714286
0.45	2.5	0.160714286
0.5	2.5	0.160714286
0.55	2.5	0.160714286
0.6	2.5	0.160714286
0.65	2.3076923	0.148351648
0.7	2.1428571	0.137755102
0.75	2	0.128571429
0.8	1.875	0.120535714
0.85	1.7647059	0.113445378
0.9	1.6666667	0.107142857
0.95	1.5789474	0.101503759
1	1.5	0.096428571
1.6	0.9375	0.060267857
2	0.75	0.048214286
2.5	0.48	0.030857143
3	0.3333333	0.021428571
4	0.1875	0.012053571
5	0.12	0.007714286
6	0.0833333	0.005357143
7	0.0612245	0.00393586
8	0.046875	0.003013393
9	0.037037	0.002380952
10	0.03	0.001928571



ANEXO 05: PLANOS

605000.0000

610000.0000

615000.0000

620000.0000

8565000.0000

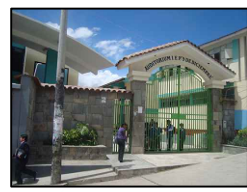
8560000.0000

8555000.0000

8565000.0000

8560000.0000

8555000.0000



I.E.P. "9 DE DICIEMBRE"
 DISTRITO: SAN MIGUEL
 PROVINCIA: LA MAR
 (E: 610 515, N: 8 561 237)

605000.0000

610000.0000

615000.0000

620000.0000

LEYENDA

SIMBOLO	DESCRIPCION
	CARRETERAS ASFALTADAS
	CARRETERAS SIN ASFALTAR
	RIOS, QUEBRADAS
	CIUDADES, DISTRITOS
	ANEXOS, CASERIOS

PLANO DE UBICACION

ESCALA : 1/100,000

Sistema de Coordenadas Geográficas Decimales
DATUM WGS84



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
 "EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:
 - BAUTISTA YAURI, HENRY
 - PAUCCA GUTIERREZ, YURI

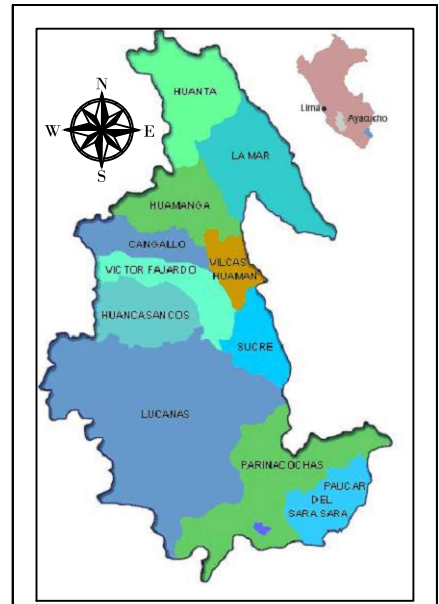
ASESOR:
 Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
 FEBRERO - 2021

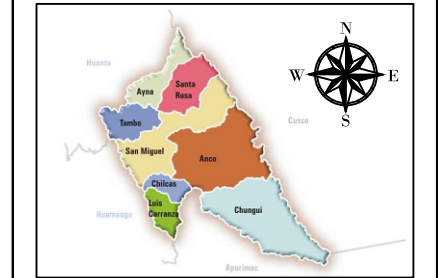
ESCALA:
 INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
 PLANO DE UBICACION

