

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA
RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN
LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA,
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Bach. JAIME VALQUI PÉREZ

ASESOR:

Dr. Ing. HERMES ROBERTO MOSQUEIRA RAMÍREZ

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- FACULTAD DE INGENIERÍA -

1. Investigador: JAIME VALQUI PÉREZ
2. DNI: 43110034
Escuela Profesional: Ingeniería Civil
3. Asesor: Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramirez
Facultad: Ingeniería Civil
4. Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
5. Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
6. Título de Trabajo de Investigación: "INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"
7. Fecha de evaluación: 19 de Febrero 2026
8. Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 15%
10. Código Documento: trn:oid:::3117:558781344
11. Resultado de la Evaluación de Similitud: 15%
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 24 de Febrero 2026

		Firmado digitalmente por: BAZAN DIAZ Laura Sofia FAU 20148258601 soft Motivo: En señal de conformidad Fecha: 24/02/2026 08:39:54-0500
FIRMA DEL ASESOR	UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FI	
Nombres y Apellidos <i>Hermes Roberto Mosqueira Ramirez</i> DNI : 26673916		

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



SUSTENTACIÓN PÚBLICA DE TESIS.

ACTA N° 0113-2026

En la ciudad de Cajamarca, dando cumplimiento a lo dispuesto por el Art. 035 del Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca, la Secretaría Académica de la Facultad de Ingeniería, da a conocer que, a los **diez días del mes de marzo de 2026**, siendo las nueve horas (09:00 a.m.) en la Sala de Audiovisuales (Edificio 1A – Segundo Piso), de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Cajamarca, se reunieron los Señores Miembros del Jurado Evaluador:

Presidente : M. Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Vocal : Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Secretario : M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.


Para proceder a escuchar y evaluar la sustentación pública de la tesis titulada **INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Civil **JAIME VALQUI PÉREZ**, asesorado por el Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez, para la obtención del Título Profesional.

Los Señores Miembros del Jurado replicaron al sustentante, debatieron entre sí en forma libre y reservada y lo evaluaron de la siguiente manera:


EVALUACIÓN PRIVADA :⁰⁵..... PTS.
EVALUACIÓN PÚBLICA :¹¹..... PTS.
EVALUACIÓN FINAL :¹⁶..... PTS ^{Diceresis}..... (En letras)

En consecuencia, se lo declara ^{Aprobado}..... con el calificativo de ^{16 (Diceresis)}..... acto seguido, el presidente del jurado hizo saber el resultado de la sustentación, levantándose la presente a las ^{10:00 am}..... horas del mismo día, con lo cual se dio por terminado el acto, para constancia se firmó por quintuplicado.


M. Cs. Ing. Marco Antonio Silva Silva.
Presidente


Dr. Ing. Mauro Augusto Centurión Vargas.
Vocal


M.Cs. Ing. Manuel Lincoln Minchán Pajares.
Secretario


Dr. Ing. Hermes Roberto Mosqueira Ramírez.
Asesor

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Dios, por darme la fortaleza y la sabiduría necesarias para culminar este importante proyecto.

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por enseñarme el valor de la perseverancia y el esfuerzo en todo lo que emprendo. Sin su respaldo, esta meta no hubiera sido posible.

A mi asesor de tesis, por su orientación, paciencia y compromiso a lo largo de este proceso. Su conocimiento y consejos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo y en mi crecimiento profesional.

A los profesores del Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional de Cajamarca, por su dedicación en la enseñanza y por haberme brindado las herramientas necesarias para alcanzar este logro académico.

A mis amigos y compañeros de estudios, quienes, con su apoyo y complicidad, hicieron más llevadero el camino hacia la culminación de esta tesis.

Finalmente, agradezco a la Universidad Nacional de Cajamarca, por brindarme la oportunidad de formarme en un entorno de excelencia, y por ser parte fundamental en la construcción de mi futuro profesional.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, quienes con su amor, sacrificio y sabiduría me han guiado a lo largo de mi vida. Gracias por ser mi fuente de inspiración y por brindarme siempre su apoyo incondicional. Esta tesis es el reflejo de todo lo que me han enseñado y de la fuerza que me dan cada día. Les dedico este logro con todo mi amor y gratitud.

CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTO	ii
DEDICATORIA	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vi
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Planteamiento del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	3
1.3. Hipótesis	3
1.4. Justificación de la investigación	3
1.5. Alcances o delimitación de la investigación	4
1.6. Limitaciones.....	5
1.7. Objetivos	5
1.8. Descripción de los contenidos de los capítulos.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	8
2.1. Antecedentes teóricos	8
2.1.1. Antecedentes internacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	8
2.1.3. Antecedentes locales	9
2.2. Bases teóricas.....	11
2.2.1. Peligro sísmico en el Perú.....	11
2.2.2. Fundamentos para la interacción suelo-estructura (ISE).....	12
2.2.2.1. Criterio para considerar la interacción suelo-estructura (ISE)	12
2.2.3. Respuesta estructural de edificaciones ante sismos	13
2.2.4. Zonificación en el Perú.....	13
2.2.5. Zona sísmica de la ciudad de Cajamarca	14
2.2.6. Consideraciones del análisis sísmico, NTE E.030 - 2018.	14

2.2.7. Modelos de interacción suelo estructura (ISE)	20
2.2.8 Edificio Cordillera Dorada	34
2.3. Definición de términos básicos.....	35
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	37
3.1. Ubicación	37
3.2. Época de la investigación	37
3.3. Tipo de investigación	37
3.4. Nivel de investigación	38
3.5. Diseño de investigación.....	38
3.6. Población de estudio.....	38
3.7. Muestra	38
3.8. Unidad de análisis.....	38
3.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	38
3.10. Procedimiento.....	39
3.11. Presentación de los resultados.....	66
CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	90
4.1. Análisis de resultados	90
4.1.1. Periodos de vibración.....	90
4.1.2. Desplazamientos en los entrepisos.....	91
4.1.3. Derivas en los entrepisos	92
4.1.4. Fuerzas internas en columnas.....	92
4.1.5. Fuerzas internas en vigas	94
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	95
5.1. Conclusiones.....	95
5.2. Recomendaciones.....	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
ANEXOS.....	101

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<i>Tabla 1.</i> Ubicación del distrito de Cajamarca según zonas sísmicas	14
<i>Tabla 2.</i> Factores de zona	16
Tabla 3. Clasificación de los perfiles de suelo	17
<i>Tabla 4.</i> Factores de suelos.....	18
<i>Tabla 5.</i> Periodos ``TP Y TL``	18
<i>Tabla 6.</i> Factor de amplificación sísmica.....	18
<i>Tabla 7.</i> Sistemas estructurales de concreto armado	19
Tabla 8. Características del tipo de suelo de fundación.....	23
Tabla 9. Parámetros análogos para las vibraciones rotacionales	27
Tabla 10. Coeficientes para las vibraciones horizontales.....	27
Tabla 11. Características del edificio.....	40
Tabla 12. Características del suelo de la edificación.....	41
Tabla 13. Parámetros para el análisis sísmico	42
Tabla 14. Cargas muertas y cargas vivas actuantes	42
Tabla 15. Factores de masa participativo en cada modo de vibración.....	47
Tabla 16. Peso de la edificación mediante (100%CM+25%CV).....	49
Tabla 17. Distribución de fuerza sísmica por nivel.....	50
Tabla 18. Espectro sísmico basado en la Norma E.030 – 2018.....	52
Tabla 19. Propiedades del suelo para el cálculo de rigidez	55
Tabla 20. Dimensiones de las zapatas	55
Tabla 21. Coeficientes para los tipos de vibraciones.....	57
Tabla 22. Factores de la zapata 1	58
Tabla 23. Amortiguamiento zapata 1- modelo ISE Norma Rusa.....	60
Tabla 24. Rigideces de la zapata Z1, modelos ISE	61
Tabla 25. Masa de traslación y rotación de la Z1	61
Tabla 26. Rigideces de la zapata Z2, modelos ISE	61
Tabla 27. Masa de traslación y rotación de la Z2.....	62
Tabla 28. Rigideces de la zapata Z3, modelos ISE	62
Tabla 29. Masa de traslación y rotación de la Z3.....	62
Tabla 30. Rigideces de la zapata Z4, modelos ISE	63
Tabla 31. Masa de traslación y rotación de la Z4.....	63

Tabla 32. Factores de amortiguamiento modelo ISE- Sargsian.....	63
Tabla 33. Factores de amortiguamiento modelo ISE- Norma Rusa.....	64
Tabla 34. Periodos de vibración de modelo empotrado e ISE	66
Tabla 35. Variación de los tres primeros modos fundamentales de vibración.....	67
Tabla 36. Desplazamientos máximos de entrepiso en dirección X.....	68
Tabla 37. Desplazamientos máximos de entrepiso en dirección Y.....	69
Tabla 38. Variaciones porcentuales en el nivel 1 representativo para ISE.....	70
Tabla 39. Máximas derivas por el sismo en X	71
Tabla 40. Máximas derivas por el sismo en Y	71
Tabla 41. Resumen de máximas derivas.....	73
Tabla 42. Máx. fuerzas cortantes en dirección X para cada modelo.	74
Tabla 43. Máx. fuerzas cortantes en dirección Y para cada modelo.	75
Tabla 44. Fuerzas axiales en columnas por sismo en X.....	76
Tabla 45. Fuerzas axiales en columnas por sismo en Y.....	78
Tabla 46. Variación de fuerzas axiales en el primer nivel.....	79
Tabla 47. Fuerza cortante en columna respecto al sismo en X.....	79
Tabla 48. Fuerzas cortantes en columna con respecto al sismo en Y	80
Tabla 49. Variación de fuerzas cortantes en columnas en el primer nivel.....	81
Tabla 50. Momentos flectores para columnas respecto al sismo en X.	82
Tabla 51. Momentos flectores para columnas respecto al sismo en Y.	83
Tabla 52. Variación de momentos flectores en el primer nivel.	84
Tabla 53. Fuerzas cortantes en las vigas respecto al sismo en X.	84
Tabla 54. Fuerzas cortantes en las vigas respecto al sismo en Y.	85
Tabla 55. Variación de fuerzas cortantes en el primer nivel.....	86
Tabla 56. Momentos flectores en vigas para sismo en X.....	87
Tabla 57. Momentos flectores en vigas para sismo en la dirección Y.....	88
Tabla 58. Variación de momentos flectores en vigas en el primer nivel.....	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Fig 1. Zonas sísmicas en el Perú	14
Fig 2. Modelo dinámico V.A. ILICHEV	24
Fig 3. Modelo zapata con interacción suelo-estructura	30
Fig 5. Geometría del edificio de 10 niveles (Cordillera Dorada).....	43
Fig 6. Propiedades del concreto en ETABS, $f_c=210\text{kg/cm}^2$	44
Fig 7. Asignación de cargas en losa aligerada en el ETABS	45
Fig 8. Restricciones en la base.....	45
Fig 9. Asignación de diagramas rígidos.....	46
Fig 10. Asignación de brazos rígidos	46
Fig 11. Masa sísmica en ETABS	47
Fig 12. Sismo estático en X y Y definido en ETABS	50
Fig 13. Sismo estático en Y mediante el método de coeficientes (K).....	51
Fig 14. Gráfico del espectro sísmico según la NTP E0.30 -2018.....	53
Fig 15. Espectro de pseudoaceleraciones de la norma .030 2018	54
Fig 16. Asignación del factor de escala para sismo dinámico en dirección x....	54
Fig 17. Libertando las restricciones en la base del edificio	64
Fig 18. Asignación de las masas de cada zapata en su centroide.....	65
Fig 19. Coeficientes de rigidez en ETABS.....	65
Fig 20. Comparación de periodos de vibración	67
Fig 21. Desplazamientos máx. en dirección X, respecto a cada nivel.....	68
Fig 22. Desplazamientos máx. En dirección Y, respecto a cada nivel.....	70
Fig 23. Gráfico de las máximas derivas por el sismo en X.....	72
Fig 24. Gráfico de las máximas derivas por el sismo en Y.....	73
Fig 25. Gráfico de Max. Fuerzas cortantes en dirección X.....	75
Fig 26. Gráfico de Máx. Fuerzas cortantes en dirección Y.....	76

Fig 27.	Max. Fuerzas axiales en columnas con sismo en X.	77
Fig 28.	Max. Fuerzas axiales C5 con sismo en Y.....	78
Fig 29.	Fuerza cortante C5 (60x70) - sismo en X (ton)	80
Fig 30.	Fuerza cortante C5 (60x70) - sismo en Y (ton)	81
Fig 31.	Momento flector C5 (60x70) - sismo en X (ton-m).....	82
Fig 32.	Momento flector C5 (60x70) - sismo en Y (ton-m).....	83
Fig 33.	Fuerzas cortantes en vigas con sismo en X.....	85
Fig 34.	Fuerzas cortantes en vigas con sismo en Y.....	86
Fig 35.	Momentos flectores en vigas con sismo en X.....	87
Fig 36.	Momentos flectores en vigas con sismo en Y.....	87
Fig 37.	3D de la estructura.....	88

RESUMEN

La investigación surge ante la necesidad de evaluar la influencia de la Interacción Suelo–Estructura (ISE) en la respuesta estructural de edificaciones ubicadas en zonas de alta sismicidad, considerando que los análisis estructurales convencionales, el cual no representa el comportamiento sísmico real. En este contexto, el objetivo fue cuantificar la influencia de la ISE en la respuesta estructural del Edificio Cordillera Dorada, ubicado en la urbanización El Bosque, Distrito de Cajamarca. El procedimiento que se realizó es, el modelamiento estructural en el software ETABS a partir de los planos de la edificación. Posteriormente, se realizó el análisis sísmico conforme a la Norma Técnica E.030–2018. Luego, se desarrollaron modelos dinámicos considerando base empotrada e Interacción Suelo–Estructura, modelando el suelo mediante resortes que representan su rigidez traslacional y rotacional. Asimismo, se aplicaron métodos de análisis de ISE (Barkan, Ilchev, Sargsian y Norma Rusa), seleccionándose el modelo más desfavorable para la comparación. Finalmente, se analizaron los resultados obtenidos, que evidenciaron incrementos hasta 115.2% en periodos, 1067.49% en derivas y 120.76% en momentos flectores respecto al modelo empotrado. Concluyendo que la ISE influye significativamente en la respuesta estructural, permitiendo representar con mayor precisión el comportamiento sísmico real y contribuyendo a un diseño estructural más seguro en zonas sísmicas como Cajamarca.

Palabras claves: interacción suelo-estructura, respuesta estructural, diseño sísmico, derivas y momento flector.

ABSTRACT

This research arose from the need to evaluate the influence of Soil-Structure Interaction (SSI) on the structural response of buildings located in areas of high seismicity, considering that conventional structural analyses are based on the fixed-base assumption, which does not adequately represent actual seismic behavior. In this context, the objective was to quantify the influence of SSI on the structural response of the Cordillera Dorada Building, located in the El Bosque urbanization, Cajamarca District. The methodological procedure had five stages: Initially, the structural model was developed in the ETABS software based on the building's plans and geometric characteristics. Subsequently, the seismic analysis was performed according to the E.030–2018 Technical Standard. Then, dynamic models were developed considering both the fixed base and Soil-Structure Interaction, modeling the soil using springs that represent its translational and rotational stiffness. Additionally, ISE analysis methods (Barkan, Ilchev, Sargsian, and Russian Standard) were applied, selecting the most unfavorable model for comparison. Finally, the results obtained were analyzed, revealing significant increases in vibration periods, lateral displacements, drifts, and internal stresses, reaching variations of up to 115.2% in periods, 1067.49% in drifts, and 120.76% in bending moments compared to the fixed-end model. It was concluded that ISE significantly influences the structural response, allowing for a more accurate representation of actual seismic behavior and contributing to safer structural design in seismic zones such as Cajamarca.

Keywords: soil-structure interaction, structural response, seismic design, drift, bending moment.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

A nivel internacional, los estudios en ingeniería sísmica han demostrado que el comportamiento real de las edificaciones frente a sismos está fuertemente influenciado por la Interacción Suelo–Estructura (ISE), la cual considera la respuesta conjunta del suelo de fundación y la superestructura. No obstante, en la práctica profesional de diversos países, los diseños estructurales continúan realizándose bajo el supuesto de base rígida, lo que simplifica el análisis estructural, pero puede generar diferencias significativas entre la respuesta estructural calculada y el comportamiento real de las edificaciones durante eventos sísmicos. Esta problemática ha motivado el desarrollo de investigaciones orientadas a evaluar la influencia de la ISE en parámetros estructurales fundamentales como desplazamientos, derivas, periodos de vibración y distribución de fuerzas internas (Polocena, 2018).

En el contexto nacional, el Perú se encuentra ubicado en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una de las regiones con mayor actividad sísmica del mundo, debido a la convergencia de la placa de Nazca con la placa Sudamericana. A pesar de esta condición, el Reglamento Nacional de Edificaciones, a través de la Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente, establece criterios de diseño que, en la mayoría de los casos, se basan en el supuesto de empotramiento perfecto en la base, sin considerar de manera explícita los efectos de la Interacción Suelo–Estructura. Esta situación constituye una limitación técnica, ya que puede conducir a análisis estructurales que no representan de manera adecuada el comportamiento sísmico real de las edificaciones, especialmente aquellas cimentadas sobre suelos deformables.

A nivel local, la ciudad de Cajamarca se encuentra clasificada dentro de la zona sísmica 3, lo que la expone a la ocurrencia de sismos moderados y severos. Esta condición se ve reforzada por la presencia de fallas geológicas activas, como la Falla de Cajamarca, las cuales poseen un potencial sísmico capaz de generar eventos de considerable magnitud (Tavera, 2020). Sin embargo, en la práctica local del diseño estructural, predomina el uso de modelos convencionales con base rígida, siendo limitada la aplicación de análisis que incorporen la Interacción Suelo–Estructura en edificaciones de mediana y gran altura.

En este contexto, el Edificio Cordillera Dorada, una edificación de diez niveles ubicada en la urbanización El Bosque del distrito de Cajamarca, fue diseñado bajo el supuesto de empotramiento perfecto en la base, considerando las características geotécnicas del suelo de fundación, pero sin evaluar su influencia en el desempeño dinámico global de la estructura frente a solicitaciones sísmicas. Esta situación genera incertidumbre respecto a si la respuesta estructural obtenida mediante el modelo convencional refleja adecuadamente el comportamiento real de la edificación durante un evento sísmico.

En consecuencia, se identifica un problema técnico consistente en la falta de evaluación de la influencia de la Interacción Suelo–Estructura sobre la respuesta estructural de edificaciones de varios niveles en la ciudad de Cajamarca, lo cual impide conocer con precisión cómo varían parámetros estructurales relevantes — como desplazamientos, derivas, periodos de vibración y fuerzas internas— cuando se considera la flexibilidad del suelo de fundación. Esta ausencia de información técnica aplicada limita la toma de decisiones de diseño estructural más realistas y seguras en una zona de alta peligrosidad sísmica, dando origen a la presente investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Pregunta principal

¿En cuánto varía el comportamiento estructural del Edificio Cordillera Dorada en la urbanización El Bosque, distrito de Cajamarca, departamento de Cajamarca, al incorporar la Interacción Suelo estructura utilizando diferentes modelos dinámicos?

1.3. Hipótesis

1.3.1. Hipótesis general

La incorporación de la Interacción Suelo–Estructura mediante diferentes modelos dinámicos genera variaciones superiores a 12% en su respuesta sísmica, del Edificio Cordillera Dorada, ubicado en la Urbanización El Bosque del distrito de Cajamarca, evidenciadas a través de cambios en los periodos de vibración, desplazamientos laterales, derivas de entrepiso y fuerzas internas de los elementos estructurales, en comparación con el modelo convencional de base empotrada.