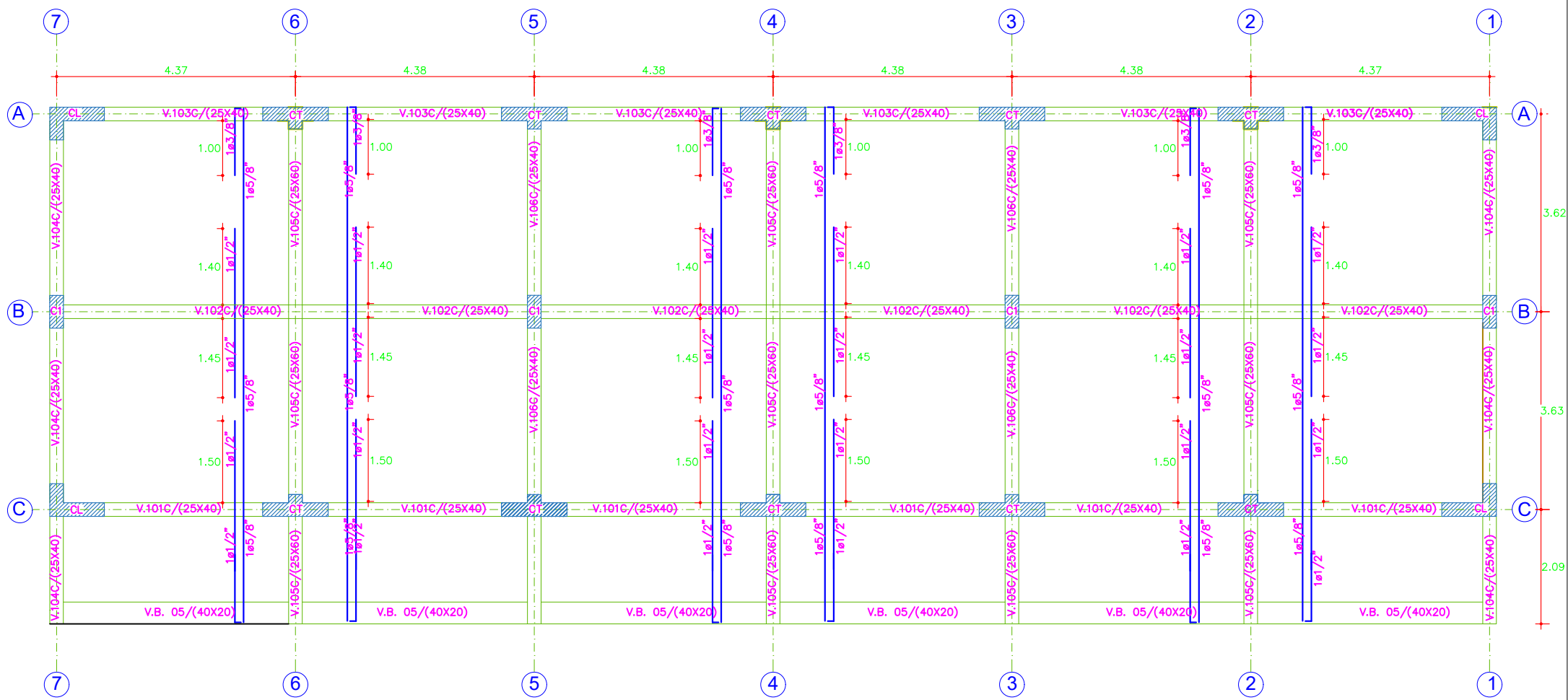
LAMINA :
U-01



REGION DE AYACUCHO



PROVINCIA DE LA MAR



CUADRO DE COLUMNAS

	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL	TERCER NIVEL
C-C1			
C-C2			
C-C3			

CUADRO DE VIGAS

MEDIDAS	1ER, 2DO Y 3ER NIVEL
25X40	 V:101C, 102C, 103C, 104C V:201C, 202C, 203C, 204C V:301C, 302C, 303C
40X20	 VB:05; VC:03
10X20	 VB:/

MÓDULO 01 - 1er Y 2do NIVEL
ESC. 1/100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

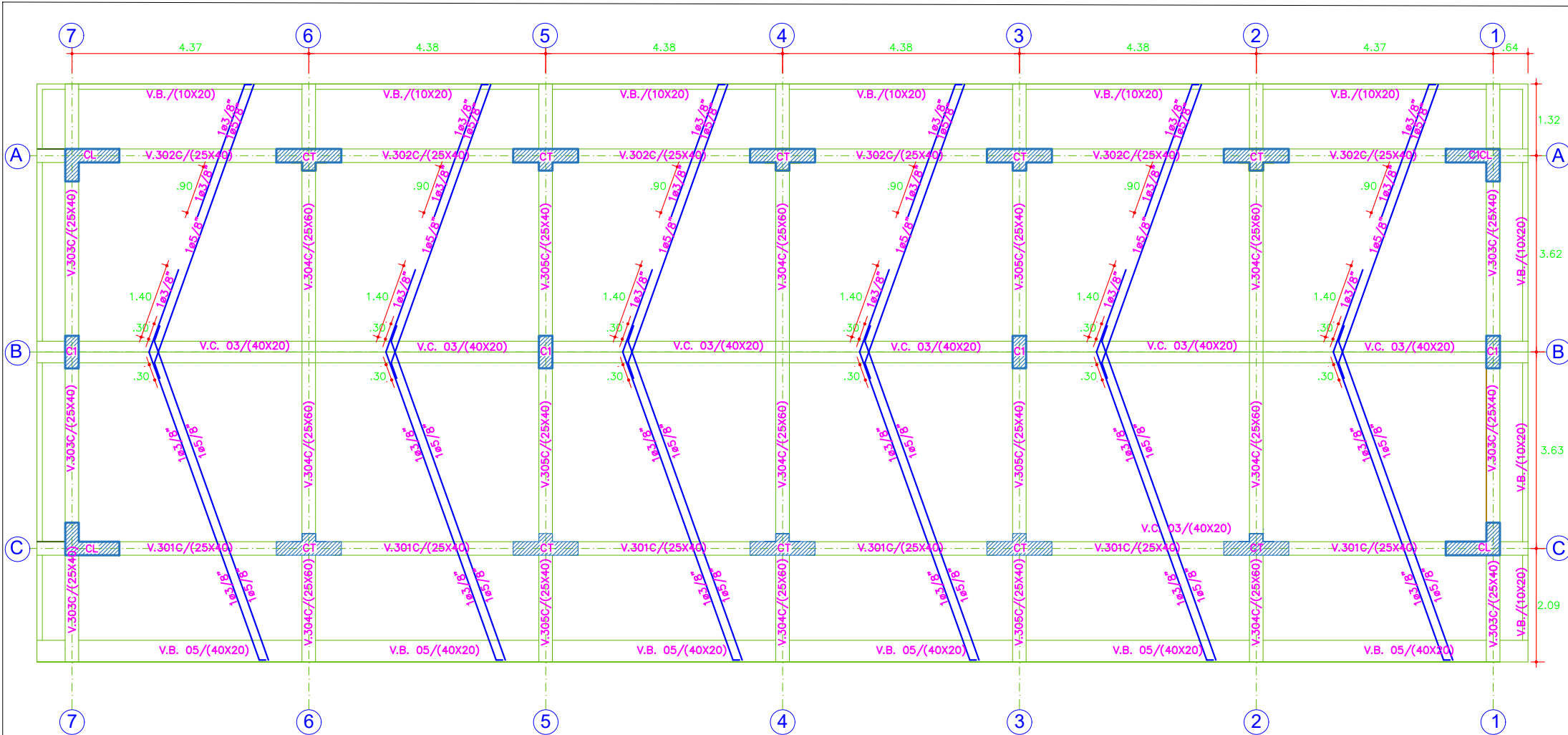
TESIS:
"EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:
 - BAUTISTA YAURI, HENRY
 - PAUCCA GUTIERREZ, YURI

LAMINA:
E-01

ASESOR:
Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

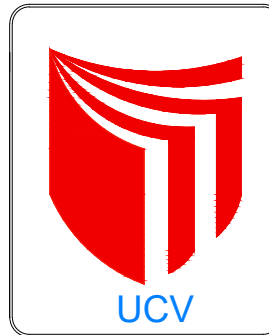
FECHA: FEBRERO - 2021 ESCALA: INDICADA NOMBRE DE PLANO: PLANO COLUMNAS Y VIGAS



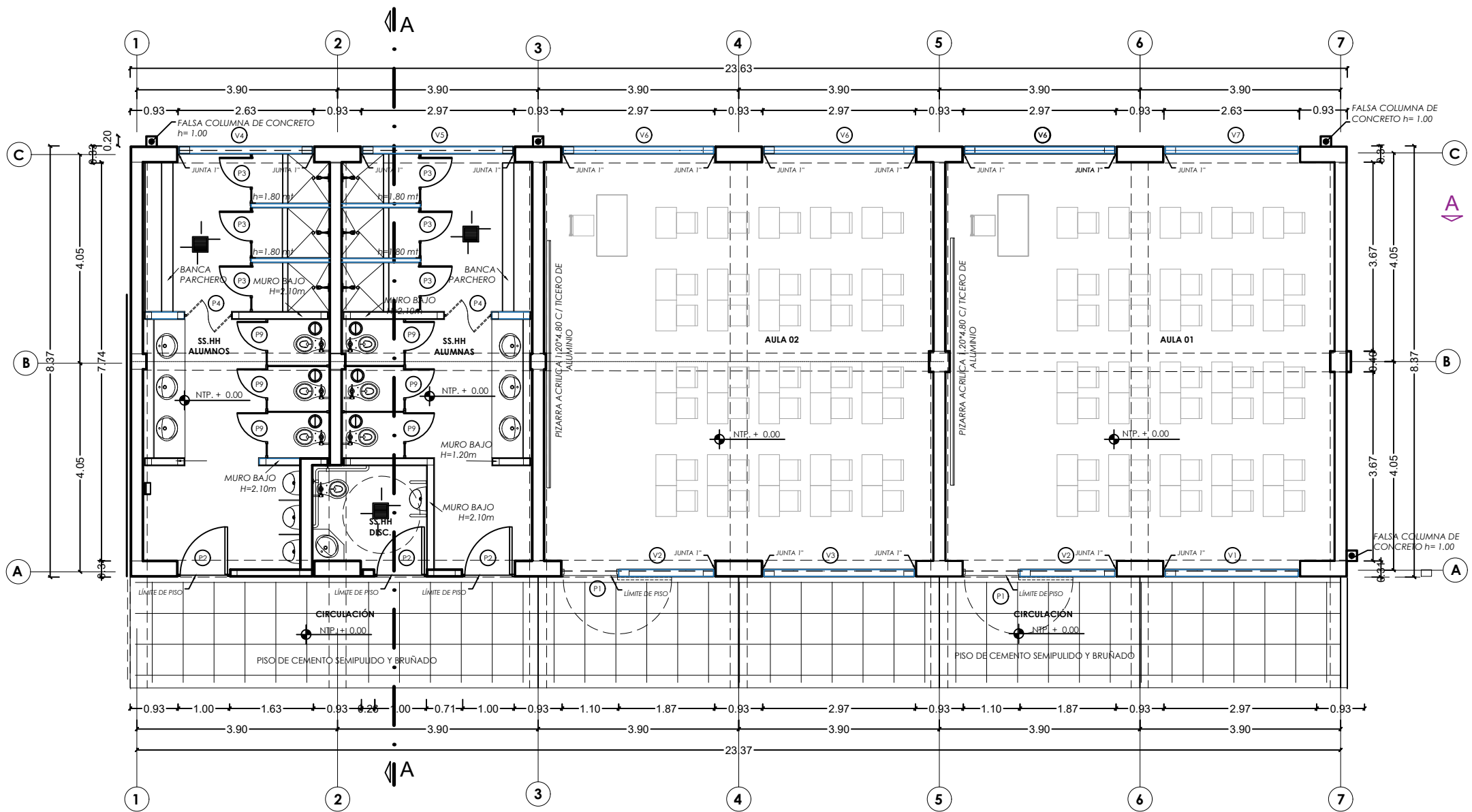
CUADRO DE COLUMNAS			
	PRIMER NIVEL	SEGUNDO NIVEL	TERCER NIVEL
C-C1			
C-C2			
C-C3			

CUADRO DE VIGAS	
MEDIDAS	1ER, 2DO Y 3ER NIVEL
25X40	 V:101C, 102C, 103C, 104C V:201C, 202C, 203C, 204C V:301C, 302C, 303C
40X20	 VB:05; VC:03
10X20	 VB:/