1.4. Justificación de la investigación

La presente investigación se desarrolla debido a que, en la práctica habitual del diseño estructural en el Perú, los análisis se realizan generalmente bajo el supuesto de una base rígida, sin considerar la Interacción Suelo–Estructura (ISE). Esta simplificación puede generar discrepancias entre la respuesta estructural obtenida en el análisis y el comportamiento real de las edificaciones durante la ocurrencia de un sismo, especialmente en zonas con suelos deformables y alta actividad sísmica, como la ciudad de Cajamarca.

La omisión del efecto de la ISE puede conducir a estimaciones imprecisas de parámetros fundamentales del comportamiento sísmico, tales como desplazamientos, derivas, periodos de vibración y fuerzas internas, lo cual puede resultar en sobrediseños innecesarios o, en el peor de los casos, diseños estructurales poco

seguros. Considerar la interacción entre el suelo y la estructura permite modelar de manera más realista la respuesta conjunta del sistema, incorporando la flexibilidad de la cimentación, la disipación de energía a través del suelo y la modificación de los modos de vibración de la edificación.

El análisis del Edificio Cordillera Dorada, una edificación de diez pisos ubicada en la Urbanización El Bosque del distrito de Cajamarca, resulta relevante debido a su altura, uso y localización, características que hacen indispensable una evaluación sísmica más rigurosa. La inclusión de la ISE en el modelo estructural permitirá obtener resultados más cercanos al comportamiento real de la edificación frente a eventos sísmicos, contribuyendo a un diseño estructural más seguro y eficiente.

Asimismo, esta investigación tiene importancia práctica y académica, ya que aporta información técnica aplicable al contexto local, donde existen limitados estudios que incorporen la Interacción Suelo–Estructura en edificaciones de mediana y gran altura. De esta manera, el estudio contribuye a mejorar los criterios de diseño estructural, promueve una ingeniería más realista y fortalece la preparación frente a los sismos, priorizando la seguridad de las personas y la protección del patrimonio construido.

1.5. Alcances o delimitación de la investigación

1.5.1. Alcances

- Se estudió la influencia de la Interacción Suelo–Estructura en el comportamiento del Edificio Cordillera Dorada, ubicado en la Urbanización El Bosque, distrito de Cajamarca, cuyo sistema estructural corresponde a un sistema dual de pórticos, placas de concreto armado y cimentación mediante zapatas combinadas.

- Se realizaron dos modelos en ETABS: uno con base empotrada, según el método convencional, y otro considerando la Interacción Suelo–Estructura mediante cuatro métodos, tomando en cuenta el resultado más desfavorable.
- Se obtuvieron los desplazamientos laterales, derivas de entrepiso, fuerzas cortantes y momentos flectores, con el objetivo de identificar los cambios que se presentan al incluir el efecto del suelo en el sistema estructural.
- Para la respuesta estructural del Edificio Cordillera Dorada, se verificó en función a sus derivas.

1.5.2. Delimitación

- La presente investigación se delimita al análisis estructural del Edificio Cordillera Dorada, de diez niveles, ubicado en la Urbanización El Bosque, distrito de Cajamarca. El estudio se enfoca exclusivamente en identificar la influencia de la Interacción Suelo-Estructura en la respuesta estructural de dicha edificación bajo sollicitación sísmica.

1.6. Limitaciones

- No se ha utilizado el esclerómetro para obtención de la resistencia a la compresión del concreto para los elementos estructurales, solo se utilizó el $f_c = 210\text{kg/cm}^2$ que está en los planos estructurales.

1.7. Objetivos

1.7.1. Objetivo general

- Determinar la variación del comportamiento estructural del Edificio Cordillera Dorada, al incorporar la Interacción Suelo Estructura utilizando diferentes modelos dinámicos.

1.7.2. Objetivos específicos

- Analizar los periodos, derivas, desplazamientos del Edificio Cordillera Dorada en la ciudad de Cajamarca considerando base empotrada y considerando el modelo con resultados más desfavorables de cuatro modelos de Interacción Suelo Estructura.
- Analizar las fuerzas internas en columnas y vigas del del Edificio Cordillera Dorada en la ciudad de Cajamarca considerando base empotrada y considerando el modelo con resultados más desfavorables de cuatro modelos de Interacción Suelo Estructura.
- Calcular la respuesta estructural a través de las derivas.

1.8. Descripción de los contenidos de los capítulos

- **Capítulo I: Introducción.** En esta sección se presenta el planteamiento y formulación del problema, hipótesis, las justificaciones, los alcances, delimitaciones y limitaciones reconocidos. Finalmente, se muestra los objetivos de esta investigación.
- **Capítulo II: Marco teórico.** Se muestran los antecedentes teóricos tanto internacionales como nacionales y locales. También las bases teóricas y las definiciones de términos básicos relacionados con este estudio.
- **Capítulo III: Materiales y métodos.** Se hace referencia a las herramientas, equipos y/o materiales utilizados. Además, también se discute la metodología para realizar esta investigación.
- **Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados.** Se describe el procesamiento realizado, la discusión e interpretan de los datos obtenidos en campo y los resultados de los análisis de los diferentes modelos en ETABS.

- **Capítulo V: Conclusiones y recomendaciones.** Se presentan las conclusiones y recomendaciones obtenidas como resultado final de esta investigación; mostrando la influencia de la Integración Suelo Estructura con relación las hipótesis planteadas en esta investigación.
- **Referencias bibliográficas.**
- **Anexos.**

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes teóricos

2.1.1. Antecedentes internacionales.

(López, y otros, 2022) en su investigación titulada “Comparación de diseño estructural entre dos edificaciones de concreto armado de seis niveles utilizando Interacción Suelo-Estructura en el rango lineal” los ingenieros dedicados al diseño de estructuras lo realizan considerando la superestructura empotrada en una base fija, transmitiendo las reacciones obtenidas a la infraestructura para realizar el diseño de cimentación estimar los desplazamientos producidos en el suelo sin considerar la diferencia de respuesta que esto induce. En su investigación se realizó la transformación del sistema de cimentación en resortes equivalentes comparando los resultados y cuantificando la respuesta sísmica en su rango lineal, obteniendo los siguientes resultados comparativos; mayores periodos, mayor cantidad de acero de refuerzo en vigas que oscila entre (7%-25%), mayor cantidad de acero de refuerzo en columnas que oscila entre (29%-39%), mayor cantidad de estribos por metro lineal que oscila entre (3%-11%) para columnas y entre (5%-45%) para vigas, aumento en derivas que oscila entre (1%-14%) y la más resaltante una reducción del cortante basal que oscila entre (1%-20%) lo que influye directamente en el diseño Estructural. Concluyendo este estudio que es necesario incluir la interacción suelo-estructura para el diseño estructural en el rango lineal.

2.1.2. Antecedentes nacionales

(Alvarado García & García Mascco, 2021) en su estudio titulado “Influencia del análisis de Interacción Suelo-Estructura en la respuesta estructural de edificios de concreto armado – Lima 2021”, tuvo como objetivo principal, determinar en qué medida el análisis de la Interacción Suelo-Estructura afecta la respuesta

estructural de edificaciones de concreto armado en la ciudad de Lima - 2021. Obteniendo como conclusión que el análisis de Interacción Suelo-Estructura influye significativamente en edificios de concreto armado en Lima, con zapatas, para suelos S2 y S3. Los periodos de vibración aumentaron en promedio entre 22.3% y 56.4% al considerar la ISE, siendo mayor el incremento para el suelo S3. Las derivas de entrepiso aumentaron de 9.8% a 191.0% al considerar la flexibilidad del suelo, siendo el modelo SNIP 2-02-05-87 el que mayor respuesta presenta. Los esfuerzos de corte mostraron variaciones relativas, con reducciones al pasar de S2 a S3 según el método utilizado, confirmado por la prueba de hipótesis del X^2 de Pearson.

2.1.3. Antecedentes locales

(Villanueva Arevalo , 2023) en su tesis titulada “Influencia de la interacción suelo estructura en la respuesta estructural del módulo "C" y del módulo "D" de la edificación de turismo y hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca”, tuvo como objetivo principal, determinar el efecto de la Interacción Suelo-Estructura en la respuesta estructural del módulo “C” y módulo “D” del Edificio de Turismo y Hotelería de la Universidad Nacional de Cajamarca con el modelo de base empotrada del RNE E030. Obteniendo como conclusión que la aplicación del diseño de interacción suelo-estructura (ISE) con el modelo dinámico D-D. Barkan - O.A. Savinov produce un aumento significativo en los desplazamientos, periodos de vibración y cortante basal, con incrementos de hasta un 206.55%, 41.41% y 36.72% respectivamente, demostrando una influencia relevante en la estructura. Además, al comparar los resultados entre el modelo de base empotrada y el método ISE, se observa un aumento en los desplazamientos máximos y periodos de vibración, aunque se mantiene la deriva máxima dentro de los límites permitidos por la norma técnica E-030. Por otro lado, se detectan variaciones en la demanda de capacidad y

momentos flexores en columnas, vigas y placas, destacando incrementos en la demanda de capacidad de hasta un 40-93% en el módulo "D" del método ISE.

(Condorluicho Luna, 2023) en su investigación, "Influencia de la interacción suelo-estructura en la respuesta dinámica de un edificio aporticado en Cajamarca", buscó determinar el modelo dinámico que tiene una mayor influencia de interacción suelo estructura en la respuesta dinámica de un edificio aporticado, para los modelos de Barkan y de la Norma Rusa. Y concluye que al utilizar modelos dinámicos de Interacción Suelo-Estructura en lugar de apoyos empotrados en una edificación, se produce un cambio significativo en la respuesta dinámica, con incrementos en periodos fundamentales, cortante basal, desplazamientos y derivas, y reducciones en fuerzas internas de elementos estructurales. En análisis estático y dinámico, se observan aumentos en desplazamientos y derivas, y reducciones en fuerzas y momentos máximos. En un análisis de tiempo historia, se registran incrementos más notables, destacando la influencia del modelo de la Norma Rusa en la respuesta dinámica, a pesar de considerar el coeficiente de amortiguamiento del suelo.

(Tapia Alfaro, 2023) en su tesis, "Evaluación del comportamiento estructural de un edificio multifamiliar de 05 pisos con zapatas combinadas en la ciudad de Cajamarca al considerar y obviar el efecto de interacción sísmica suelo – estructura", teniendo como objetivo principal, evaluar el comportamiento estructural de un edificio multifamiliar de 05 pisos con zapatas combinadas al comparar un modelo perfectamente empotrado frente a modelos dinámicos que consideran los efectos de la interacción sísmica suelo-estructura. Su conclusión fue que su hipótesis fue válida, al considerar los efectos de la interacción suelo-estructura en una edificación multifamiliar de 05 pisos. Se registran variaciones significativas en periodos de vibración, desplazamientos, derivas de entrepiso, fuerzas de entrepiso y fuerzas

internas de elementos estructurales respecto al modelo con empotramiento perfecto. Los periodos de vibración aumentaron hasta un 26.6% y un 21.29% en los modelos dinámicos, mientras que las derivas y desplazamientos máximos mostraron incrementos del 10-35% y del 126.64%-132.13% respectivamente. Además, se observa una reducción considerable en las fuerzas axiales de columnas, disminuyendo hasta un 54.84% y un 52.48%. Estos cambios se atribuyen a los desplazamientos y rotaciones del suelo, que aumentan los periodos y desplazamientos, mientras que la disipación de energía en la base reduce las fuerzas internas.

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Peligro sísmico en el Perú

El Perú es uno de los países con mayor peligro sísmico del mundo debido a su ubicación geotectónica en el borde occidental de Sudamérica, donde la Placa de Nazca subduce por debajo de la Placa Sudamericana a lo largo de la fosa oceánica del Pacífico. Esta interacción tectónica activa forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, una zona con intensa actividad sísmica y volcánica. La subducción en esta región se produce a una velocidad promedio de 7 a 9 cm por año, generando acumulación de esfuerzos en la litosfera que eventualmente se liberan en forma de terremotos de gran magnitud (IGP, 2020; USGS, 2023).

A lo largo de la historia, el Perú ha experimentado numerosos eventos sísmicos destructivos, tales como los terremotos de Lima en 1746, 1940 y 1974, el sismo de Arequipa en 2001, y el terremoto de Pisco en 2007, lo que evidencia su alta exposición y vulnerabilidad sísmica. Según el Instituto Geofísico del Perú (IGP), más del 70% del territorio nacional se encuentra clasificado como zona de alta peligrosidad sísmica (Tavera et al., 2021).

Además de la actividad sísmica, el país enfrenta desafíos adicionales relacionados con las características del terreno. En áreas donde los suelos presentan baja resistencia, la población está particularmente expuesta a los riesgos sísmicos (Valderrama & Meza, 2020).

2.2.2. Fundamentos para la interacción suelo-estructura (ISE)

La Interacción Suelo-Estructura (ISE) representa la influencia recíproca entre el terreno, la cimentación y la superestructura ante cargas dinámicas. Su modelación consiste en sustituir la condición de empotramiento rígido por apoyos elásticos, definidos mediante resortes que simulan la rigidez del suelo en traslación y rotación.

Las rigideces de estos apoyos se determinan aplicando formulaciones desarrolladas por Barkan, Ilichev, Sargsian y la Norma Rusa SNIP II-7-81, que consideran las propiedades físicas y mecánicas del suelo, así como la geometría de la cimentación. Esta representación permite evaluar de manera más realista la respuesta sísmica de estructuras, al captar los efectos de la deformabilidad del terreno sobre los parámetros dinámicos (Tavera et al., 2021).

2.2.2.1. Criterio para considerar la interacción suelo-estructura (ISE)

Para determinar si es necesario incorporar la Interacción Suelo-Estructura (ISE) en el análisis estructural, se emplea un criterio basado en la relación entre la altura efectiva de la edificación, el periodo fundamental de vibración y la velocidad de ondas de corte del suelo, expresado en la siguiente relación:

$$\frac{h}{v * T}$$

Ecuación 1

Donde:

h: Altura efectiva, equivalente a 2/3 de la altura total de la edificación.

V: Velocidad de ondas de corte del suelo.

T: Periodo fundamental de vibración de la estructura.

- Cuando la relación es mayor a 0.1, Identifica que los efectos de interacción suelo estructura deben de considerarse.
- Si la relación es menor a 0.1, los efectos de interacción suelo estructura pueden ser despreciables, (Villarreal, C. & Aguila, C., 2021)

2.2.3. Respuesta estructural de edificaciones ante sismos

Al ser frecuente la presencia de asentamientos urbanos en zonas de sismicidad leve a elevada, es de interés para los ingenieros estructurales el análisis, diseño y evaluación del comportamiento de edificaciones sometidas a movimientos sísmicos a fin de estimar las demandas que deben soportar los elementos estructurales, y así, dotar de la suficiente resistencia, rigidez, ductilidad y estabilidad a la estructura para garantizar la seguridad ante la ocurrencia de un sismo. (López E. , 2018)

La respuesta máxima elástica esperada (r) vienen a ser las fuerzas internas en los elementos componentes de la estructura, como los parámetros globales del edificio como fuerza cortante en la base, cortantes de entrepiso, momentos de volteo, desplazamientos totales y relativos de entrepiso. La respuesta máxima elástica esperada (r) correspondiente al efecto conjunto de los diferentes modos de vibración empleados (r_i) puede determinarse usando la combinación cuadrática completa de los valores calculados para cada modo. (Norma E030 – Diseño Sismo Resistente).

$$r = \sqrt{\sum \sum r_i \rho_{ij} r_j} \quad \text{Ecuación 2}$$

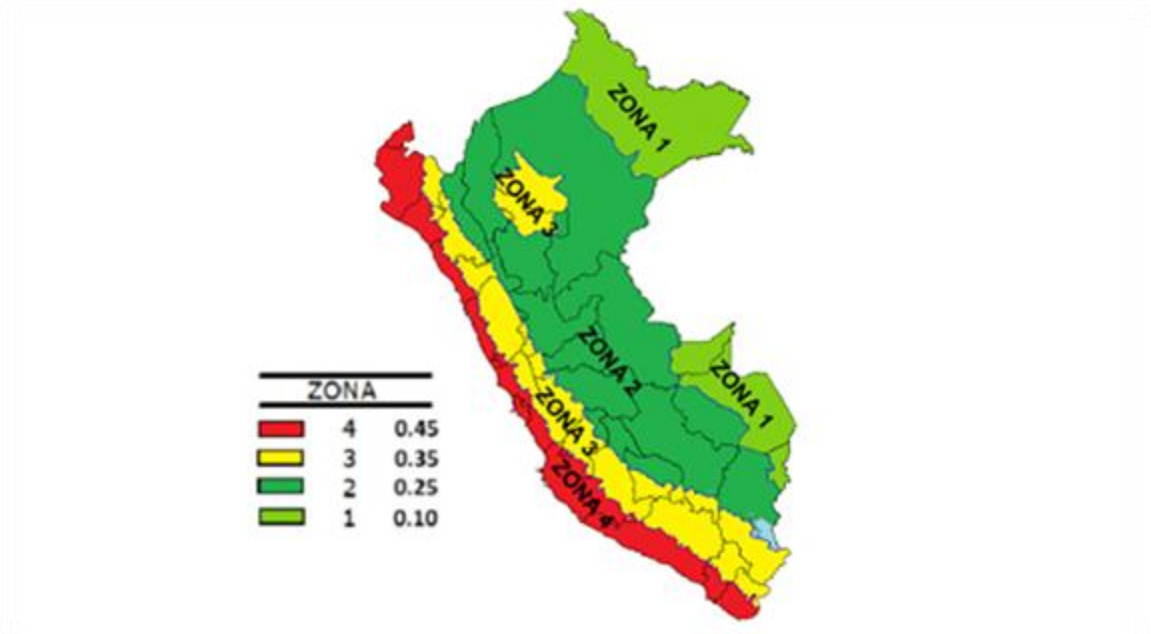
Donde r representa las respuestas modales, desplazamientos o fuerzas.

2.2.4. Zonificación en el Perú

El Territorio Peruano se considera dividido en cuatro zonas, como se muestra en la Fig.1. La zonificación propuesta se basa en la distribución espacial de la sismicidad observada, las características generales de los movimientos sísmicos y la

atenuación de estos con la distancia epicentral, así como en la información geotectónica.

Fig. 1. Zonas sísmicas en el Perú



Fuente: (RNE, 2018)

2.2.5. Zona sísmica de la ciudad de Cajamarca

Según la Norma E-030 de diseño sismorresistente, Cajamarca se ubica en la zona sísmica 3.

Tabla 1. Ubicación del distrito de Cajamarca según zonas sísmicas

Cajamarca	Z3
-----------	----

Fuente: (RNE, 2018)

2.2.6. Consideraciones del análisis sísmico, NTE E.030 - 2018.

2.2.6.1. Análisis Sísmico Estático

a. Fuerza cortante en la Base.

La fuerza cortante total en la base, correspondiente a la dirección considerada, se determina de la ecuación 3, (RNE, 2018).

$$V = \frac{ZUCS}{R} * P \quad \text{Ecuación 3}$$

El valor C/R , no debe considerarse menor que:

$$\frac{C}{R} \geq 0.125 \quad \text{Ecuación 4}$$

b. Distribución de la Fuerza Sísmica en Altura.

Para las fuerzas sísmicas horizontales en cualquier nivel i de la edificación, con respecto a la dirección considerada, se calcula con la siguiente ecuación (RNE, 2018).

$$F_i = a_i * V \quad \text{Ecuación 5}$$

$$a_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k} \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde, n es el número de pisos del edificio, k es un exponente relacionado con el periodo fundamental de vibración de la estructura, y este calcula de la siguiente manera:

$$\text{Cuando } T \leq 0.5s, k = 1 \quad \text{Ecuación 7}$$

$$\text{Cuando } T > 0.5s, k = (0.75 + 0.5T) \leq 2.0s \quad \text{Ecuación 8}$$

2.2.6.2. Análisis dinámico modal espectral

En el NTE E.030 – 2018, nos indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando los resultados de los análisis dinámicos por combinación modal.

Para ello, la norma propone un espectro Inelástico de pseudo aceleraciones, este espectro caracteriza el peligro sísmico de la edificación en función a los parámetros de sitio (microzonificación sísmica), Sistema estructural de la edificación, factor de suelo, factor de uso, factor de aceleración Sísmica, Sistema Estructural, y aceleración máxima del suelo (PGA) esperada en un periodo de retorno de 475 años.

2.2.6.2.1. Aceleración espectral

Según el NTE E.030 – 2018, para cada una de las direcciones analizadas se utiliza un espectro inelástico de pseudo – aceleraciones definido por:

$$S_a = \frac{Z.U.C.S}{R} * g = \left(\frac{Z.U.S.g}{R} \right) * C = (FE) * C \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde;

S_a = Aceleración Espectral en cada dirección de Análisis

Z = Factor de Zona U = Factor de Uso

C = Factor de Amplificación Sísmica

S = Factor de Suelo

R = Coeficiente de Reducción de Fuerzas Sísmicas.

g = Aceleración de la gravedad

a. Factor de zona (Z)

Está relacionado con la zonificación sísmica y se interpreta como la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad de 10% de ser excedida en 50 años. El factor Z se expresa como una fracción de la aceleración de la gravedad. (NTE E.030 - 2018).

Tabla 2. Factores de zona

Zona	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Fuente: (RNE, 2018)

b. Tipos de suelo (S)

Según la NTE E.030 – 2018, tenemos 5 tipos de suelos; Perfil Tipo S0: Roca Dura; Perfil Tipo S1: Roca o Suelos Muy Rígidos; Perfil Tipo S2: Suelos Intermedios; Perfil Tipo S3: Suelos Blandos; Perfil Tipo S4: Condiciones Excepcionales,

clasificándolos según las velocidades de propagación de ondas de corte entre otros factores:

Tabla 3. Clasificación de los perfiles de suelo

Clasificación de los perfiles de suelo				
Perfil	Descripción	\bar{V}_s	\bar{N}_{60}	\bar{S}_u
S_0	Roca dura	$> 1500m/s$	-	-
S_1	Roca o suelos muy rígidos	$500 m/s$ a $1500m/s$	> 50	$> 100 kpa$
S_2	Suelos intermedios	$180m/s$ a $500m/s$	15 a 50	$50 kpa$ a $100 kpa$
S_3	Suelos Blandos	$< 180 m/s$	< 15	$25 kpa$ a $50 kpa$
S_4	Condiciones excepcionales	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: (RNE, 2018)

Donde:

\bar{V}_s : Velocidad promedio de ondas de corte del suelo

\bar{N}_{60} : Promedio ponderado del SPT Normalizado

\bar{S}_u : Promedio ponderado de la resistencia al corte en condición no drenada

c. Parámetros de sitio (S, TP y TL)

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma de Diseño Sismo Resistente E.030 en el Artículo 13, nos brinda estos datos, como se muestra a continuación:

Tabla 4. Factores de suelos

Factor de suelo "S"				
	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: (RNE, 2018)

Tabla 5. Periodos " T_P " y " T_L "

Periodos " T_P " y " T_L "				
	S_0	S_1	S_2	S_3
$T_P(S)$	0.3	0.4	0.6	1.0
$T_L(S)$	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: (RNE, 2018)

d. Factor de amplificación sísmica (C)

En base a las características de sitio, determinamos el factor de ampliación sísmica, como se muestra a continuación:

Tabla 6. Factor de amplificación sísmica

$T < T_P$	$C = 2.5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T_L}\right)$
$T > T_L$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2}\right)$

Fuente: (RNE, 2018)

e. Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas. (R)

Este coeficiente, depende del sistema estructural y es un factor asociado a la capacidad de disipación de energía de la estructura, por ello, al aplicar este factor de

reducción sísmica, nos permite suponer la incursión de la edificación en el rango inelástico. (NTE E.030 – 2018).

Tabla 7. Sistemas estructurales de concreto armado

Sistemas estructurales	
Sistema estructural (Concreto armado)	Coeficiente básico de reducción R_0
Pórticos	8
Dual	7
Muros Estructurales	6
Muros de Ductilidad Limitada	4

Fuente: (RNE, 2018)

Donde:

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Ecuación 10

R_0 : Coeficiente básico de reducción

I_a : Irregularidad de la estructura en altura

I_p : Irregularidad de la estructura en planta

Según la fuerza cortante basal actuante en los elementos estructurales resistentes, tenemos:

- **Pórticos:** Por lo menos el 80% de la fuerza cortante es absorbida por las columnas.
- **Sistema Dual:** La fuerza cortante que es absorbida por los muros es mayor al 20% y menor al 70%.
- **Muros Estructurales:** Al menos el 70% de la fuerza cortante es absorbida por los muros.

- Muros de Ductilidad Limitada: Está dada por muros de concreto de espesores reducidos, en los que se prescinde de extremos confinados y el refuerzo vertical se dispone en una sola capa.

2.2.7. Modelos de interacción suelo estructura (ISE).

2.2.7.1. Modelo Dinámico 1, D.D. Barkan – O.A. Savinov

Como resultado de muchas investigaciones experimentales para determinar los coeficientes de rigidez de las cimentaciones, el científico ruso D.D. Barkan en el año 1948 propuso utilizar las siguientes expresiones (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

$$K_z = C_z A \quad \text{Ecuación 11}$$

$$K_x = C_x A \quad \text{Ecuación 12}$$

$$K_\varphi = C_\varphi I \quad \text{Ecuación 13}$$

Donde:

C_z, C_φ : Coeficientes de compresión elástica uniforme y no uniforme;

C_x : Coeficiente de desplazamiento elástico uniforme.

A : Área de la base de la cimentación.

I : momento de inercia de la base de la cimentación respecto al eje principal, perpendicular al plano de vibración.

Por cuanto los coeficientes C_z, C_φ, C_x dependen no solo de las propiedades elásticas del suelo, sino de otros factores, es necesario analizarlos como ciertas características generalizadas de la base de fundación.

Con el propósito de obtener las fórmulas de cálculo para los coeficientes C_z, C_φ, C_x analizamos dos modelos: modelo del semi espacio elástico isotrópico con poco peso y el modelo M.M. Filonenko - Borodich.

Como resultado de la investigación se obtuvieron las siguientes expresiones:

$$C_z = \chi_z \cdot \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}} \quad \text{Ecuación 14}$$

$$C_x = \chi_x \cdot \frac{E}{(1 + \chi_x \mu)(1 + \mu)} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$C_\varphi = \chi_\varphi \cdot \frac{E}{1 - \mu^2} \cdot \frac{1}{\sqrt{A}} \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

$\chi_x, \chi_\varphi, \chi_z$: Coeficientes, dependientes de la relación de las dimensiones de la base de la cimentación;

μ : Coeficiente de Poisson.

Las principales deficiencias de este modelo, consiste en que no describe la dependencia entre los coeficientes C_z, C_φ, C_x con las dimensiones de la base de la cimentación, y lo que es mucho más importante, no considera las propiedades inerciales de los suelos.

Las siguientes precisiones de tal modelo se realizaron en base a las investigaciones teóricas, efectuadas por el científico O.A. Shejter para el problema de vibraciones forzadas de un cuño circular muy pesado, apoyado sobre un semi espacio elástico isotrópico pesado. Las investigaciones teóricas y experimentales permitieron identificar la dependencia de los coeficientes C_z, C_φ, C_x con la presión estática ρ , que transmite la cimentación a la base.

La forma final para determinar los coeficientes de compresión y desplazamiento de la base en el modelo D.D. Barkan-O.A. Savinov es:

$$C_z = C_o \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta \cdot A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$C_x = D_o \left[1 + \frac{2(a+b)}{\Delta \cdot A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad \text{Ecuación 18}$$

$$C_\varphi = C_o \left[1 + \frac{2(a+3b)}{\Delta \cdot A} \right] \sqrt{\frac{\rho}{\rho_o}} \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

C_o, D_o : Coeficientes determinados a través de experimentos realizados para $\rho = \rho_o$

a, b : Dimensiones de la cimentación en el plano.

Δ : Coeficiente empírico, asumido para cálculos prácticos igual a $\Delta = 1m^{-1}$

Para el coeficiente D_o , se puede utilizar la dependencia empírica:

$$D_o = \frac{1 - \mu}{1 - 0.5\mu} \cdot C_o \quad \text{Ecuación 20}$$

Para cálculos prácticos se recomienda utilizar las siguientes fórmulas:

$$C_o = 1.7 \cdot \frac{(E_o)}{1 - \mu^2} \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) \quad \text{Ecuación 21}$$

$$D_o = 1.7 \cdot \frac{(E_o)}{(1 + \mu)(1 - 0.5\mu)} \cdot 10^{-3} \left(\frac{kg}{cm^3} \right) \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

E_o : Módulo de elasticidad, calculado experimentalmente para presión estática del suelo de $0.1 - 0.2 kg/cm^2$

También se pueden usar los valores del coeficiente C_o cuando $\rho_o = 0.2kg/cm^2$. elegidos de acuerdo con el tipo de suelo de la base de fundación, a través de la tabla de la siguiente tabla:

Tabla 8. Características del tipo de suelo de fundación

Tipo de perfil	Características de la base de fundación	Suelo	C_o (kg/cm ³)
S1	Roca o suelos muy rígidos	Arcilla y arena arcillosa dura ($I_L < 0$)	3.0
		Arena compactada ($I_L < 0$)	2.2
		Casajo, grava, canto rodado, arena densa	2.6
S2	Suelos intermedios	Arcilla y arena arcillosa plástica ($0.25 < I_L \leq 0.50$)	2.0
		Arena plástica ($0 < I_L \leq 0.50$)	1.6
		Arena polvorosa medio densa y densa ($e \leq 0.80$)	1.4
		Arenas de grano fino, mediano y grueso, independientes de su densidad y humedad	1.8
S3	Suelos flexibles o con estratos de gran espesor	Arcilla y arena arcillosa de baja plasticidad ($0.5 < I_L \leq 0.75$)	0.8
		Arena plástica ($0.5 < I_L \leq 1$)	1.0
		Arena polvorosa, saturada, porosa ($e \leq 0.80$)	1.2
S4	Condiciones excepcionales	Arcilla y arena arcillosa muy blanda ($I_L > 0.75$)	0.6
		Arena movediza ($I_L > 1$)	0.6

Fuente: (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009)

Se puede indicar que el modelo dinámico analizado D.D. Barkan - O.A. Savinov es teórico-experimental, basado en la interacción de la cimentación con la base de fundación en forma de proceso establecido de vibraciones forzadas.

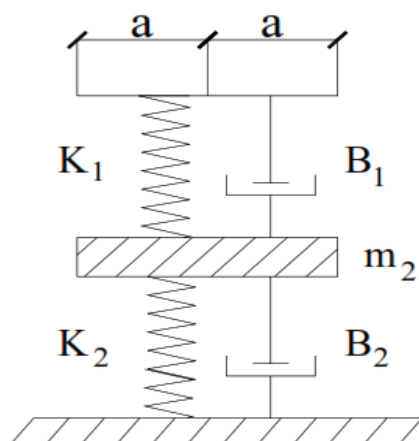
Esta suposición permitió diversas críticas fundamentadas científicamente, tratándose de su aplicación del determinado modelo en el cálculo sísmico de edificaciones considerando la interacción suelo-estructura. Esto es mucho más claro, porque es conocido que el sistema suelo-estructura ante sismos se analiza como un proceso ondulatorio no estacionario (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009).

2.2.7.2. Modelo Dinámico 2, V.A. ILICHEV.

El modelo dinámico propuesto por V. A. Ilíchev fue desarrollado para analizar fenómenos ondulatorios relacionados con la interacción suelo-estructura (ISE). En este enfoque, el terreno se idealiza como un medio elástico semi-infinito y homogéneo, es decir, un suelo que se extiende indefinidamente en profundidad y lateralmente, sin presentar discontinuidades ni variaciones en sus propiedades físicas. Esta idealización permite simular de manera simplificada, pero representativa, la transmisión de esfuerzos entre la estructura y el suelo bajo cargas dinámicas como los sismos.

En un inicio el esquema de cálculo de este modelo se aplicó a problemas de vibraciones verticales de cimentaciones circulares, apoyados sobre un semi espacio elástico isótropo. El esquema de cálculo de este modelo es el siguiente (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

Fig.2.Modelo dinámico V.A. ILICHEV.



Fuente: (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009)

La parte superior del sistema es una placa sin peso, donde el resorte con rigidez k_1 , y el amortiguador B_1 modelan el efecto creado por las ondas longitudinales. Los parámetros k_1 y B_1 dependen del radio de la placa, densidad del material del semi espacio y velocidad de las ondas longitudinales; y no depende del coeficiente de Poisson y velocidad de ondas transversales. A la parte inferior del sistema le corresponde el comportamiento dinámico de la placa ante las ondas transversales y de Rayleigh. Los parámetros m_2 , B_2 y K_2 también dependen de las dimensiones de la placa y densidad del medio, pero a diferencia de los parámetros del sistema superior, dependen de μ y C_2 ; más no dependen de la velocidad de las ondas longitudinales. Asimismo, en el modelo se ha dividido la influencia de las ondas longitudinales en las transversales, así como las ondas Rayleigh en el movimiento de la placa.

Las ondas longitudinales crean la resistencia al movimiento de la placa (cimentación), dependiente de su desplazamiento y velocidad. Las ondas transversales y Rayleigh crean también resistencia, dependiente de la aceleración del movimiento de la placa, que tuvo su repercusión en el origen de la masa m_2 .

El modelo dinámico descrito fue determinado como un sistema con 1,5 grados de libertad, donde un grado de libertad se determina en la parte inferior del sistema y medio grado de libertad se registra en la parte superior de la misma.

Luego este modelo fue generalizado a las vibraciones horizontales y rotacionales de la cimentación, apoyado sobre base elástica con ley de variación lineal de las propiedades de deformación a través de la profundidad del suelo de fundación. En particular, la variación del módulo de deformación $E_{(z)}$ de la base de fundación, se aproxima a la ley (Villarreal Castro, Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

$$E_{(z)} = E_0 \left[\operatorname{tg} \psi \cdot \frac{z}{\alpha} + 1 \right]$$

Ecuación 23

Donde:

E_0 : módulo de deformación del suelo en la superficie;

z : coordenada de la profundidad del suelo de fundación, respecto a su superficie;

ψ : Ángulo de fricción interna del suelo;

$\alpha = 1\text{m}$

La aproximación definida, describe la variación de las propiedades de deformación de la base hasta una profundidad $5a$ para las vibraciones verticales, $3a$ para las rotacionales y $2a$ para las horizontales.

Donde:

$a = \sqrt{\frac{A}{\pi}}$: radio asumido de la base de la cimentación, de área A .

Los cinco parámetros adimensionales del modelo mecánico de la base con 1,5 grados de libertad, representan una dependencia lineal de \sqrt{A}

$$Y = Y_0 + Y_1 \cdot \operatorname{tg} \psi \sqrt{\frac{A}{\alpha}}$$

Ecuación 24

Donde:

Y : cualquier parámetro con índice o sin índice;

$b_{z1}, K_{z1}, m_z, b_{z2}, K_{z2}$: coeficientes para las vibraciones verticales, donde el amortiguador b_{z1} , y la rigidez K_{z1} corresponden a la parte superior del modelo (medio grado de libertad) y los coeficientes m_z, b_{z2}, K_{z2} a la parte inferior (un grado de libertad).

$b_{\varphi1}, K_{\varphi1}, m_{\varphi}, b_{\varphi2}, K_{\varphi2}$: parámetros análogos para las vibraciones rotacionales;

$b_{\chi 1}, K_{\chi 1}, m_{\chi}, b_{\chi 2}, K_{\chi 2}$: coeficientes para las vibraciones horizontales.

Los miembros Y_0, Y_1 , se determinan por las siguientes tablas, dependientes del tipo de vibración y coeficiente de Poisson (μ) de la base de fundación.

Tabla 9. Parámetros análogos para las vibraciones rotacionales

μ	b_{0z1}	K_{0z1}	m_{0z}	b_{0z2}	K_{0z2}
0,25	5,34	21,80	2,80	6,21	7,50
0,35	6,44	26,30	3,12	6,90	8,40
0,45	10,53	43,00	3,29	7,50	9,20
μ	$b_{0\varphi 1}$	$K_{0\varphi 1}$	$m_{0\varphi}$	$b_{0\varphi 2}$	$K_{0\varphi 2}$
0,25	1,36	5,60	1,00	1,60	7,50
0,35	1,63	6,70	1,03	1,70	7,90
0,45	2,50	10,70	0,84	1,60	7,30
μ	b_{0x1}	K_{0x1}	m_{0x}	b_{0x2}	K_{0x2}
0,25	3,10	12,40	1,80	5,20	7,60
0,35	3,10	12,40	1,90	5,70	8,30
0,45	3,10	12,40	2,10	6,40	9,20

Fuente: (Villarreal Castro , *Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas*, 2009).

Tabla 10. Coeficientes para las vibraciones horizontales.

μ	b_{1z1}	K_{1z1}	m_{1z}	b_{1z2}	K_{1z2}
0,25	0,87	3,56	0,56	0,62	2,88
0,35	1,06	4,34	0,62	0,78	3,50
0,45	1,81	7,41	0,69	0,78	3,72
μ	$b_{1\varphi 1}$	$K_{1\varphi 1}$	$m_{1\varphi}$	$b_{1\varphi 2}$	$K_{1\varphi 2}$
0,25	0,22	1,16	0,12	0,12	1,34
0,35	0,28	1,41	0,16	0,12	1,81
0,45	0,50	1,97	0,16	0,12	1,81
μ	b_{1x1}	K_{1x1}	m_{1x}	b_{1x2}	K_{1x2}
0,25	0,53	2,09	0,28	0,75	1,53
0,35	0,53	2,09	0,31	0,84	1,87
0,45	0,53	2,09	0,37	0,84	1,91

Fuente: (Villarreal Castro , *Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas*, 2009)

Los parámetros adimensionales Y se determinan en forma dimensional por las siguientes fórmulas:

Para las vibraciones rotacionales:

$$K_{\varphi} = (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{\varphi} \cdot a^3 \quad \text{Ecuación 25}$$

$$B_{\varphi} = (C_2) \cdot \rho \cdot b_{\varphi} \cdot a^4 \quad \text{Ecuación 26}$$

$$M_{\varphi} = \rho \cdot m_{\varphi} \cdot a^5 \quad \text{Ecuación 27}$$

Para las vibraciones horizontales (verticales):

$$K_{\chi(z)} = (C_2)^2 \cdot \rho \cdot k_{\chi(z)} \cdot a \quad \text{Ecuación 28}$$

$$B_{\chi(z)} = (C_2) \cdot \rho \cdot b_{\chi(z)} \cdot a^2 \quad \text{Ecuación 29}$$

$$M_{\chi(z)} = \rho \cdot m_{\chi(z)} \cdot a^3 \quad \text{Ecuación 30}$$

Donde:

C_2 : velocidad de propagación de la onda transversal;

ρ : densidad del suelo de la base de fundación.

El modelo analizado puede ser simplificado eliminando la masa m_2 , cuando el coeficiente de Poisson varía en el intervalo $0 \leq \mu \leq 0.4$

Considerando, que en el modelo analizado las conexiones con rigideces K_1 y K_2 están unidas consecutivamente, en el cálculo vamos a ingresar la rigidez equivalente determinada por la fórmula:

$$K = \frac{K_1 \cdot K_2}{K_1 + K_2} \quad \text{Ecuación 31}$$

El modelo dinámico V.A. Ilichev, descrito anteriormente, es estrictamente teórico, basado en la solución teórica del problema de interacción dinámica suelo-estructura, desde el punto de vista del modelo de semi espacio elástico.