MÓDULO 01 - 3ER NIVEL
 ESC. 1/100

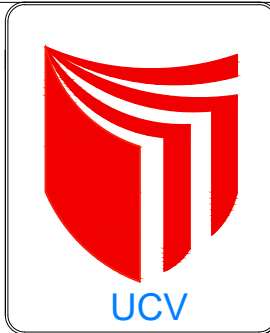


UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
TESIS: "EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"		
PRESENTADO POR: - BAUTISTA YAURI, HENRY - PAUCCA GUTIERREZ, YURI	LAMINA : E-02	
ASESOR: Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO		
FECHA: FEBRERO - 2021	ESCALA: INDICADA	NOMBRE DE PLANO: PLANO COLUMNAS Y VIGAS



MÓDULO I: PRIMER NIVEL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
"EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:

- BAUTISTA YAURI, HENRY
- PAUCCA GUTIERREZ, YURI

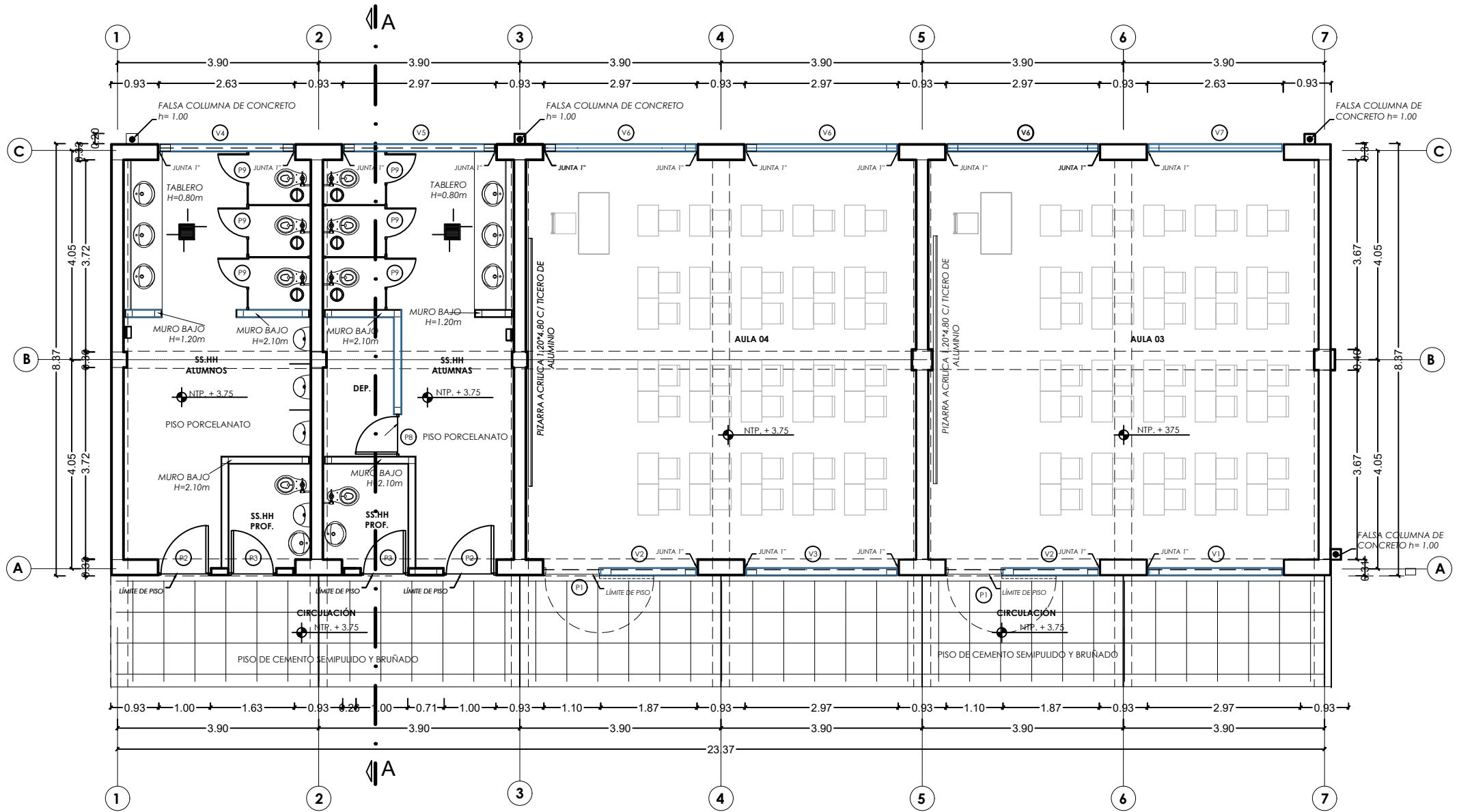
LAMINA:
A-01

ASESOR:
Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
FEBRERO - 2021

ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
PLANO VISTA EN PLANTA



MÓDULO I: SEGUNDO NIVEL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
"EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:

- BAUTISTA YAURI, HENRY
- PAUCCA GUTIERREZ, YURI

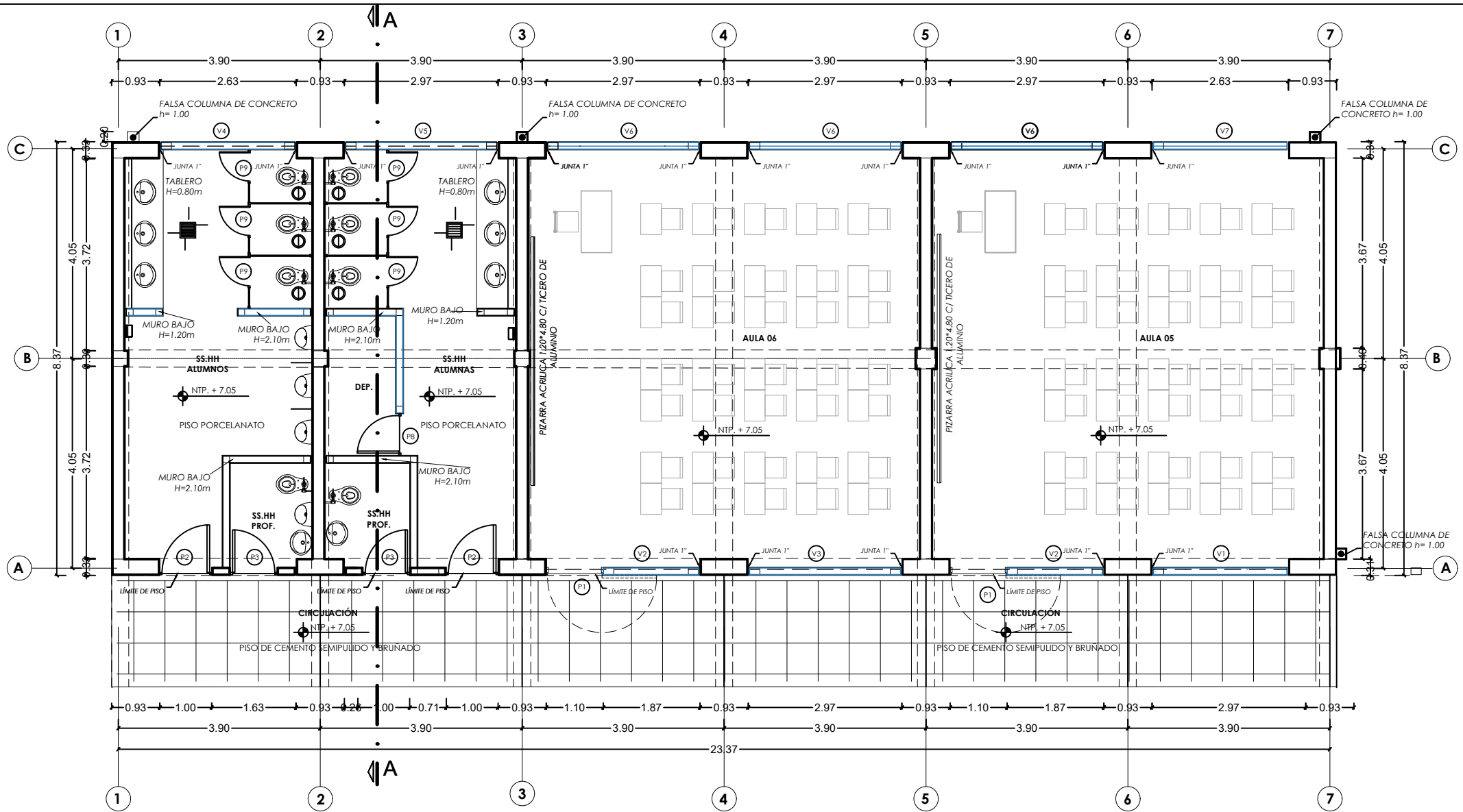
LAMINA:
A-02

ASESOR:
Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
FEBRERO - 2021

ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
PLANO VISTA EN PLANTA



MÓDULO I: TERCER NIVEL

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
 "EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:

- BAUTISTA YAURI, HENRY
- PAUCCA GUTIERREZ, YURI

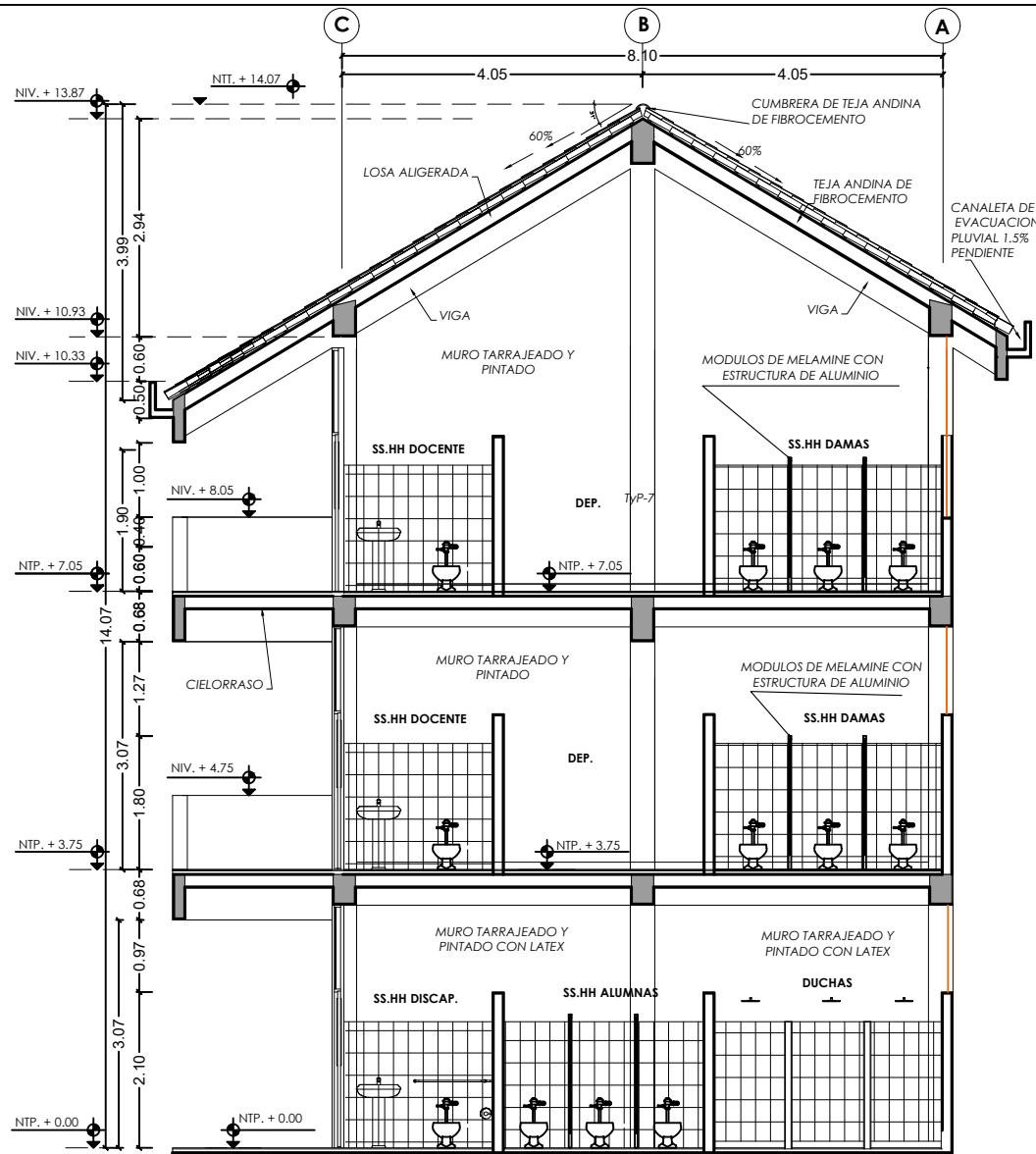
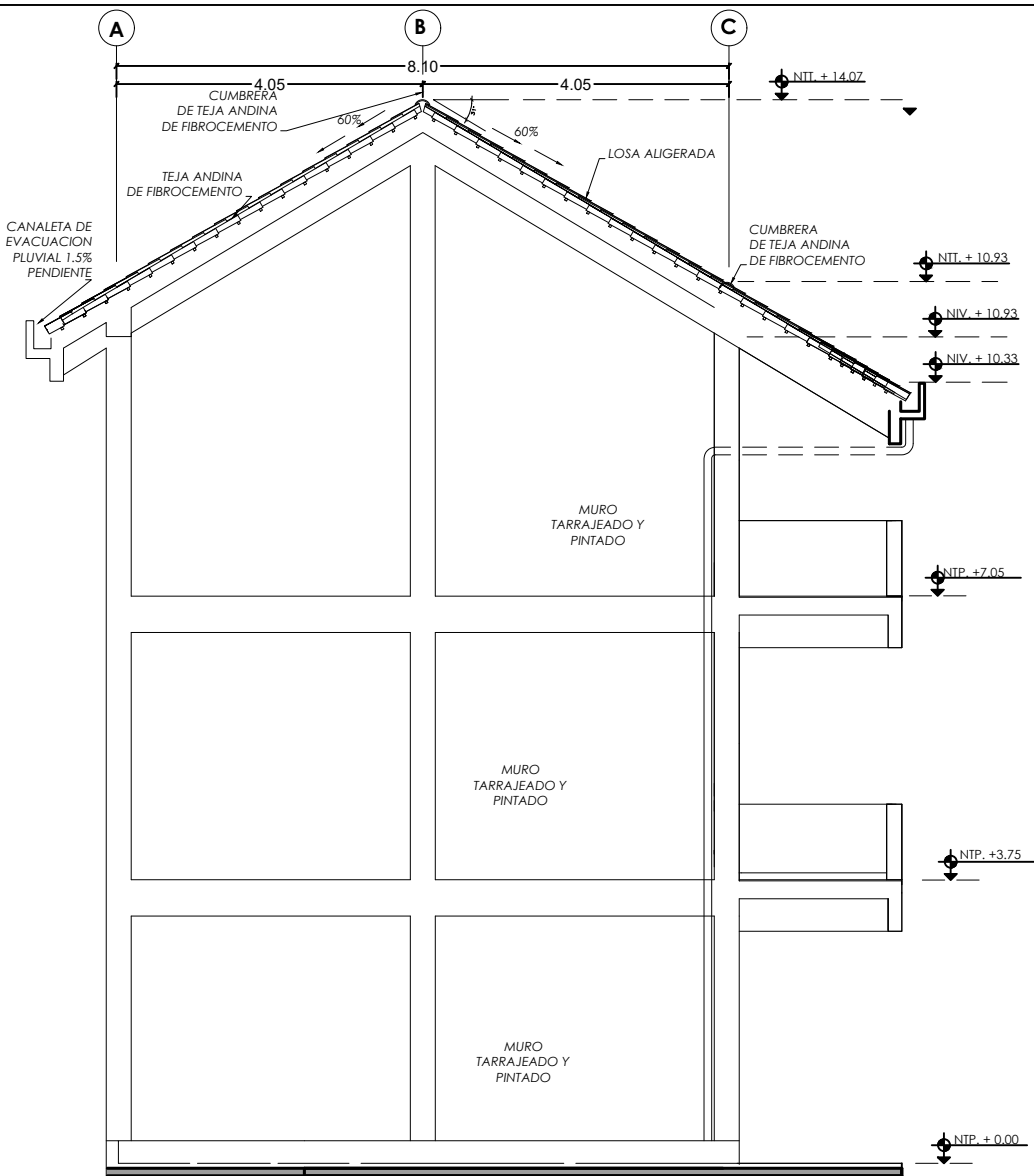
LAMINA:
A-03