2.2.7.3. Modelo Dinámico 3, A.E Sargsian

En las investigaciones de A.E. Sargsian y A.A. Se elaboró otro modelo dinámico de interacción suelo-estructura, utilizado para fines académicos, motivo por el cual no nos vamos a detener en su fundamentación y nos limitaremos a describir las fórmulas finales, necesarias para los cálculos futuros.

De acuerdo a tal modelo dinámico, en su análisis se ingresan parámetros cuasiestáticos de rigidez de la base de fundación K_x, K_ϕ, K_z ; que se determinan por las siguientes fórmulas (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009).

$$K_x = \frac{28.8(1 - \mu^2) \cdot \rho \cdot C_2^2 \cdot \sqrt{A}}{\pi \cdot (7 - 8\mu)} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$K_\phi = \frac{8.52 \cdot \rho \cdot C_2^2 \cdot I}{\sqrt{\pi} \cdot (1 - \mu) \sqrt{A}} \quad \text{Ecuación 33}$$

$$K_z = \frac{\rho \cdot C_1^2 \cdot \sqrt{A}}{\phi \cdot (1 - \mu^2)} \quad \text{Ecuación 34}$$

Donde:

ρ : densidad del suelo de fundación.

A : área de la base de la cimentación.

I : momento de inercia del área de la base de la cimentación respecto al eje horizontal, que pasa por el centro de gravedad perpendicular al plano de vibración.

$\phi = 0.833$

C_1 : velocidad de propagación de las ondas longitudinales en el suelo de fundación.

C_2 : velocidad de propagación de las ondas transversales.

De acuerdo a la concepción de semi espacio elástico, las velocidades de propagación de las ondas longitudinales y transversales se pueden calcular por las siguientes fórmulas (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

$$C_1^2 = \frac{(1 - \mu) \cdot E}{(1 + \mu) \cdot (1 - 2\mu) \cdot \rho} \quad \text{Ecuación 35}$$

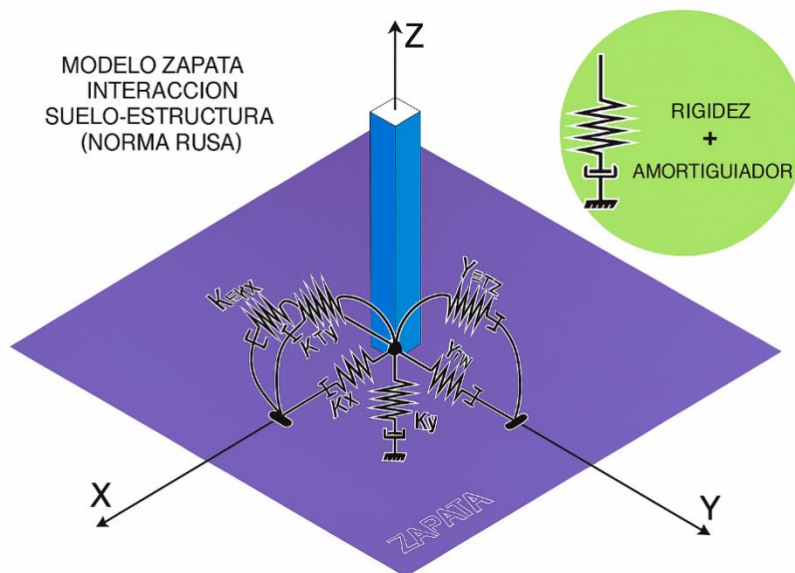
$$C_2^2 = \frac{E}{2 \cdot (1 + \mu) \cdot \rho} \quad \text{Ecuación 36}$$

Donde:

E : módulo de elasticidad de la base de fundación.

2.2.7.4. Modelo Dinámico 4, Norma Rusa SNIP 2.02.05-87

Fig.3. Modelo zapata con interacción suelo-estructura



Fuente: (Mylonakis, G., & Gazetas, G., 2000)

Los coeficientes de rigidez de compresión elástica uniforme K_z kN/m (tn/m); desplazamiento elástico uniforme K_x kN/m (tn/m); compresión elástica no uniforme

$K_\phi N/m$ (tn/m) y desplazamiento elástico no uniforme $K_\psi N/m$ (tn/m); se calculan por las fórmulas:

$$K_z = C_z A \quad \text{Ecuación 37}$$

$$K_x = C_x A \quad \text{Ecuación 38}$$

$$K_\phi = C_\phi I_\phi \quad \text{Ecuación 39}$$

$$K_\psi = C_\psi I_\psi \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

A : área de la base de la cimentación (m^2)

I_ϕ : momento de inercia (m^4) del área de la base de la cimentación respecto al eje horizontal, que pasa por el centro de gravedad perpendicular al plano de vibración.

I_ψ : momento de inercia (m^4) del área de la base de la cimentación respecto al eje vertical, que pasa por el centro de gravedad de la cimentación (momento polar de inercia).

La principal característica elástica de la cimentación, es decir el coeficiente de compresión elástica uniforme $C_z kN/m^3$ (tn/m³) se determina por medio de ensayos experimentales. En caso que no exista dicha información se puede determinar por la siguiente fórmula:

$$C_z = b_o E \left(1 + \sqrt{\frac{A_{10}}{A}} \right) \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde:

b_o : coeficiente (m^{-1}) asumido para suelos arenosos igual a 1; para arenas arcillosas 1,2; para arcillas, cascajos, gravas, cantos rodados, arenas densas igual a 1,5.

E : módulo de deformación del suelo en la base de la cimentación, kPa (T/m^2) determinadas por las tablas o en forma experimental.

$$A_{10} = 10m^2$$

Los coeficientes de desplazamiento elástico uniforme $C_x, kN/m^3$ (tn/m^3); compresión elástica no uniforme $C_\phi, kN/m^3$ (tn/m^3); y desplazamiento elástico no uniforme $C_\psi, kN/m^3$ (tn/m^3); se determinan por las siguientes fórmulas (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

$$C_x = 0.7C_z \quad \text{Ecuación 42}$$

$$C_\phi = 2C_z \quad \text{Ecuación 43}$$

$$C_\psi = C_z \quad \text{Ecuación 44}$$

En las propiedades de amortiguación de la base de la cimentación, se deben de considerar las amortiguaciones relativas ξ , determinado por ensayos de laboratorio.

En el caso que no existan datos experimentales, la amortiguación relativa para las vibraciones verticales ξ_z se puede determinar por las fórmulas:

Para las vibraciones establecidas (armónicas) o conocidas:

$$\xi_z = \frac{2}{\sqrt{P_m}} \quad \text{Ecuación 45}$$

$$\xi_z = \frac{0.7}{\sqrt{P_m}} \quad \text{Ecuación 46}$$

Para las vibraciones no establecidas (impulsos) o desconocidas:

$$\xi_z = 6 \sqrt{\frac{E}{C_z P_m}} \quad \text{Ecuación 47}$$

Donde:

E : módulo de deformación del suelo en la base de la cimentación

C_z : coeficiente de compresión elástica uniforme

P_m : presión estática media en la base de la cimentación.

$$P_m \leq \gamma_{ts} R \quad \text{Ecuación 48}$$

Siendo:

γ_{ts} : coeficiente de la condición de trabajo del suelo de fundación, asumido igual a 0,7 para arenas saturadas de grano fino o polvorosa y arcillas de consistencia movediza; y para el resto de los suelos es igual a 1.

R : resistencia de cálculo del suelo de fundación, determinado por la norma rusa SNIP 2.02.01-83* [103].

Las amortiguaciones relativas para las vibraciones horizontales y rotacionales respecto a sus ejes horizontal y vertical se pueden determinar por las siguientes fórmulas:

$$\xi_x = 0.6 \xi_z \quad \text{Ecuación 49}$$

$$\xi_\varphi = 0.5 \xi_z \quad \text{Ecuación 50}$$

$$\xi_{\psi} = 0.3\xi_z \quad \text{Ecuación 51}$$

Como característica de amortiguación, también se puede usar el módulo de amortiguación para las vibraciones verticales ϕ_z , determinado por las siguientes fórmulas: Para las vibraciones establecidas (armónicas) o conocidas:

$$\phi_z = \frac{1.6}{\sqrt{C_z}} \quad \text{Ecuación 52}$$

Para las vibraciones no establecidas (impulsos) o desconocidas, el valor de ϕ_z se incrementa en dos veces, en comparación con las establecidas (armónicas) o conocidas.

Los módulos de amortiguación para las vibraciones horizontales y rotacionales respecto a sus ejes horizontal y vertical se pueden determinar por las siguientes fórmulas (Villarreal Castro , Interacción sísmica suelo - estructura en edificaciones con zapatas aisladas, 2009):

$$\phi_x = 0.6\phi_z \quad \text{Ecuación 53}$$

$$\phi_{\varphi} = 0.5\phi_z \quad \text{Ecuación 54}$$

$$\phi_{\psi} = 0.5\phi_z \quad \text{Ecuación 55}$$

2.2.8 Edificio Cordillera Dorada

Ubicada en Jr. Daniel Alcides Carrión, en la urbanización el Bosque en la ciudad de Cajamarca, cuya construcción inicio el 15 de octubre del 2020.

El propietario, es la empresa Inmobiliaria Biera Corporation SAC, cuenta con 10 pisos destinados para uso residencial; PRIMER NIVEL: 01 garaje para 8 vehículos, 03 ductos de ventilación que van del primer al noveno piso, 01 pasadizo de circulación, 01 módulo de escalera y ascensor metálico (que va desde el primer piso al noveno

piso) y 01 sala de vigilancia. SEGUNDO NIVEL AL NOVENO NIVEL: 02 departamentos por piso, hall de distribución, cada departamento incluye: sala – comedor, 01 kitchenet y 01 dormitorio con sus respectivos baños, 02 dormitorios sin baño propio, 01 baño para uso compartido, 01 baño de visitas, 01 zona de servicio, 01 pasadizo de circulación. DÉCIMO NIVEL: 01 soporte para la puesta de 16 tanques elevados, 01 área de circulación, 01 caja de máquinas del ascensor.

El sistema resistente a fuerzas sísmicas y fuerzas de gravedad para la estructura lo conforman un sistema dual en el eje “x” y en el eje “y”. la cimentación es superficial, por ser menor 3 metros de profundidad la cual lo conforman zapatas combinadas y un sistema estructural dual conformada por pórticos y placas de concreto armado.

Según el uso de la edificación, a la estructura lo categorizaremos como categoría C (“Edificaciones comunes, tales como viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósito se instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes”. según la ubicación de la edificación, la ciudad de Cajamarca le corresponde una zona sísmica 3, según el RNE a la norma E-030).

2.3. Definición de términos básicos

- **Interacción Dinámica Suelo Estructura (ISE):** la Interacción Dinámica Suelo-Estructura consiste en un conjunto de efectos cinemáticos e inerciales producidos en la estructura y el suelo como resultado de la deformabilidad del sistema ante la excitación sísmica. (Delgado Vargas, 2013).
- **Peligro Sísmico:** el peligro sísmico se define por la probabilidad que se presenta un sismo potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado. (INDECI, 2006).

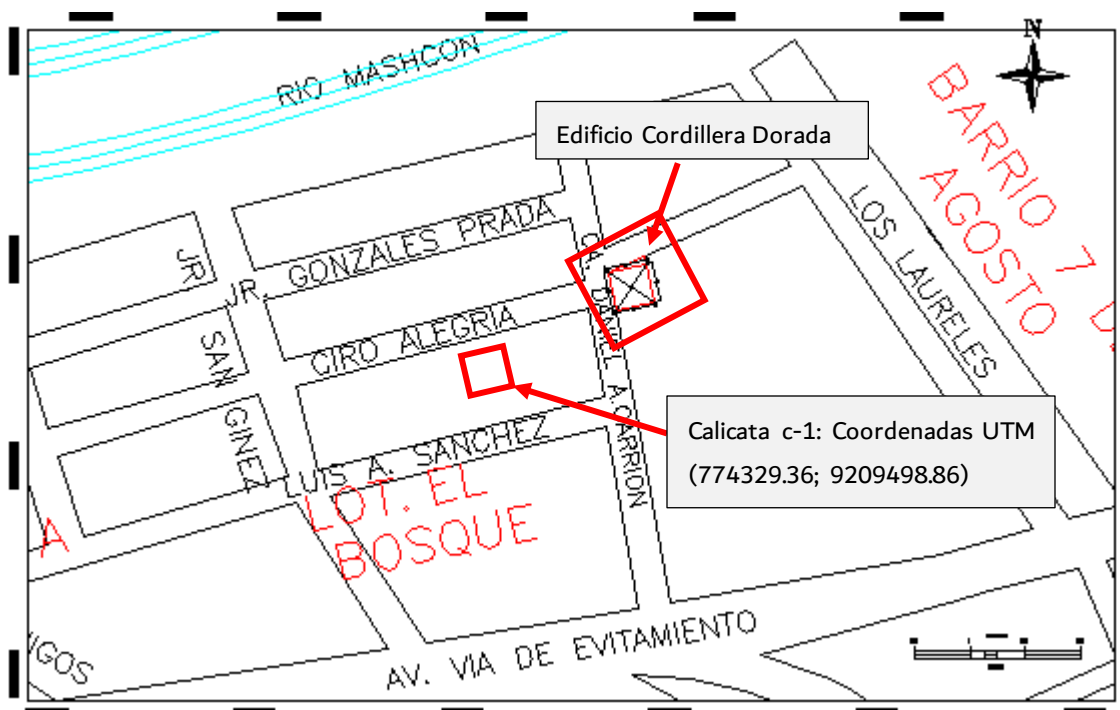
- **Cinturón de fuego del pacífico:** es una región geodinámica que bordea el océano Pacífico, caracterizada por una alta concentración de actividad sísmica y volcánica. En esta zona ocurre el fenómeno de subducción. Esta interacción genera acumulación de esfuerzos tectónicos que se liberan en forma de terremotos y originan cadenas volcánicas activas. (Martínez, R. 2015).
- **Sismo:** liberación súbita de energía liberado por el movimiento de grandes volúmenes de roca en el interior (litosfera) de la tierra. (INDECI, 2009).
- **Coefficiente de Poisson:** Es una constante elástica que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo. Relación entre la deformación lateral y la deformación longitudinal, en un cuerpo elástico sometido a un esfuerzo longitudinal. (Garay. R, 2017).
- **Módulo de Balasto:** El módulo de balasto es un parámetro geotécnico que relaciona la presión aplicada a un suelo con el desplazamiento vertical que experimenta. (Delgado Vargas, 2013).
- **Suelo de fundación:** capa del suelo que soporta la estructura de una edificación o pavimento. Su función principal es transmitir las cargas de la construcción al terreno natural, asegurando la estabilidad y previniendo asentamientos diferenciales. (Juárez badillo, Eulalio & Rico Rodríguez, 2013)).
- **Amortiguamiento:** Mecanismo por el cual la estructura o el suelo disipan energía, por fricción entre partículas del suelo y efectos viscosos de los fluidos porosos, cuando el suelo está sometido a cargas dinámicas: (K. Chopra. 2014).
- **Respuesta estructural:** la respuesta estructural es el comportamiento, deformación, desplazamiento o fuerza interna que experimenta una estructura ante la aplicación de cargas externas, como sismos, viento, peso propio o maquinaria.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Ubicación

La presente investigación se realizó al edificio Cordillera Dorada que se ubica en el Jr. Daniel Alcides Carrión, Urbanización el Bosque (referencia la altura del ex paradero de la Minera Yanacocha), Distrito de Cajamarca, Provincia de Cajamarca y Región de Cajamarca, teniendo como coordenadas UTM (E774376.73; N9209527.41).

Fig.4. Ubicación del Edificio Cordillera Dorada



3.2. Época de la investigación

El desarrollo de la presente investigación se realizó durante el periodo comprendido entre enero y julio del año 2024.

3.3. Tipo de investigación

Es una investigación **aplicada**, ya que en su desarrollo se ha empleado los conocimientos, teorías e información recopilada del tema de estudio.

3.4. Nivel de investigación

La investigación que se realizó es **cuantitativa** debido al resultado que se obtendrá mediante una recopilación de datos.

3.5. Diseño de investigación

Se realizó una investigación **no experimental** ya que se usaron los datos del expediente técnico y no se manipuló ninguna variable para hacer la evaluación correspondiente.

3.6. Población de estudio

La población de estudio está constituida por edificaciones de la ciudad de Cajamarca que presentan sistemas estructurales duales de concreto armado y cimentación superficial mediante zapatas combinadas, asentadas sobre suelos intermedios.

3.7. Muestra

La muestra corresponde al Edificio Cordillera Dorada, de diez niveles, situado en la Urbanización El Bosque del distrito de Cajamarca.

3.8. Unidad de análisis

La unidad de análisis está representada por los elementos estructurales del Edificio Cordillera Dorada.

3.9. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.9.1. Técnicas

- a. Recolección de información:** Consiste en buscar información relevante del edificio en estudio, como: Planos de arquitectura, planos de estructuras y un estudio representativo del Estudio de Mecánica de Suelos.
- b. Verificación de medidas insitu:** Para ello se tuvo que ir a campo a verificar mediadas de columnas y vigas según los planos.

3.9.2. Instrumentos:

- Wincha.
- EPPS.
- Software: Etabs, AutoCAD, Microsoft Office.

3.10. Procedimiento

Primera etapa: Se creó el modelo preliminar en Etabs, materiales, secciones y la forma de la edificación en sí. Basándonos en los planos obtenidos en la recopilación de la información acerca de esta edificación.

Segunda Etapa: Una vez completado el modelo, se llevaron a cabo los cálculos para el análisis sísmico. En esta fase, se seleccionaron los parámetros sísmicos de acuerdo con las características de la edificación, y se realizó utilizando la norma de diseño sismo-resistente E.030-2018.

Tercera etapa: Tras definir los sismos para el análisis del modelo, se continuó con los cálculos de los modelos dinámicos tanto empotrado como los de interacción suelo – estructura, los cuales consideran al suelo como resortes y amortiguadores, que incluyen los efectos de la interacción suelo-estructura. Esto abarcó los coeficientes de rigidez traslacionales y rotacionales, además de las masas de traslación y rotación.

Cuarta etapa: Con los resultados, se procedió a establecer los modelos dinámicos utilizando el software ETABS, los cuales fueron desarrollados a partir del modelo inicial que refleja la geometría del edificio.

Quinta etapa: Finalmente, se obtuvieron los resultados correspondientes a todos los modelos elaborados y se procedió a realizar su análisis y discusión.

3.10.1. Descripción de la edificación

El proyecto se refiere al " Edificio Cordillera Dorada", ubicado en Jr. Daniel Alcides Carrión, en la urbanización El Bosque, en la ciudad de Cajamarca. Esta estructura tiene un total de 10 niveles y está diseñada con un sistema dual de pórticos y placas, y cimentación mediante zapatas combinadas más vigas de conexión. Su uso es residencial (categoría C) y tiene unas dimensiones generales de 15.00x15.00 m (Ver anexo A).

Características generales del edificio

Arquitectura: El edificio tiene un área total de 225.00 m², el área techada de cada nivel es de 216.80 m², en los 10 niveles, en el primer nivel se desarrolla como cochera y tiene una altura de piso a techado de 3.00 m, a partir del segundo nivel cada uno cuenta con 2 departamentos de 3 habitaciones, con una altura de 2.60m y en la azotea se desarrolla una terraza con auditorio y zona de comida.

Estructura: La edificación está compuesta por pórticos y placas de concreto armado, el concreto utilizado tiene una resistencia a compresión ($f'c$) de 210 kg/cm² en zapatas, columnas y vigas, respecto al acero se usó grado N°60 con un límite de fluencia (F_y) de 4200 kg/cm²; los detalles y medidas de cada uno de los elementos estructurales se encuentran contenidos en los planos anexos.

3.10.2. Características de la edificación

Tabla 11. Características del edificio

Parámetros	Valor
<i>Concreto:</i>	
Resistencia a compresión del concreto	$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$ losa aligerada
Módulo de elasticidad del concreto	$E_c = 15100 * \sqrt{210} = 218819.79 \text{ kg/cm}^2$
Peso específico del concreto	$\gamma = 2400 \text{ kg/cm}^3$

Parámetros	Valor
Módulo de Poisson del concreto	$\mu = 0.20$
<i>Acero de refuerzo:</i>	
Límite de fluencia	$F_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
Módulo de elasticidad del acero	$E_s = 2 \times 10^6 \text{ kg/cm}^2$
Carga viva	200 kg/cm^2

3.10.3. Características del suelo de fundación

Según los resultados del estudio de mecánica de suelo realizado, tenemos:

Tabla 12. Características del suelo de la edificación

Parámetro	Descripción / Valor
Tipo de suelo	CL
Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 60 \text{ MPa}$
Densidad del suelo	$\rho = 1.423 \text{ g/cm}^3 = 0.1423 \text{ T.s}^2/\text{m}^4$
Coefficiente de Poisson del suelo	$\mu = 0.30$
Ángulo de fricción interna del suelo	$\phi = 15.82^\circ$
Cohesión	$C = 0.196 \text{ kg/cm}^2$
Capacidad portante	$\sigma_t = 0.89 \text{ kg/cm}^2$

3.10.4. Análisis sísmico de la edificación

Se lo realizó este análisis en base a la norma sismorresistente E030-2018 RNE, para ello se obtuvo los parámetros necesarios que se muestran a continuación y se muestran los cálculos en las páginas siguientes:

Tabla 13. Parámetros para el análisis sísmico

Parámetro	Descripción	Ítem	Valor Dir. X	Valor Dir. Y
Factor de Zona	Cajamarca, Cajamarca	Z	0.35	0.35
Factor de Uso	Edificación multifamiliar	U	1.00	1.00
Factor de amplificación	Espectro del diseño	C	2.50	2.50
Factor de Suelo	CL	S	1.15	1.15
Coeficiente de reducción de Fuerza Sísmica	Sistema mixto en ambas direcciones	R	7	7
Periodo corto vibración		T_p	0.60	1.00
Periodo largo de vibración		T_L	2.00	1.60
Periodo fundamental de vibración	Análisis modal	T	0.44	0.44
Factor de Escala	$\text{Factor} = \frac{Z.U.S.g}{R_{x,y}}$	F.E.	0.564	0.564

3.10.5. Medrado de cargas

Tenemos cargas vivas y cargas muertas que actúan en los elementos estructurales de este edificio y están basadas en la NTP E.020, donde para la carga muerta tenemos que el peso por acabados es de 100 kg/cm², el peso de la tabiquería móvil es de 100 kg/cm² y el peso del ladrillo de 65 kg/m², y despreciamos el peso de la estructura ya que es calculada por programa y se ha resumido en la siguiente tabla:

Tabla 14. Cargas muertas y cargas vivas actuantes

Tipo de Carga	Valor o peso unitario
Peso propio de elementos de concreto armado	2400 kg/cm ³
Peso propio de losa aligerada (e=20.00 cm)	300 kg/m ²
Peso propio de piso terminado (e=5.00 cm)	100 kg/m ²
Tipo de Carga	Valor o peso unitario

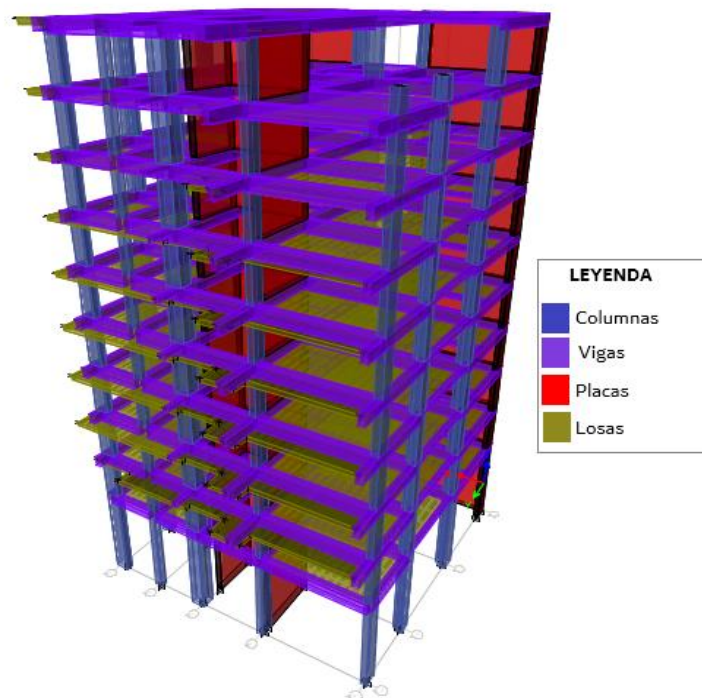
Albañilería	1350 kg/m ³
Carga viva (azotea)	100 kg/m ²
Carga viva (entrepiso)	200 kg/m ²
Carga muerta (azotea)	165 kg/m ²
Carga muerta entrepiso (CM)	265 kg/m ²

3.10.6. Modelamiento de la edificación en ETABS

3.10.6.1. Geometría de la edificación

En base a la arquitectura, se procedió a modelar el edificio en el programa ETABS, iniciando por definir las unidades en las cuales se va a trabajar (kilogramos fuerza y metros), luego, se determinó las distancias de los ejes y alturas de contrapisos, y número de niveles del edificio, logrando la base para modelar la estructura según su geometría de los elementos estructurales que intervienen.

Fig.5. Geometría del edificio de 10 niveles (Cordillera Dorada)



3.10.6.2. Definición de materiales y secciones

Según los parámetros característicos de la edificación, definimos los materiales en el ETABS para los materiales como el concreto y acero:

Fig.6. Propiedades del concreto en ETABS, $f'c = 210\text{kg/cm}^2$

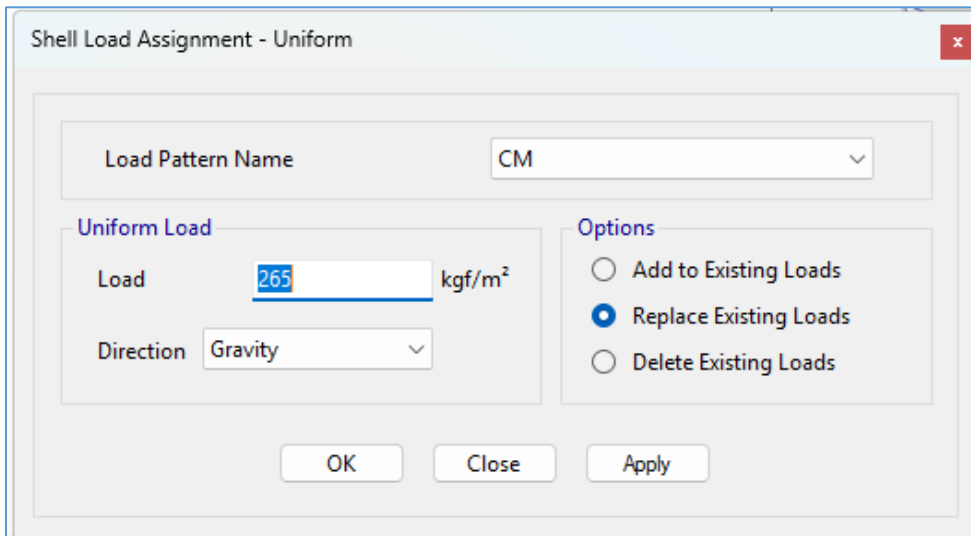
The screenshot shows the 'Material Property Data' dialog box with the following settings:

- General Data:**
 - Material Name: $f'c=210\text{ kg/cm}^2$
 - Material Type: Concrete
 - Directional Symmetry Type: Isotropic
 - Material Display Color: (Color swatch) Change...
 - Material Notes: Modify/Show Notes...
- Material Weight and Mass:**
 - Specify Weight Density Specify Mass Density
 - Weight per Unit Volume: 2.4E-03 kgf/cm³
 - Mass per Unit Volume: 244.732 kgf-s²/m⁴
- Mechanical Property Data:**
 - Modulus of Elasticity, E: 218819.788867460 kgf/cm²
 - Poisson's Ratio, U: 0.20
 - Coefficient of Thermal Expansion, A: 0.0000099 1/C
 - Shear Modulus, G: 91174.91 kgf/cm²
- Design Property Data:**
 - Modify/Show Material Property Design Data...
- Advanced Material Property Data:**
 - Nonlinear Material Data...
 - Material Damping Properties...
 - Time Dependent Properties...
- Modulus of Rupture for Cracked Deflections:**
 - Program Default (Based on Concrete Slab Design Code)
 - User Specified

3.10.6.3. Asignación de cargas vivas y cargas muertas

El Metrado de cargas estuvo basado en la NTP 0.20 Cargas, en la cual mediante la ayuda de una hoja de cálculo se obtuvo todos los valores para luego asignarlos en el ETABS.

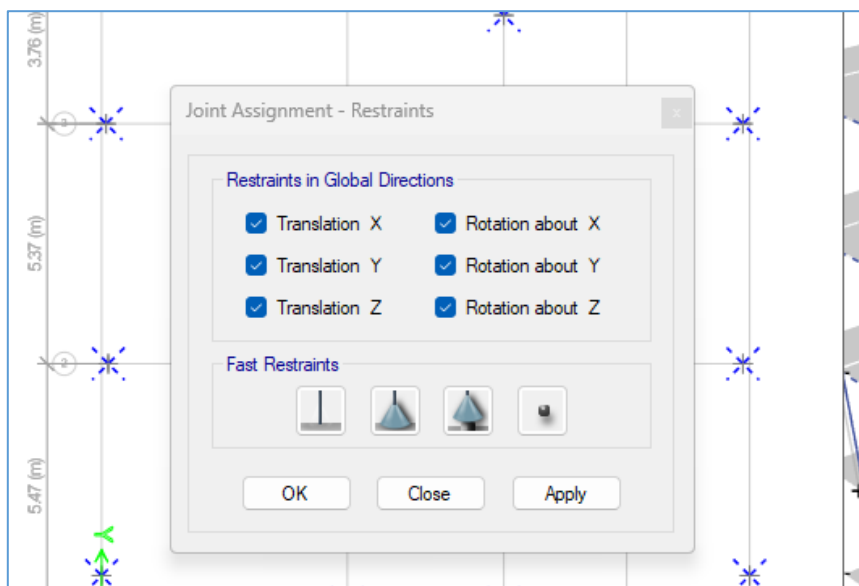
Fig.7. Asignación de cargas en losa aligerada en el ETABS



3.10.6.4. Asignación del empotramiento en la base

Se utilizó los apoyos empotrados en la base para realizar el análisis sin analizar la ISE, en la cual se restringieron todos los desplazamientos y rotaciones.

Fig.8. Restricciones en la base

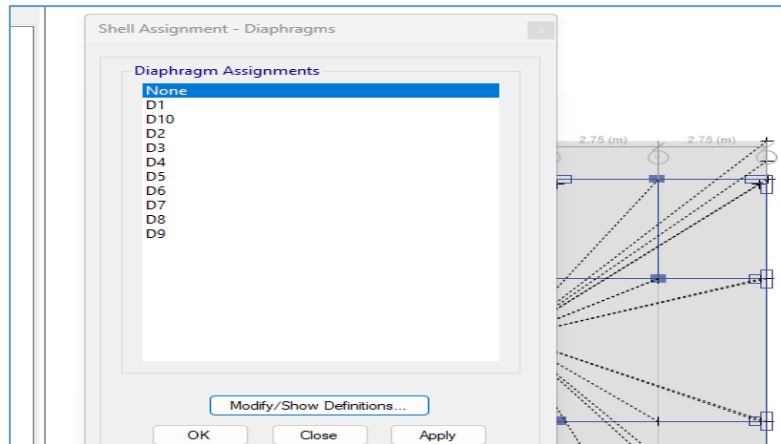


3.10.6.5. Asignación de diafragmas rígidos

La asignación de los diafragmas rígidos tiene como objetivo que el software identifique la losa de entrepiso como una losa infinitamente rígida, lo que permite compatibilizar los desplazamientos y asegurar que esta transmita correctamente las

cargas horizontales a los elementos encargados de resistirlas. Además, se busca evitar que dichos elementos sufran deformaciones variables. Así, se establecieron los diafragmas rígidos para cada nivel de entrepiso en el edificio.

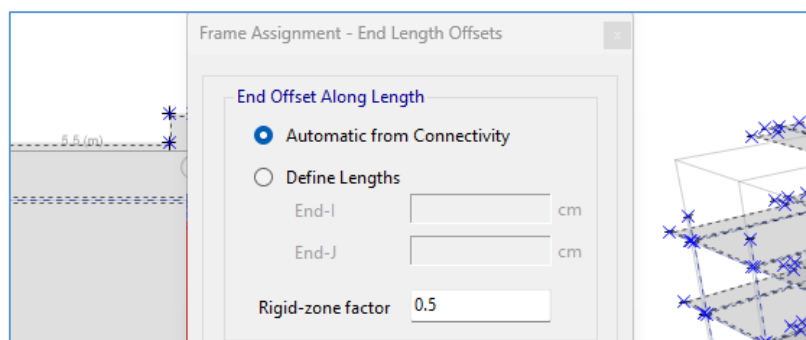
Fig.9. Asignación de diafragmas rígidos



3.10.6.6. Asignación de brazos rígidos

Se asignó el brazo rígido en todos los nodos del modelo con el objetivo de que las deformaciones se inicien en las caras internas de las vigas, y en el caso de las columnas, se pretende que las deformaciones comiencen en el punto de contacto con la zapata.

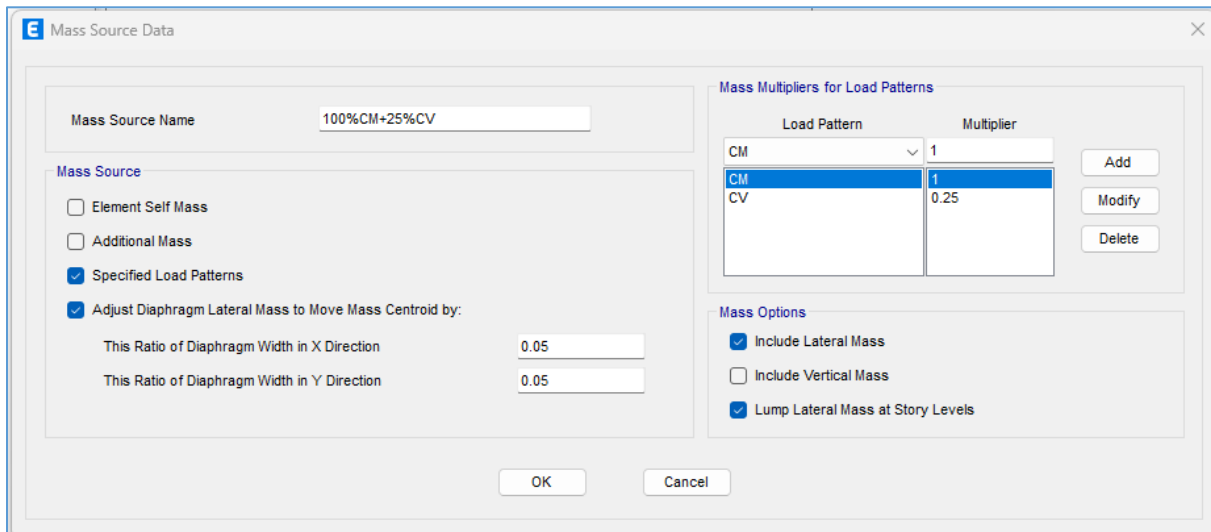
Fig.10. Asignación de brazos rígidos



3.10.6.7. Definición de masa sísmica

Para el cálculo de la masa sísmica, se consideró el 25% de la carga viva y el 100% de la carga muerta. Además 5% de excentricidad accidental.

Fig.11. Masa sísmica en ETABS



3.10.6.8. Definición de los modos de vibración

Para determinar los casos de los modos de vibración de la estructura, se llevó a cabo un análisis modal que consideró 30 modos de vibración. Este enfoque siguió las directrices de la norma de diseño sismorresistente, la cual establece la necesidad de un mínimo de 3 modos por nivel, siendo en este caso una edificación de 10 pisos.

3.10.7. Análisis Sísmico Estático

Se determinó una fuerza cortante basal que se distribuyó como fuerzas sísmicas horizontales en cada piso. El procedimiento incluyó el modelado en el software, donde se realizaron análisis con las combinaciones de cargas asignadas y se obtuvieron los periodos de vibración para los 30 modos solicitados, los cuales se presentan en la tabla siguiente:

Tabla 15. Factores de masa participativo en cada modo de vibración

Modo de Vibración	Periodo (segundos)	Traslación Dir.-X	Traslación Dir.-Y	Rotación Dir.-X	Rotación Dir.-Y	Rotación Dir.-Z
1	0.8866	0.0019	0.7372	0.3011	0.0005	0.0094
2	0.7858	0.4354	0.0083	0.0022	0.1477	0.3478
3	0.3839	0.3231	0.0019	0.0001	0.1409	0.3985
4	0.2234	0.0467	0.0626	0.1687	0.1678	0.0502

Modo de Vibración	Periodo (segundos)	Traslación		Rotación		Rotación
		Dir.-X	Dir.-Y	Dir.-X	Dir.-Y	Dir.-Z
5	0.2091	0.0358	0.1077	0.2842	0.1137	0.0198
6	0.1168	0.0139	0.0083	0.0221	0.0387	0.0150
7	0.0958	0.0007	0.0400	0.1066	0.0026	0.0112
8	0.0923	0.0950	0.0000	0.0002	0.2336	0.0900
9	0.0802	0.0020	0.0034	0.0118	0.0089	0.0096
10	0.0627	0.0024	0.0084	0.0290	0.0091	0.0031
11	0.0615	0.0008	0.0069	0.0229	0.0024	0.0007
12	0.0542	0.0132	0.0001	0.0002	0.0384	0.0094
13	0.0532	0.0060	0.0001	0.0003	0.0188	0.0036
14	0.0510	0.0003	0.0000	0.0001	0.0005	0.0063
15	0.0500	0.0044	0.0001	0.0003	0.0140	0.0007
16	0.0486	0.0002	0.0061	0.0196	0.0006	0.0000
17	0.0461	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0008
18	0.0437	0.0052	0.0001	0.0002	0.0197	0.0030
19	0.0429	0.0005	0.0000	0.0000	0.0020	0.0008
20	0.0412	0.0000	0.0021	0.0073	0.0002	0.0000
21	0.0403	0.0003	0.0007	0.0026	0.0012	0.0000
22	0.0389	0.0010	0.0002	0.0005	0.0035	0.0002
23	0.0374	0.0001	0.0000	0.0000	0.0004	0.0008
24	0.0363	0.0000	0.0004	0.0015	0.0002	0.0000
25	0.0357	0.0004	0.0001	0.0005	0.0020	0.0000
26	0.0352	0.0000	0.0008	0.0027	0.0000	0.0000
27	0.0339	0.0003	0.0000	0.0000	0.0005	0.0011
28	0.0337	0.0005	0.0000	0.0000	0.0013	0.0000
29	0.0327	0.0000	0.0001	0.0002	0.0000	0.0005
30	0.0320	0.0003	0.0002	0.0009	0.0009	0.0009

A partir de la tabla, se puede identificar que los periodos principales de vibración corresponden a los tres primeros modos, los cuales se destacan por presentar el mayor porcentaje de masa participativa.