ASESOR:
 Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
 FEBRERO - 2021

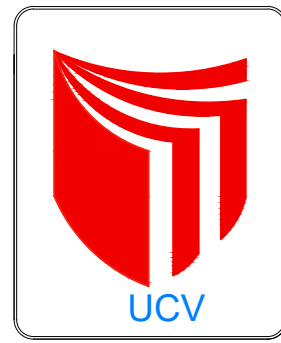
ESCALA:
 INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
 PLANO VISTA EN PLANTA

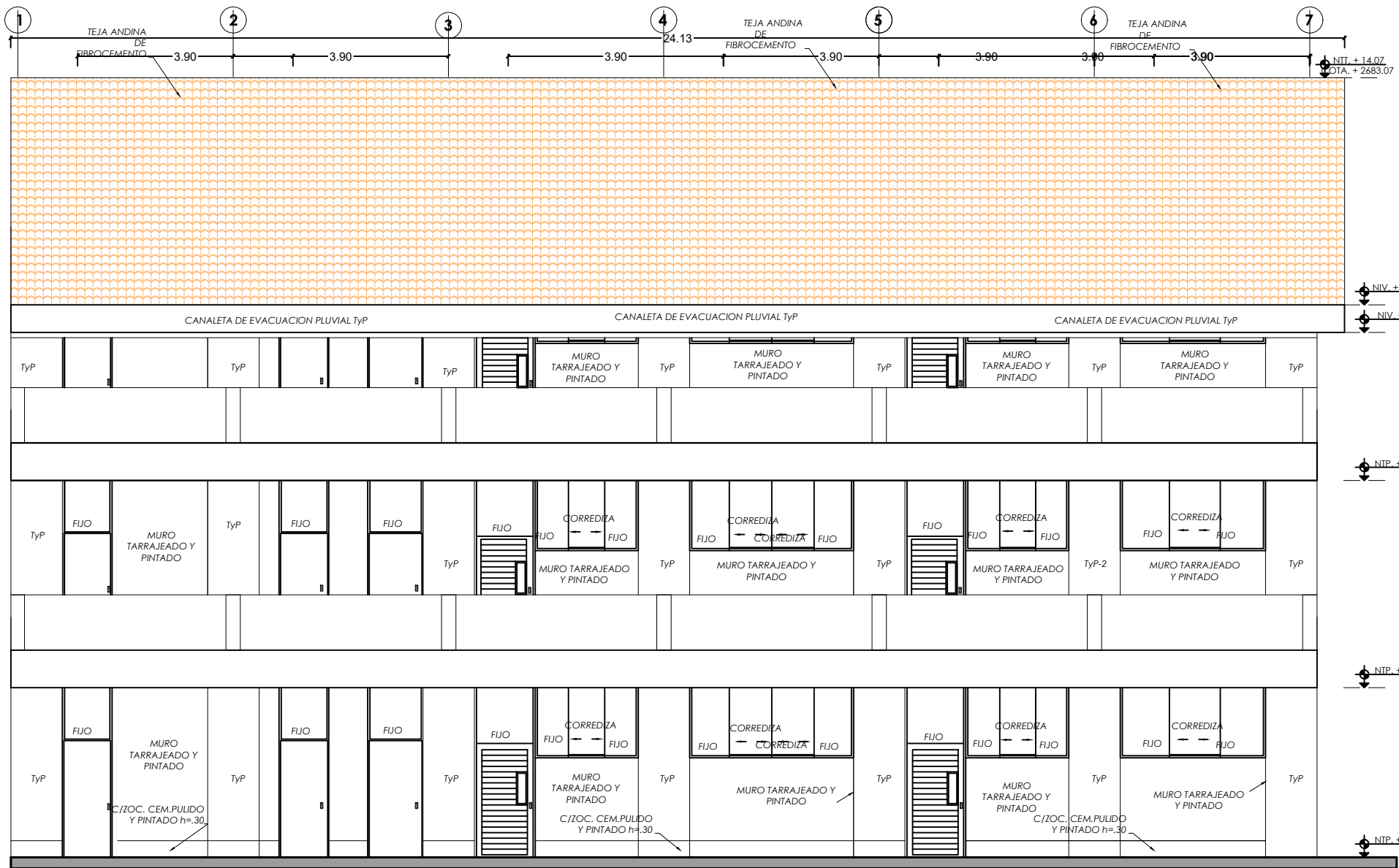


MÓDULO I: ELEVACIÓN LATERAL Y CORTE A-A

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO		
TESIS: "EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"		
PRESENTADO POR:		LAMINA :
<ul style="list-style-type: none"> - BAUTISTA YAURI, HENRY - PAUCCA GUTIERREZ, YURI 		A-04
ASESOR: Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO		
FECHA: FEBRERO - 2021	ESCALA: INDICADA	NOMBRE DE PLANO: PLANO ELEV. LATERAL Y CORTE