A continuación, se calculó el peso total de la edificación, el cual se obtuvo a partir de la información proporcionada por el modelo en el software, y se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 16. Peso de la edificación mediante (100%CM+25%CV)

Nivel	Combinación	Peso acumulado kgf	Peso por nivel kgf
Nivel 10	100%CM+25%CV	147612.29	147612.29
Nivel 9	100%CM+25%CV	348153.81	200541.52
Nivel 8	100%CM+25%CV	548695.33	200541.52
Nivel 7	100%CM+25%CV	749236.85	200541.52
Nivel 6	100%CM+25%CV	949778.38	200541.53
Nivel 5	100%CM+25%CV	1150319.9	200541.52
Nivel 4	100%CM+25%CV	1350861.42	200541.52
Nivel 3	100%CM+25%CV	1551402.94	200541.52
Nivel 2	100%CM+25%CV	1751102.92	199699.98
Nivel 1	100%CM+25%CV	1987371.41	236268.49
		TOTAL	1987371.41

Con los datos de los periodos fundamentales y el peso de la edificación, se calculó la cortante basal de la estructura utilizando la fórmula indicada en el ítem 4.5.2 de la norma E.030 y la tabla 16:

$$V = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot P$$

$$V = \frac{0.35 * 1 * 2.50 * 1.15}{7} * 1987371.41 = 285.684 \text{ ton}$$

Luego se calculó la distribución de la fuerza Sísmica en Altura mediante las fórmulas del ítem 4.5.3 de la norma E.030:

$$F_i = \alpha_i * V$$

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

Donde n representa el número de pisos y k es el exponente basado en los periodos fundamentales de vibración en las direcciones X e Y. Según la norma, ambos periodos son menores a 0.5 s, por lo que k se toma como 1.0. Con esto, se calculan los valores de α_i y se sustituyen en la fórmula, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 17. Distribución de fuerza sísmica por nivel

Nivel	Peso por Nivel (ton)	Alturas (m)	$P_i \cdot h_i^k$	α_i	$F_i(Tonf)$
Nivel 10	147.612	26.40	3896.964	0.138	39.500
Nivel 9	200.542	23.80	4772.888	0.169	48.379
Nivel 8	200.542	21.20	4251.480	0.151	43.094
Nivel 7	200.542	18.60	3730.072	0.132	37.808
Nivel 6	200.542	16.00	3208.664	0.114	32.523
Nivel 5	200.542	13.40	2687.256	0.095	27.238
Nivel 4	200.542	10.80	2165.848	0.077	21.953
Nivel 3	200.542	8.20	1644.440	0.058	16.668
Nivel 2	199.700	5.60	1118.320	0.040	11.335
Nivel 1	236.268	3.00	708.805	0.025	7.185
$\sum P_i h_i^k$			28184.740	Total	285.684

Con los valores de las fuerzas calculadas, se estableció el sismo estático en el software ETABS, según se detalla en las Figs siguientes.

Fig.12. Sismo estático en X e Y definido en ETABS

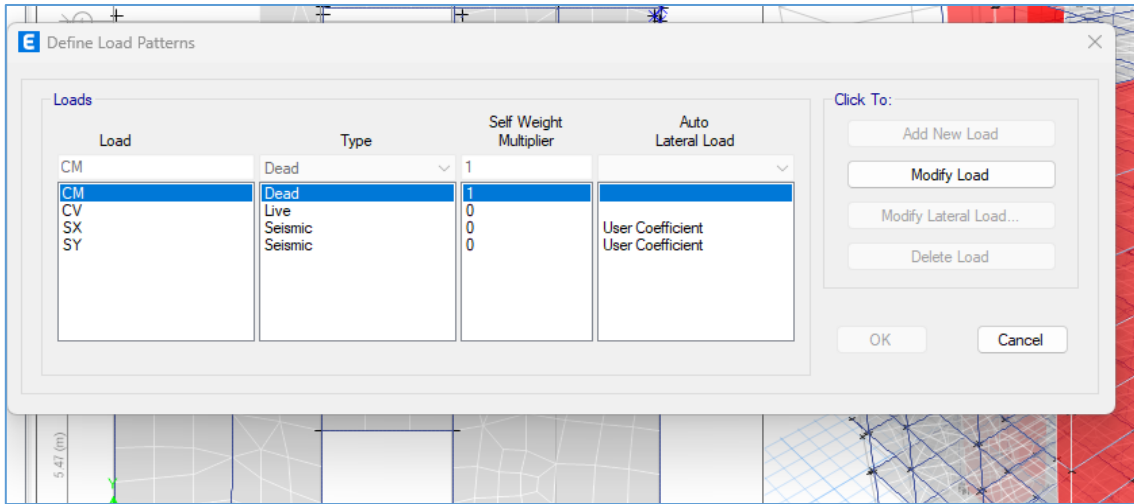
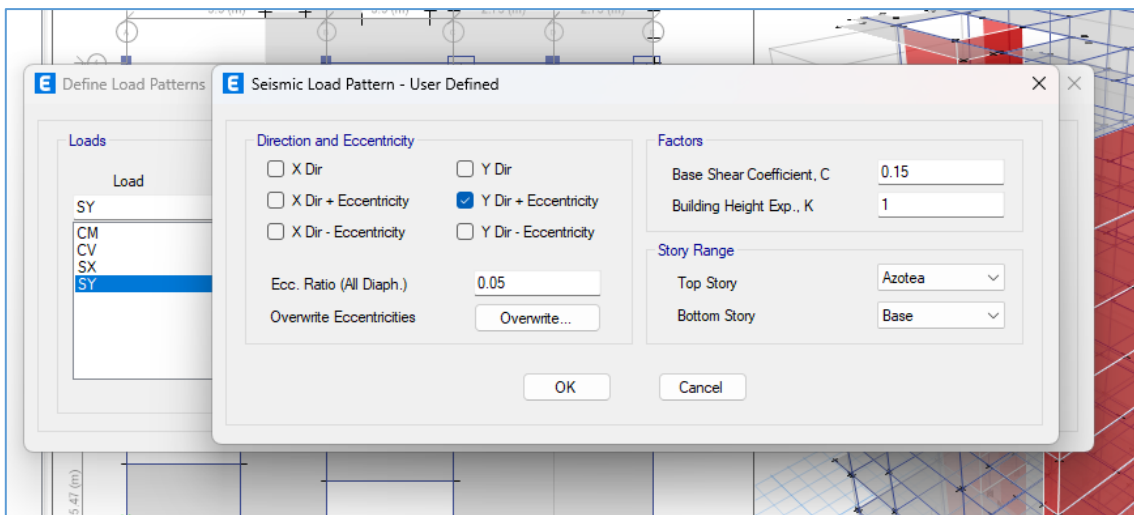


Fig.13. Sismo estático en Y mediante el método de coeficientes (K).



3.10.8. Análisis Dinámico Modal Espectral

El análisis dinámico se llevó a cabo conforme a lo establecido por la norma E 0.30, específicamente en el ítem 4.6, referente al Análisis Dinámico Modal Espectral y los datos de la tabla 16.

Primero calculamos el factor de escala con la siguiente fórmula definida en la norma E.030.

$$F.E. = \frac{Z.U.S.g}{R} = \frac{0.35 * 1 * 1.15 * 9.81}{7} = 0.5634$$

Luego calculamos la aceleración espectral, con datos como la ampliación sísmica (C) y el periodo de vibración, en base a las siguientes ecuaciones:

$$T < T_p \rightarrow C = 2.50$$

$$T_p < T < T_L \rightarrow C = 2.50 \left(\frac{T_p}{T_L} \right)$$

$$T > T_L \rightarrow C = 2.50 \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2} \right)$$

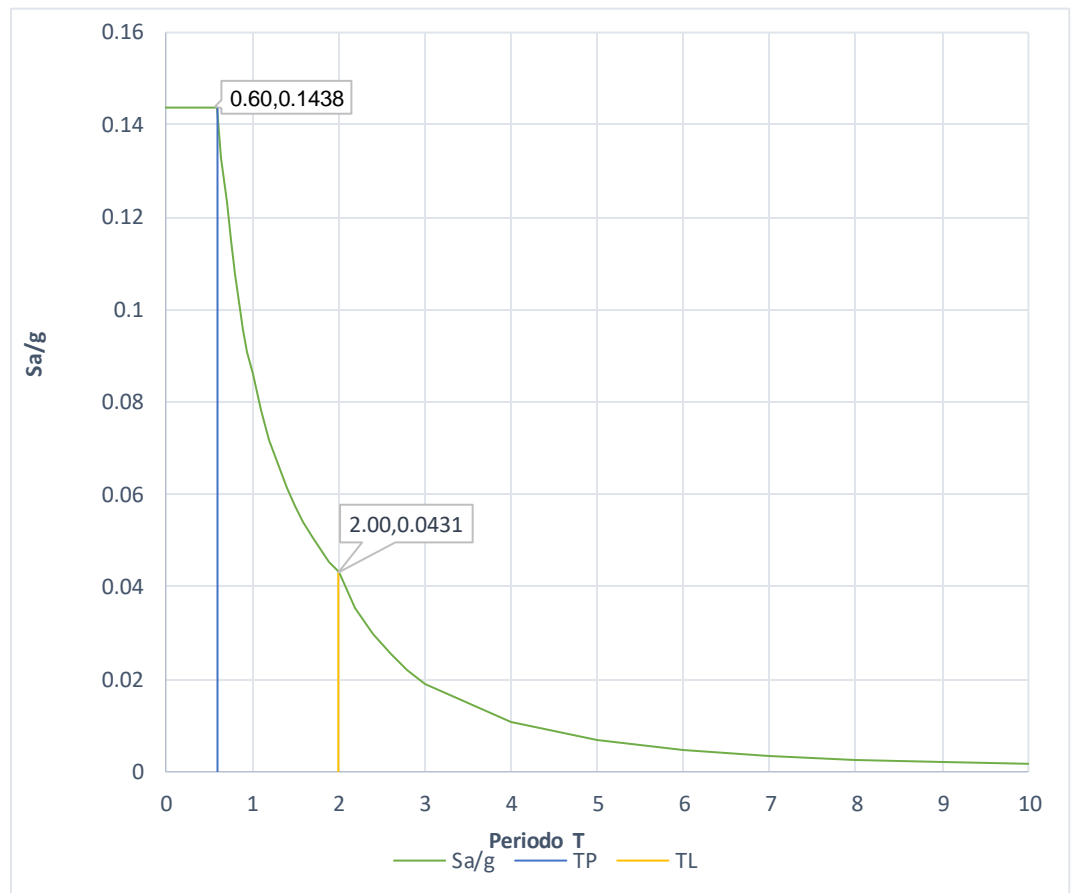
Con los datos de T_p y T_L contenidos en la tabla 16 Calculamos los valores para el espectro de respuesta que se muestra en la tabla siguiente y están basados en la NTP E.030:

Tabla 18. Espectro Sísmico basado en la Norma E.030 – 2018

C	T (s)	Sa/g	Sv (m/s)	Sd (m)
2.50	0.00	0.1438	0.0000	0
2.50	0.02	0.1438	0.0045	1E-05
2.50	0.04	0.1438	0.009	6E-05
2.50	0.06	0.1438	0.0135	0.0001
2.50	0.08	0.1438	0.018	0.0002
2.50	0.10	0.1438	0.0224	0.0004
2.50	0.12	0.1438	0.0269	0.0005
2.50	0.14	0.1438	0.0314	0.0007
2.50	0.16	0.1438	0.0359	0.0009
2.50	0.18	0.1438	0.0404	0.0012
2.50	0.20	0.1438	0.0449	0.0014
2.50	0.25	0.1438	0.0561	0.0022
2.50	0.30	0.1438	0.0673	0.0032
2.50	0.35	0.1438	0.0786	0.0044
2.50	0.40	0.1438	0.0898	0.0057
2.50	0.45	0.1438	0.101	0.0072
2.50	0.50	0.1438	0.1122	0.0089
2.50	0.55	0.1438	0.1234	0.0108
2.50	0.60	0.1438	0.1347	0.0129
2.31	0.65	0.1327	0.1347	0.0139
2.14	0.70	0.1232	0.1347	0.015
2.00	0.75	0.115	0.1347	0.0161
1.88	0.80	0.1078	0.1347	0.0171
1.76	0.85	0.1015	0.1347	0.0182
1.67	0.90	0.0958	0.1347	0.0193
1.58	0.95	0.0908	0.1347	0.0204
1.50	1.00	0.0863	0.1347	0.0214
1.36	1.10	0.0784	0.1347	0.0236
1.25	1.20	0.0719	0.1347	0.0257
1.07	1.40	0.0616	0.1347	0.03
1.00	1.50	0.0575	0.1347	0.0321

0.94	1.60	0.0539	0.1347	0.0343
0.88	1.70	0.0507	0.1347	0.0364
0.83	1.80	0.0479	0.1347	0.0386
0.79	1.90	0.0454	0.1347	0.0407
0.75	2.00	0.0431	0.1347	0.0429
0.62	2.20	0.0356	0.1224	0.0429
0.52	2.40	0.0299	0.1122	0.0429
0.44	2.60	0.0255	0.1036	0.0429
0.38	2.80	0.022	0.0962	0.0429
0.33	3.00	0.0192	0.0898	0.0429
0.19	4.00	0.0108	0.0673	0.0429
0.12	5.00	0.0069	0.0539	0.0429
0.08	6.00	0.0048	0.0449	0.0429
0.06	7.00	0.0035	0.0385	0.0429
0.05	8.00	0.0027	0.0337	0.0429
0.04	9.00	0.0021	0.0299	0.0429
0.03	10.00	0.0017	0.0269	0.0429

Fig.14. Gráfico del espectro sísmico según la NTP E0.30 -2018



Luego de tener el espectro de sismo, se continuó definiendo los sismos dinámicos en ambas direcciones en el programa ETABS, como se muestra a continuación:

Fig.15. Espectro de pseudoaceleraciones de la Norma .030 2018

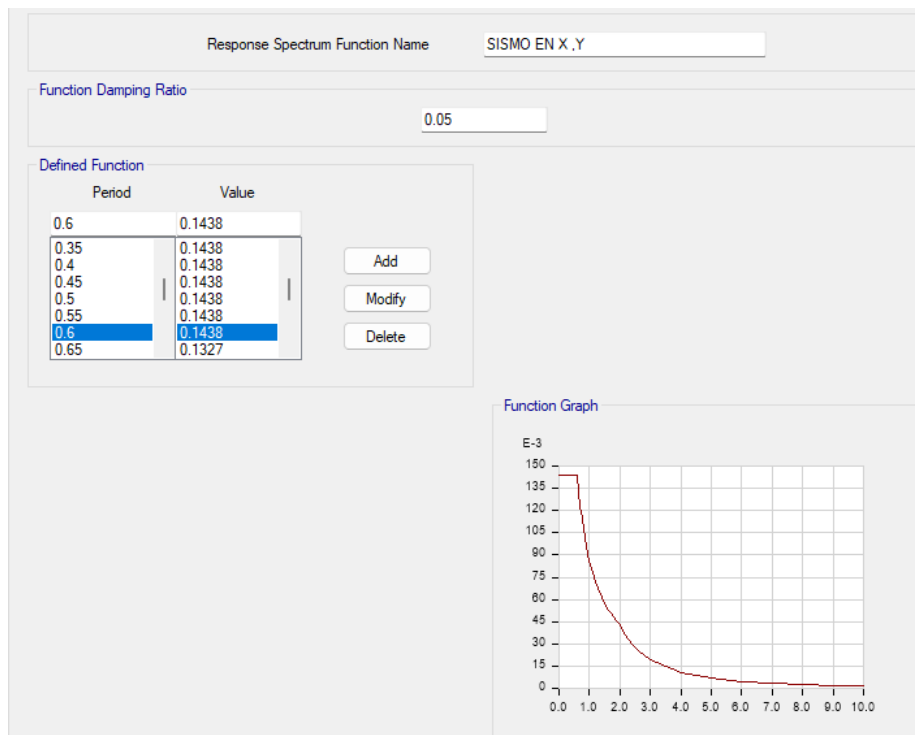
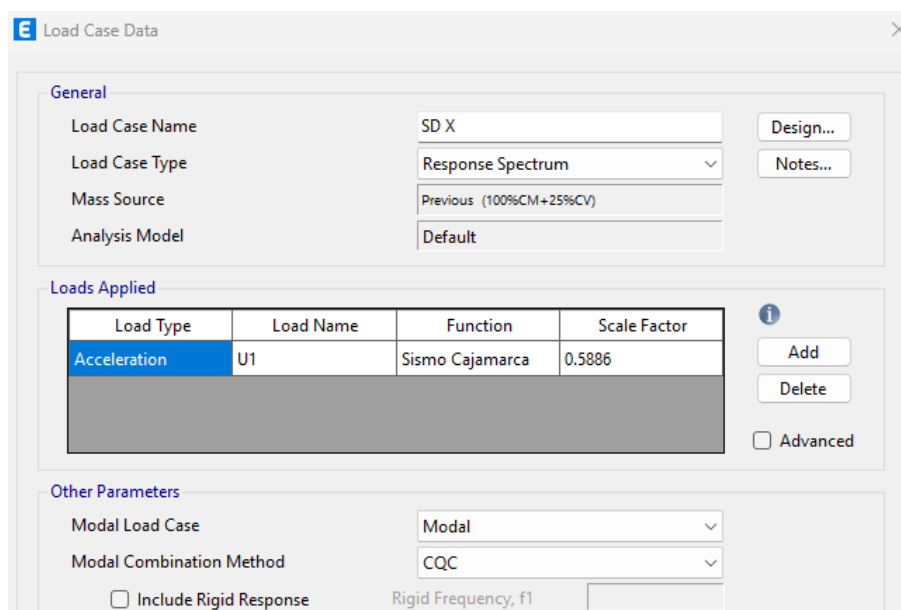


Fig.16. Asignación del factor de escala para sismo dinámico en dirección x



3.10.9. Análisis Sísmico por los métodos ISE

Se realizó un análisis estructural considerando la Interacción Suelo-Estructura mediante la incorporación de resortes verticales (springs) en la base de los elementos de cimentación del edificio, modelados en el software ETABS v20. El análisis sísmico se efectuó aplicando el espectro de diseño de la Norma Técnica E.030, correspondiente a la ciudad de Cajamarca (Zona 3). Este modelo permitió evaluar el efecto de la ISE sobre la respuesta estructural global, siendo luego comparado con el modelo convencional de base empotrada.

3.10.9.1. Características del suelo de cimentación

Tabla 19. Propiedades del suelo para el cálculo de rigidez

Parámetro	Descripción / Valor
Tipo de suelo	CL
Módulo de elasticidad del suelo	$E_s = 60MPa$
Densidad del suelo	$\rho = 1.423 g/cm^3 = 0.1423T.s^2/m^4$
Coefficiente de Poisson del suelo	$\mu = 0.30$
Ángulo de fricción interna del suelo	$\phi = 15.82^\circ$
Cohesión	$C=0.196 kg/cm^2$
Capacidad portante	$\sigma_t = 0.89 kg/cm^2$

3.10.9.2. Elementos de la cimentación de la estructura

El edificio fue diseñado con una cimentación de zapatas con las siguientes características:

Tabla 20. Dimensiones de las zapatas

Zapata	Cantidad	Ancho (A)	Largo (B)	Peralte (H)
Z1	1	3.00 m	7.06m	0.50 m
Z2	1	6.92 m	10.85 m	0.50 m

Z3	1	3.20 m	14.90 m	0.50 m
Z4	1	3.00 m	14.90 m	0.50 m

3.10.9.3. Cálculo de rigidez por el Modelo D.D. Barkan

El cálculo de los coeficientes de rigidez se realizó empleando las ecuaciones del modelo de Barkan, ejemplo, zapata Z1.