MÓDULO I: ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
"EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:
- BAUTISTA YAURI, HENRY
- PAUCCA GUTIERREZ, YURI

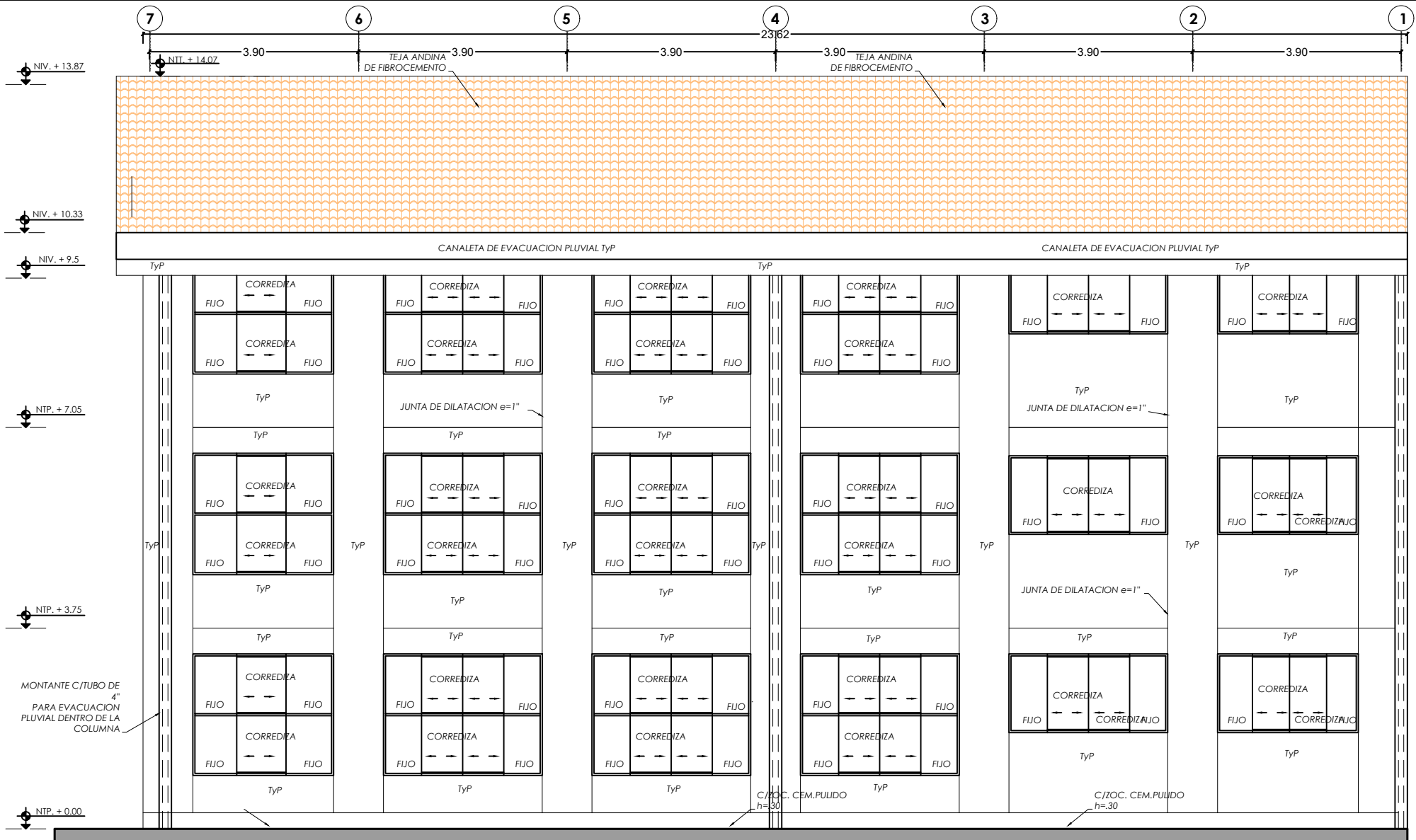
LAMINA :
A-05

ASESOR:
Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
FEBRERO - 2021

ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
PLANO ELEVACION POSTERIOR



MÓDULO I: ELEVACIÓN POSTERIOR

ESCALA 1:100



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

TESIS:
"EVALUACIÓN SÍSMICA CON MÉTODOS ANÁLISIS DINÁMICO MODAL ESPECTRAL Y TIEMPO HISTORIA EN INSTITUCIÓN EDUCATIVA 9 DE DICIEMBRE - LA MAR - AYACUCHO"

PRESENTADO POR:
- BAUTISTA YAURI, HENRY
- PAUCCA GUTIERREZ, YURI

LAMINA :
A-06

ASESOR:
Msc. Ing. CASTILLO CHAVEZ, HUMBERTO

FECHA:
FEBRERO - 2021

ESCALA:
INDICADA

NOMBRE DE PLANO:
PLANO ELEVACION POSTERIOR