Inicialmente, se calculó la presión estática en la zapata:

$$\rho = \frac{\text{Peso de la edificación}}{\sum \text{Áreas de zapatas}} = \frac{1987371.41}{1886420} = 1.0535 \text{ kg/cm}^2$$

Luego, Se procedió al cálculo de los coeficientes C_0 y D_0 :

C_0 : Ya que el Tipo de suelo del edificio Cordillera Dorada, de acuerdo a la clasificación SUCS, es CL (Arcillas de plasticidad media) y con un Índice de Liquidez ($0 < IL < 0.5$), luego de la tabla del modelo Barkan, se ha asumido el Coeficiente $C_0 = 1.60$ con esto procedemos a calcular los siguientes valores.

$$D_0 = \frac{1 - \mu}{1 - 0.5\mu} \cdot C_0 = \frac{1 - 0.30}{1 - 0.5 * 0.30} * 1.60 = 1.318$$

Con los datos anteriores y aplicando las ecuaciones de Barkan calculamos los coeficientes C:

$$C_z = 1.60 * \left(1 + \frac{2 * (3 + 7.06)}{3 * 7.06}\right) * \sqrt{\frac{1.423}{1.05}} = 2684.491 \text{ T/m}^3$$

$$C_x = 1.318 * \left(1 + \frac{2 * (3 + 7.06)}{3 * 7.06}\right) * \sqrt{\frac{1.423}{1.05}} = 2210.757 \text{ T/m}^3$$

$$C_\theta = 1.60 * \left(1 + \frac{2 * (3 + 3 * 7.06)}{3 * 7.06}\right) * \sqrt{\frac{1.423}{1.05}} = 4520.085 \text{ T/m}^3$$

Luego, se calcularon los coeficientes de rigidez tanto traslacionales como rotacionales:

$$K_z = 2684.491 * 3 * 7.06 = 56857.519 T/m$$

$$K_x = 2210.757 * 3 * 7.06 = 46823.839 T/m$$

$$K_\phi = 4520.085 * 3 * 7.06 = 95735.397 T/m$$

3.10.9.4. Cálculo de rigidez por el Modelo V.A. Ilichev

El cálculo de los coeficientes se realizó empleando las ecuaciones del modelo de Ilichev, ejemplo, zapata Z1.

Inicialmente, se calcularon las velocidades de propagación de las ondas longitudinales y transversales:

$$C_1 = \sqrt{\frac{(1 - 0.30) * 60000}{(1 + 0.30) * (1 - 2 * 0.30) * 1.423}} = 238.2432 m/s$$

$$C_2 = \sqrt{\frac{60000}{2 * (1 + 0.30) * 1.423}} = 127.3463 m/s$$

A continuación, se calcularon los coeficientes de rigidez K_z , K_x y K_ϕ . Para ello, se extrajeron de la tabla de coeficientes Tabla 9 y 10, los valores correspondientes a K_{0z1} , K_{0x1} , $K_{0\phi1}$, K_{0z2} , K_{0x2} , $K_{0\phi2}$, y de la misma tabla se determinaron los valores de K_{1z1} , K_{1x1} , $K_{1\phi1}$, K_{1z2} , K_{1x2} , $K_{1\phi2}$, considerando un valor de coeficiente de Poisson del suelo de 0.30:

Tabla 21. Coeficientes para los tipos de vibraciones

Coeficiente	Valor	Coeficiente	Valor
k_{0z1}	24.05	k_{1z1}	3.95
k_{0x1}	12.40	k_{1x1}	2.09
$k_{0\phi1}$	6.15	$k_{1\phi1}$	1.29
k_{0z2}	7.95	k_{1z2}	3.19
k_{0x2}	7.95	k_{1x2}	1.70
$k_{0\phi2}$	7.70	$k_{1\phi2}$	1.58

Se procedió al cálculo de los coeficientes k_{z1} , k_{z2} y k_{z3} , considerando el ángulo de fricción interna del suelo:

$$k_{z1} = 24.05 + 3.95 * \operatorname{tg}(20.50^\circ) * \sqrt{\frac{3.00 * 7.06}{2.597}} = 27.88$$

$$k_{z2} = 7.95 + 3.19 * \operatorname{tg}(20.50^\circ) * \sqrt{\frac{3.00 * 7.06}{2.597}} = 11.06$$

$$k_{z1-2} = \frac{27.88 * 11.06}{27.88 + 11.06} = 7.92$$

$$K_z = 127.34635^2 * 0.1423 * 7.92 * 2.597 = 47443.36 \text{ T/m}$$

De igual manera calculamos los demás factores de zapata 1:

Tabla 22. Factores de la zapata 1.

Zapata	K_z	K_x	K_ϕ
Z1	47443.36	34554.75	168892.71

3.10.9.5. Cálculo de rigidices por el Modelo A.E. Sargsian

Con las fórmulas dadas en el marco teórico para el modelo de Sargsian, damos como ejemplo la zapata 1.

$$K_x = \frac{28.8 * (1 - 0.30^2) * 0.1423 * 127.35^2 * \sqrt{3 * 7.06}}{3.141516 * (7 - 8 * 0.30)} = 19260.95 \text{ T/m}$$

$$K_\phi = \frac{8.52 * 0.1423 * 127.35^2 * \left(\frac{7.06 * 3^3}{12}\right)}{\sqrt{\pi}(1 - 0.30) * \sqrt{3 * 7.06}} = 543715.18 \text{ T/m}$$

$$K_z = \frac{0.1423 * 127.35^2 * \sqrt{3 * 7.06}}{0.833 * (1 - 0.30^2)} = 14010.53 \text{ T/m}$$

Luego calculamos los amortiguamientos:

$$B_x = B_y = \frac{14.24 * (1 - 0.30) * 0.1423 * 127.35 * (3 * 7.06)}{3.1415 * (7 - 8 * 0.30)} = 264.75 \text{ T.s/m}$$

$$B_z = \frac{3.4 * \sqrt{1 - 2 * 0.30} * 0.1423 * 238.24 * (3 * 7.06)}{3.1415 * (1 - 0.30) * \sqrt{2 * (1 - 0.30)}} = 593.42 T.s/m$$

$$B_{\phi x} = \frac{1.6 * \sqrt{1 - 2 * 0.30} * 0.1423 * 238.24 * 1.31}{3.1415 * (1 - 0.30) * \sqrt{2 * (1 - 0.30)}} = 17.22 T.s.m$$

$$B_{\phi y} = \frac{1.6 * \sqrt{1 - 2 * 0.30} * 0.1423 * 238.24 * 7.073}{3.1415 * (1 - 0.30) * \sqrt{2 * (1 - 0.30)}} = 93.26 T.s.m$$

$$B_{\psi z} = \frac{3.4 * \sqrt{1 - 2 * 0.30} * 0.1423 * 238.24 * 8.309}{3.1415 * (1 - 0.30) * \sqrt{2 * (1 - 0.30)}} = 232.79 T.s.m$$

3.10.9.6. Cálculo de rigidices por el Modelo Norma Rusa SNIP 2.02.02-87

Comenzamos calculando el coeficiente de compresión elástica uniforme con la formula dada por este método, ejemplo zapata 1:

$$C_z = 1.20 * 60000 * \left(1 + \sqrt{\frac{10}{3 * 7.06}} \right) = 121473.1449 T/m^3$$

A partir de las expresiones previas, es posible calcular los coeficientes de desplazamiento elástico uniforme, no uniforme y el desplazamiento elástico uniforme:

$$C_x = 0.7 * 121473.1449 = 85031.20 T/m^3$$

$$C_{\phi} = 2 * 121473.1449 = 242946.29 T/m^3$$

$$C_{\psi} = 121473.144 T/m^3$$

Con estos coeficientes, se procedió a calcular los coeficientes de rigidez K_z ,

K_x, K_{ϕ}, K_{ψ} :

$$K_z = 121473.144 * 3 * 7.06 = 2572801.21 T/m$$

$$K_x = 85031.20 * 3 * 7.06 = 1800960.85 T/m$$

$$K_{\phi} = 242946.29 * 3^3 * \frac{7.06}{12} = 3859201.81 T/m$$

$$K_z = 121473.144 * \left(\frac{3^3 * 7.06}{24} + \frac{3 * 7.06^3}{24} \right) = 6308036.89 T/m$$

Luego calculamos los coeficientes de Amortiguamiento, comenzando por el amortiguamiento relativo:

$$\beta_z = 2 * \sqrt{\frac{60000}{121473.1449}} = 1.41$$

Luego:

$$\beta_x = 0.60 * 1.41 = 0.84$$

$$\beta_{\phi_{x,y}} = 0.5 * 1.41 = 0.70$$

$$\beta_{\psi} = 0.3 * 1.41 = 0.42$$

Con estos datos y los momentos de inercia calculamos los amortiguamientos:

Tabla 23. Amortiguamiento zapata 1- modelo ISE Norma Rusa.

Zapata	B_x (T.s/m)	B_y (T.s/m)	B_z (T.s/m)	B_{ϕ_x} (T.s.m)	B_{ϕ_y} (T.s.m)	B_{ψ_z} (T.s.m)
Z1	2778.75	2778.75	3321.24	4333.74	4333.74	2033.84

3.10.9.7. Cálculo de las masas en zapatas

Se calcularon las masas de rotación y traslación en las zapatas utilizando las siguientes ecuaciones. En este caso, al igual que en los cálculos anteriores, se ejemplificará el procedimiento para la zapata Z1:

$$M_t = \frac{\gamma \cdot a \cdot b \cdot c}{g}$$

Donde; γ : Peso específico del concreto a y b : lados de la zapata en el plano c :

Profundidad de la zapata g : Gravedad.

$$M_t = \frac{2.4 * 3 * 7.06 * 0.50}{9.81} = 2.591 T \cdot s^2 / m$$

Para las masas rotacionales se obtuvo:

$$M_{\phi x'} = 2.591 * \left(\frac{0.50}{2}\right)^2 + \frac{2.591 * (3^2 + 0.50^2)}{12} = 2.159 T.s^2/m$$

$$M_{\phi y'} = 2.591 * \left(\frac{0.50}{2}\right)^2 + \frac{2.591 * (7.06^2 + 0.50^2)}{12} = 10.977 T.s^2/m$$

$$M_{\phi z'} = \frac{2.591 * (7.06^2 + 3^2)}{12} = 12.704 T.s^2/m$$

De forma similar, se calcularon las rigideces y masas correspondientes a las demás zapatas, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 24. Rigideces de la zapata Z1, modelos ISE

Modelo	K_x	K_y	K_z	$K_{\phi x}$	$K_{\phi y}$	$K_{\psi z}$
Dinámico	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
Barkan	46823.84	46823.84	56857.52	95735.40	95735.40	
Ilchev	34554.75	34554.75	47443.36	168892.71	168892.71	
Sargsian	19260.95	19260.95	14010.53	543715.18	543715.18	
Norma Rusa	1800960.85	1800960.85	2572801.21	3859201.81	3859201.81	6308036.89

Tabla 25. Masa de traslación y rotación de la Z1

Zapata	M_x	M_y	M_z	$M_{\phi x}$	$M_{\phi y}$	$M_{\psi z}$
	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)
1	2.59	2.59	2.59	2.16	10.98	12.70

Tabla 26. Rigideces de la zapata Z2, modelos ISE

Modelo	K_x	K_y	K_z	$K_{\phi x}$	$K_{\phi y}$	$K_{\psi z}$
Dinámico	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
Barkan	35379.25	35379.25	42960.52	59815.09	59815.09	

Ilchev	74221.05	74221.05	108022.73	1297014.30	1297014.30	
Modelo	K_x	K_y	K_z	$K_{\phi x}$	$K_{\phi y}$	$K_{\psi z}$
Dinámico	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
Sargsian	36264.57	36264.57	26379.07	3317637.60	3317637.60	
Norma Rusa	5165147.98	5165147.98	7378782.83	58890557.69	58890557.69	50916337.83

Tabla 27. Masa de traslación y rotación de la Z2

Zapata	M_x	M_y	M_z	$M_{\phi x}$	$M_{\phi y}$	$M_{\psi z}$
	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)
2	9.18	9.18	9.18	37.42	90.87	126.75

Tabla 28. Rigideces de la zapata Z3, modelos ISE

Modelo	K_x	K_y	K_z	$K_{\phi x}$	$K_{\phi y}$	$K_{\psi z}$
Dinámico	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
Barkan	42244.01	42244.01	51296.29	87744.30	87744.30	
Ilchev	55985.80	55985.80	79673.99	619153.80	619153.80	
Sargsian	28899.00	28899.00	21021.30	4450843.41	4450843.41	
Norma Rusa	3503593.83	3503593.83	5005134.04	8542095.42	8542095.42	48435099.16

Tabla 29. Masa de traslación y rotación de la Z3

Zapata	M_x	M_y	M_z	$M_{\phi x}$	$M_{\phi y}$	$M_{\psi z}$
	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)
3	5.83	5.83	5.83	5.46	108.39	112.88

Tabla 30. Rigideces de la zapata Z4, modelos ISE

Modelo	K_x	K_y	K_z	$K_{\phi x}$	$K_{\phi y}$	$K_{\psi z}$
Dinámico	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)	(T/m)
Barkan	43244.54	43244.54	52511.23	91389.10	91389.10	
Ilchev	53826.58	53826.58	76366.59	541599.55	541599.55	
Sargsian	27981.34	27981.34	20353.79	4240536.17	4240536.17	
Norma Rusa	3318455.68	3318455.68	4740650.96	7110976.45	7110976.45	45630740.81

Tabla 31. Masa de traslación y rotación de la Z4

Zapata	M_x	M_y	M_z	$M_{\phi x}$	$M_{\phi y}$	$M_{\psi z}$
	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)	(T.s ² /m)
4	5.47	5.47	5.47	4.56	101.62	105.26

Tabla 32. Factores de amortiguamiento Modelo ISE- Sargsian.

Zapata	B_x	B_y	B_z	$B_{\phi x}$	$B_{\phi y}$	$B_{\psi z}$
	(T.s/m)	(T.s/m)	(T.s/m)	(T.s/m)	(T.s/m)	(T.s/m)
Z1	264.75	264.75	593.42	17.22	93.26	232.79
Z2	938.51	938.51	2103.63	317.68	778.57	2322.53
Z3	595.99	595.99	1335.89	43.96	931.49	2068.40
Z4	558.74	558.74	1252.39	36.34	873.28	1928.77

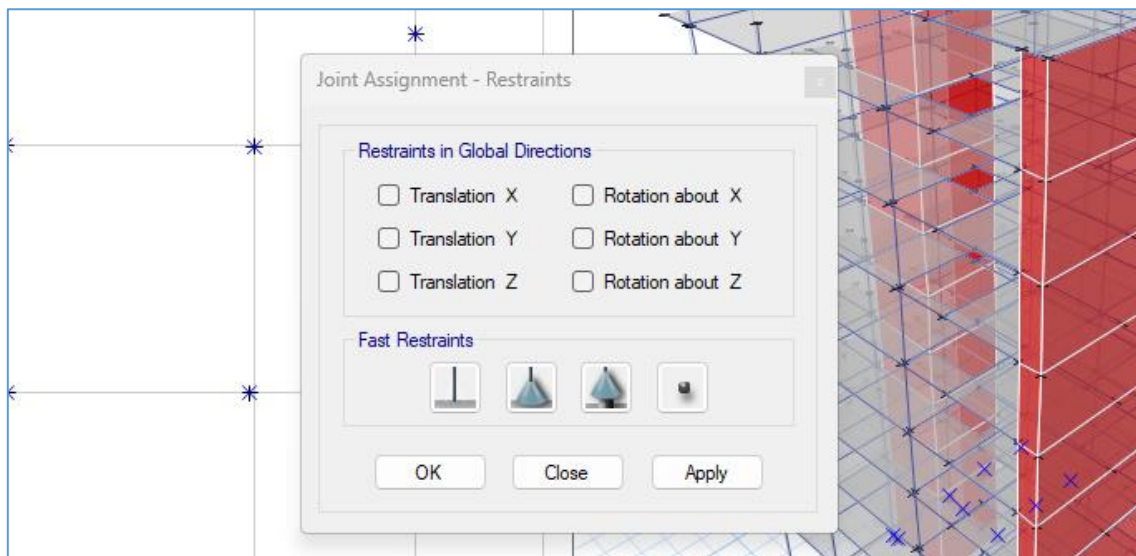
Tabla 33. Factores de amortiguamiento Modelo ISE- Norma Rusa.

Zapata	B_x (T.s/m)	B_y (T.s/m)	B_z (T.s/m)	B_{ϕ_x} (T.s.m)	B_{ϕ_y} (T.s.m)	B_{ψ_z} (T.s.m)
Z1	2778.75	2778.75	3321.24	4333.74	4333.74	2033.84
Z2	9850.52	9850.52	11773.62	25773.01	25773.01	16630.70
Z3	6255.46	6255.46	7476.71	19382.13	19382.13	4883.77
Z4	5864.50	5864.50	7009.42	18122.18	18122.18	4292.37

3.10.9.8. Entrada de datos en ETABS según los parámetros del ISE

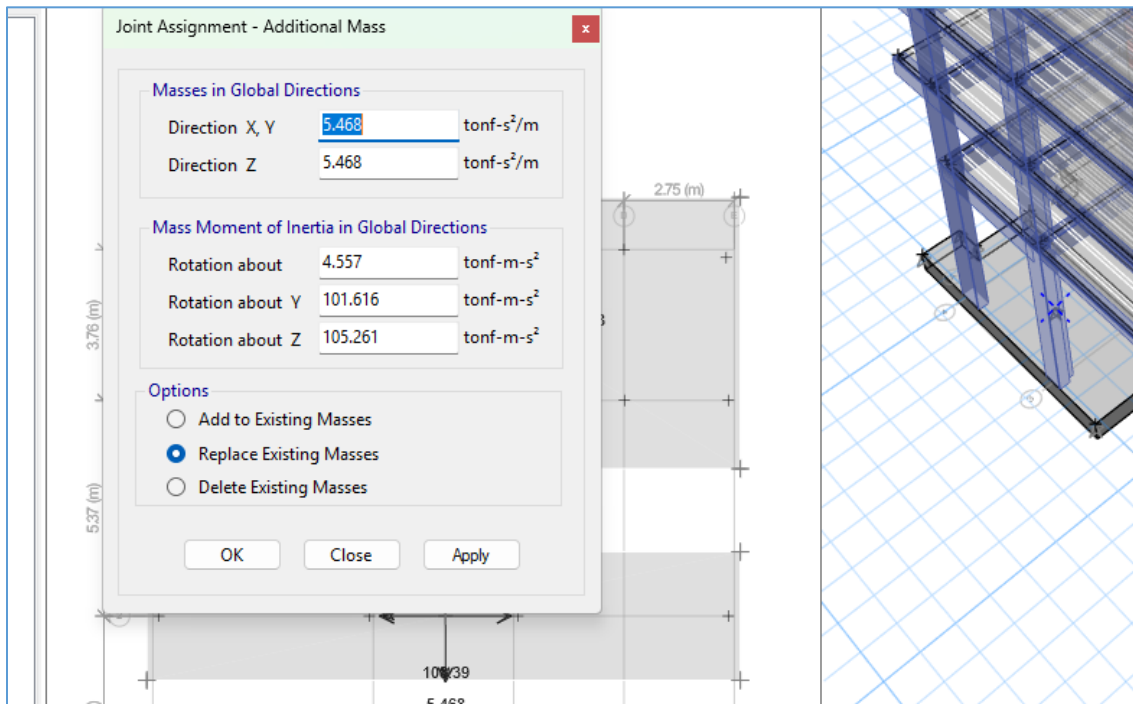
Después de calcular los valores de las rigideces y las masas, se continuó modelando los cimientos en el ETABS. De la siguiente manera:

Fig.17. Libertando las restricciones en la base del edificio



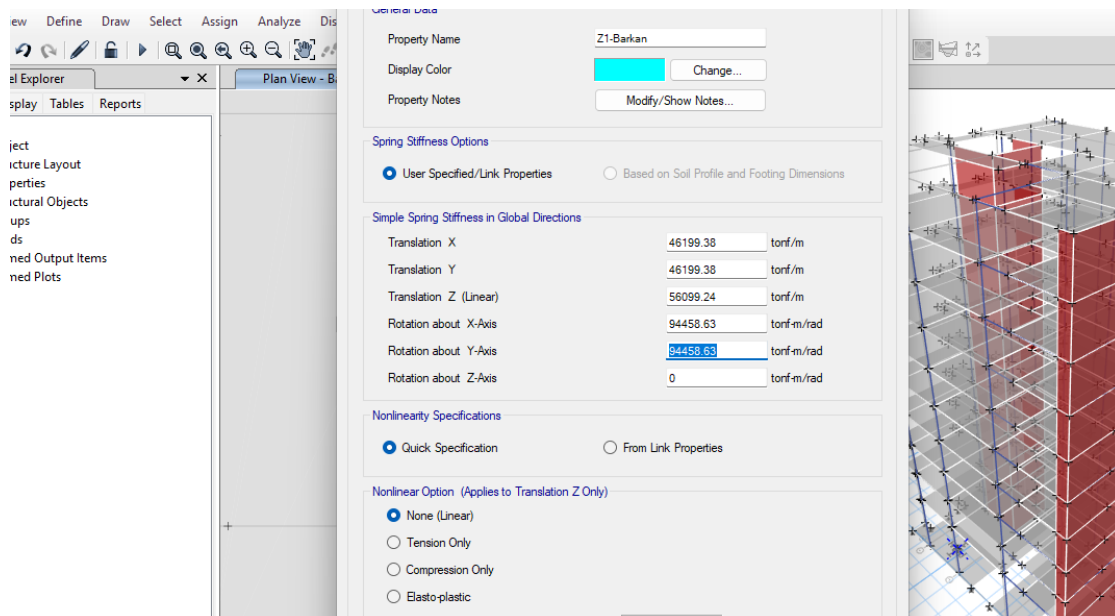
A continuación, se asignaron las masas de traslación y rotación en los centroides de las zapatas.

Fig.18. Asignación de las masas de cada zapata en su centroide.



Después se asignaron los valores de los coeficientes de rigideces mediante los Springs en ETABS:

Fig.19. Coeficientes de rigidez en ETABS.



Una vez determinados los coeficientes de rigidez, se asignaron a cada uno de los modelos correspondientes. Tras asignar las masas, rigideces en las zapatas y amortiguamientos, de acuerdo con los modelos de Barkan, Sargsian, Ilichev y la

Norma Rusa, se realizaron los cálculos en el software utilizando los sismos previamente establecidos, obteniendo así los resultados requeridos para su análisis.

3.11. Presentación de los resultados

3.11.1. Periodos de Vibración

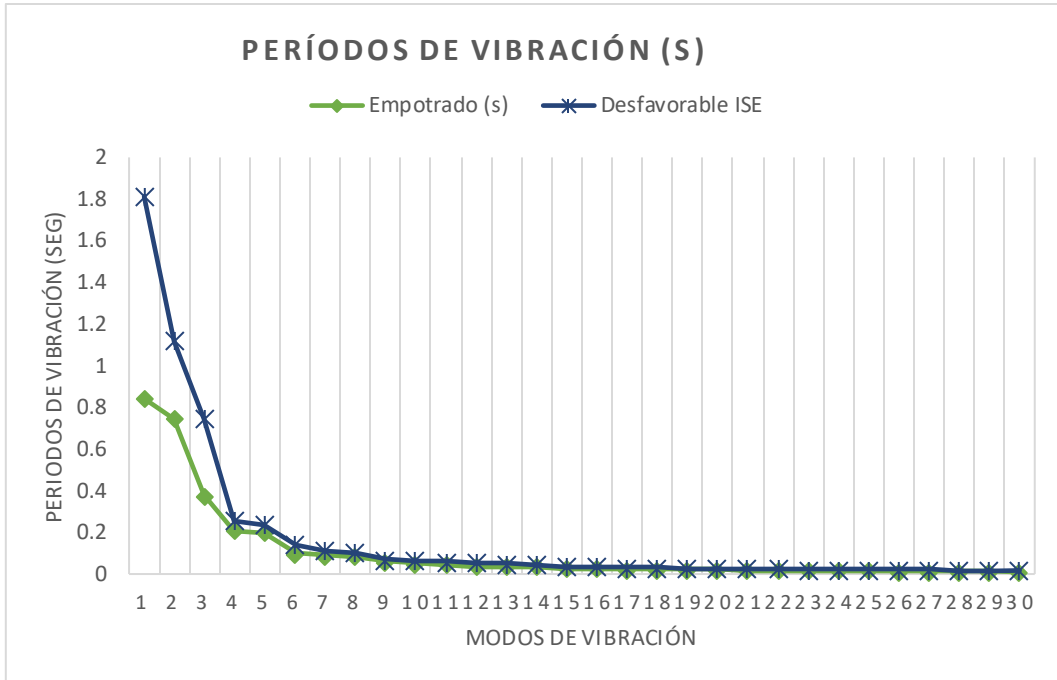
Tras realizar el análisis tanto del modelo empotrado como de los modelos dinámicos ISE, se obtuvieron los resultados correspondientes a los periodos de vibración:

Tabla 34. Periodos de vibración de modelo empotrado e ISE

Modo	Empotrado	Periodos de vibración (segundos)					Desfavorable ISE	Variación (%)
		Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa			
1	0.9050	1.8120	1.1580	1.1080	0.8680	1.8120	100.22%	
2	0.7990	1.6190	1.0910	1.0080	0.7720	1.1225	40.49%	
3	0.4030	1.0210	0.8520	0.6350	0.4780	0.7465	85.24%	
4	0.2210	0.2780	0.2570	0.2730	0.2130	0.2553	15.50%	
5	0.2090	0.2560	0.2350	0.2540	0.2010	0.2365	13.16%	
6	0.1040	0.1570	0.1490	0.1700	0.1000	0.1440	38.46%	
7	0.0920	0.1190	0.1130	0.1180	0.0930	0.1108	20.38%	
8	0.0900	0.1120	0.1050	0.1110	0.0880	0.1040	15.56%	
9	0.0650	0.0730	0.0730	0.0720	0.0620	0.0700	7.69%	
10	0.0530	0.0710	0.0690	0.0710	0.0510	0.0655	23.58%	
11	0.0460	0.0660	0.0660	0.0660	0.0440	0.0605	31.52%	
12	0.0400	0.0620	0.0590	0.0610	0.0400	0.0555	38.75%	
13	0.0360	0.0570	0.0560	0.0560	0.0350	0.0510	41.67%	
14	0.0360	0.0490	0.0470	0.0490	0.0340	0.0448	24.31%	
15	0.0290	0.0410	0.0400	0.0410	0.0280	0.0375	29.31%	
16	0.0270	0.0400	0.0380	0.0400	0.0260	0.0360	33.33%	
17	0.0250	0.0380	0.0350	0.0370	0.0240	0.0335	34.00%	
18	0.0240	0.0360	0.0330	0.0360	0.0240	0.0323	34.38%	
19	0.0220	0.0310	0.0290	0.0310	0.0210	0.0280	27.27%	
20	0.0220	0.0300	0.0290	0.0290	0.0210	0.0273	23.86%	
21	0.0200	0.0290	0.0280	0.0280	0.0190	0.0260	30.00%	
22	0.0190	0.0270	0.0270	0.0270	0.0180	0.0248	30.26%	
23	0.0180	0.0250	0.0240	0.0270	0.0170	0.0233	29.17%	
24	0.0170	0.0240	0.0230	0.0260	0.0160	0.0223	30.88%	
25	0.0150	0.0230	0.0210	0.0240	0.0150	0.0208	38.33%	
26	0.0150	0.0230	0.0200	0.0230	0.0140	0.0200	33.33%	
27	0.0140	0.0220	0.0200	0.0230	0.0130	0.0195	39.29%	
28	0.0120	0.0210	0.0200	0.0210	0.0110	0.0183	52.08%	

Modo	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE	Variación (%)
29	0.0100	0.0200	0.0200	0.0200	0.0100	0.0175	75.00%
30	0.0090	0.0200	0.0190	0.0200	0.0100	0.0173	91.67%

Fig.20. Comparación de periodos de vibración



Según esta Fig 20, y la tabla anterior, podemos observar la variación de los periodos según los modelos ISE y el modelo empotrado, dentro de los cuales, en los 30 modos de vibración, en los modos que mayor variación presenta son el los 3 primeros.

En la siguiente tabla, se aprecia la variación porcentual en los tres primeros modos de vibración:

Tabla 35. Variación de los tres primeros modos fundamentales de vibración.

Modelo Dinámico	Modo 1	Variación	Modo 2	Variación	Modo 3	Variación
Empotrado	0.842	0.00%	0.745	0.00%	0.376	0.00%
Desfavorable ISE	1.812	115.20%	1.123	50.67%	0.747	98.54%

3.11.2. Desplazamientos de los modelos dinámicos

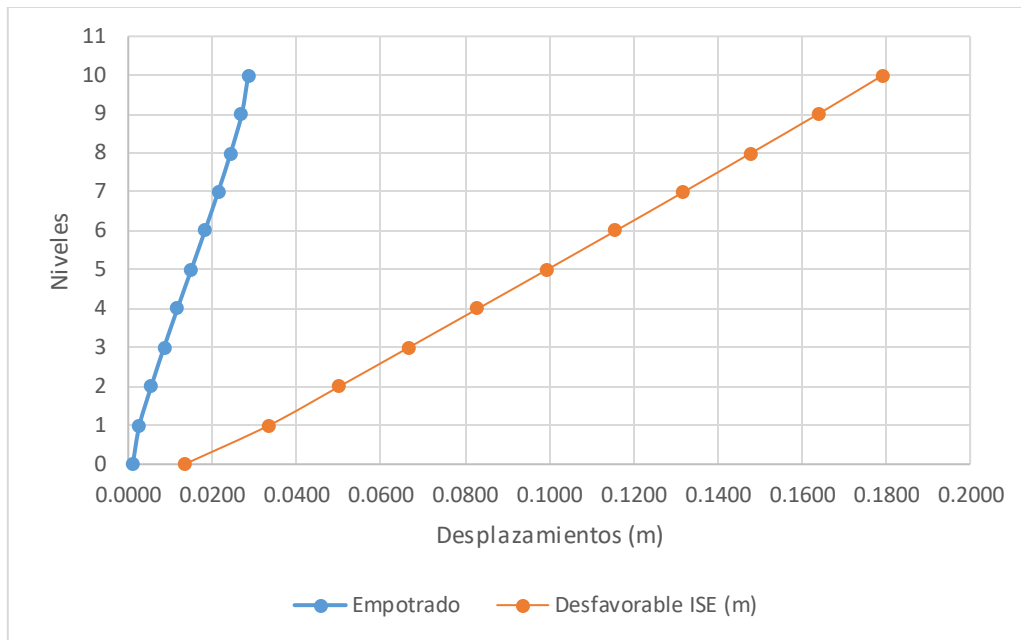
Los desplazamientos calculados para el edificio se muestran en la Tabla 36:

Tabla 36. Desplazamientos máximos de entrepiso en dirección X

Desplazamientos (m)							
Nivel	Dirección	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE (m)
10	X	0.0285	0.1793	0.0729	0.0546	0.0278	0.1793
9	X	0.0270	0.1639	0.0676	0.0518	0.0263	0.1639
8	X	0.0243	0.1480	0.0612	0.0470	0.0237	0.1480
7	X	0.0214	0.1320	0.0546	0.0419	0.0209	0.1320
6	X	0.0182	0.1158	0.0478	0.0367	0.0180	0.1158
5	X	0.0150	0.0995	0.0408	0.0314	0.0149	0.0995
4	X	0.0117	0.0831	0.0338	0.0260	0.0118	0.0831
3	X	0.0085	0.0666	0.0269	0.0208	0.0087	0.0666
2	X	0.0055	0.0502	0.0200	0.0156	0.0058	0.0502
1	X	0.0027	0.0335	0.0131	0.0103	0.0031	0.0335

De esta tabla, se puede observar que los desplazamientos máximos en la dirección X-X vienen dados en los modelos dinámicos de ISE específicamente en el modelo Barkan, en comparación con el modelo convencional empotrado.

Fig.21. Desplazamientos máx. en dirección X, respecto a cada nivel.



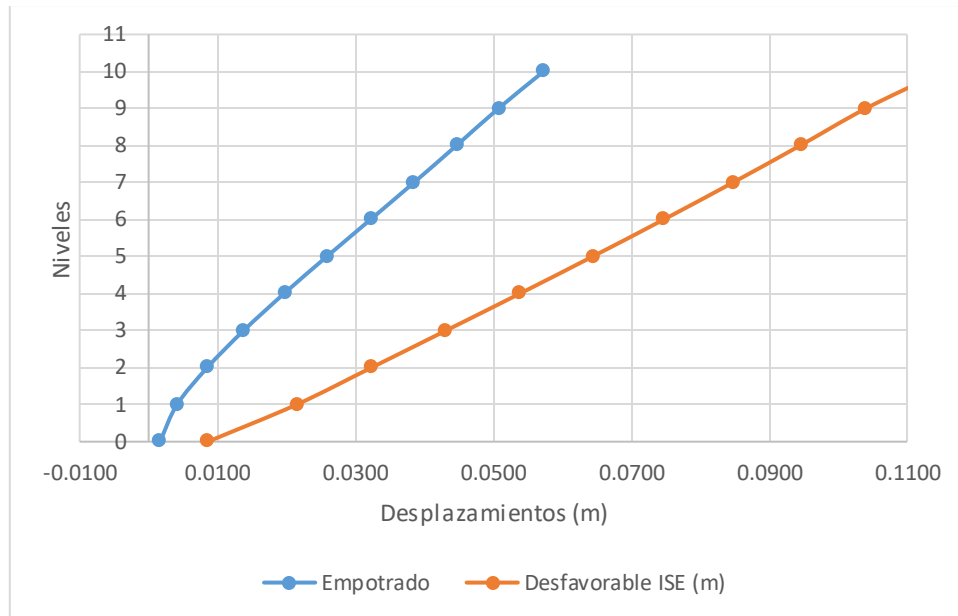
De la Fig 21, se ve la variación de los desplazamientos en cada nivel, en los cuales se puede ver que con ISE, incrementan los desplazamientos obteniendo los máximos valores.

Tabla 37. Desplazamientos máximos de entrepiso en dirección Y

Nivel	Dirección	Desplazamientos (m)					Desfavorable ISE (m)
		Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	
10	Y	0.0573	0.1152	0.0843	0.0860	0.0557	0.1152
9	Y	0.0507	0.1040	0.0746	0.0771	0.0491	0.1040
8	Y	0.0447	0.0945	0.0670	0.0689	0.0435	0.0945
7	Y	0.0385	0.0848	0.0593	0.0605	0.0377	0.0848
6	Y	0.0322	0.0747	0.0512	0.0520	0.0317	0.0747
5	Y	0.0258	0.0644	0.0433	0.0434	0.0257	0.0644
4	Y	0.0196	0.0538	0.0353	0.0350	0.0197	0.0538
3	Y	0.0138	0.0431	0.0273	0.0269	0.0141	0.0431
2	Y	0.0085	0.0323	0.0197	0.0194	0.0089	0.0323
1	Y	0.0041	0.0214	0.0125	0.0126	0.0045	0.0214

En la tabla 37, se aprecia que en todos los modelos dinámicos de ISE, el incremento es significativo, pero el incremento entre estos diferentes métodos es más bajo y constante en toda la dirección Y.

Fig.22. Desplazamientos máx. En dirección Y, respecto a cada nivel.



De la Fig 22, se ve la variación de los desplazamientos en cada entrepiso, en los cuales se puede ver que con ISE, incrementan los desplazamientos en Y, pero son menores que los desplazamientos en el sentido X.

La siguiente tabla 38, presenta la variación porcentual de los desplazamientos máximos en el primer nivel, considerado el más representativo ya que estamos basados en las restricciones de suelo con los modelos ISE.

Tabla 38. Variaciones porcentuales en el nivel 1 representativo para ISE.

Modelos	Desplazamiento Máx. X	Variación	Desplazamiento Máx. Y	Variación
Empotrado	0.0027	0.00%	0.0041	0.00%
Desfavorable ISE (m)	0.0335	1157.99%	0.0214	420.88%

En la Tabla 38 se aprecia un notable incremento en los desplazamientos máximos cuando se incorpora la Interacción Suelo-Estructura en los modelos

analizados. En la dirección X, el aumento alcanza un 1157.99%, mientras que en la dirección Y es de 420.88%.

3.11.3. Derivas de entrepisos

Las distorsiones obtenidas para cada uno de los 10 niveles se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 39. Máximas derivas por el Sismo en X

Derivas en X								
Nivel	Empotrado	$\Delta < 0.005$	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable. ISE	$\Delta < 0.005$
10	0.0017	Cumple	0.0083	0.0030	0.0028	0.0015	0.0083	No Cumple
9	0.0017	Cumple	0.0083	0.0030	0.0028	0.0015	0.0083	No Cumple
8	0.0019	Cumple	0.0084	0.0031	0.0030	0.0017	0.0084	No Cumple
7	0.0020	Cumple	0.0086	0.0032	0.0031	0.0018	0.0086	No Cumple
6	0.0021	Cumple	0.0087	0.0033	0.0032	0.0019	0.0087	No Cumple
5	0.0021	Cumple	0.0088	0.0034	0.0032	0.0019	0.0088	No Cumple
4	0.0021	Cumple	0.0088	0.0034	0.0032	0.0019	0.0088	No Cumple
3	0.0020	Cumple	0.0088	0.0033	0.0031	0.0018	0.0088	No Cumple
2	0.0016	Cumple	0.0088	0.0031	0.0027	0.0015	0.0088	No Cumple
1	0.0009	Cumple	0.0108	0.0034	0.0028	0.0009	0.0108	No Cumple

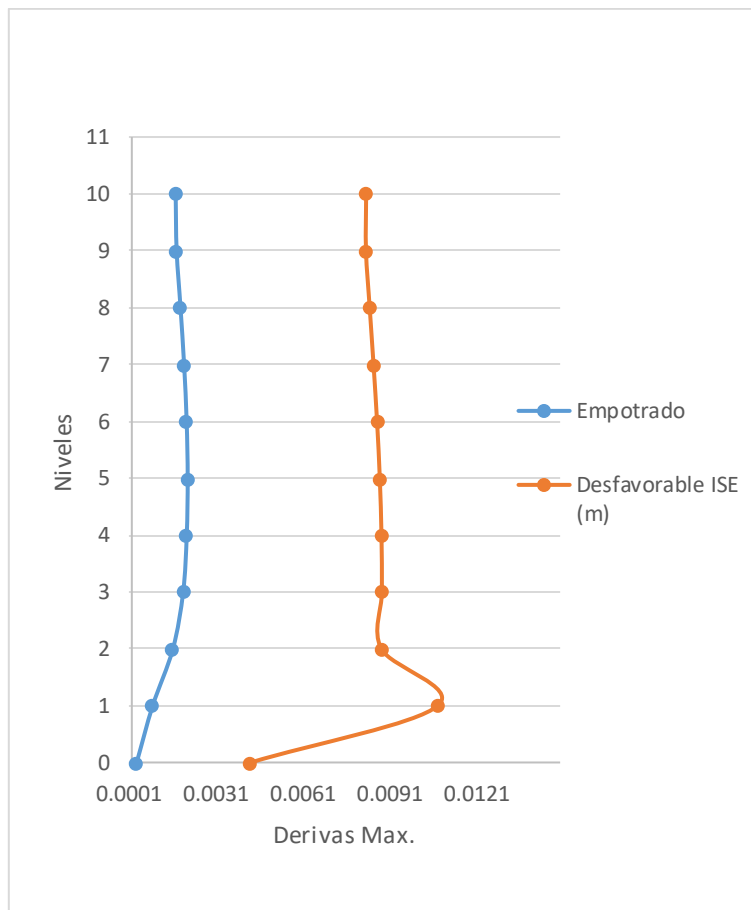
Tabla 40. Máximas derivas por el Sismo en Y

Derivas en Y								
Nivel	Empotrado	$\Delta < 0.005$	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE	$\Delta < 0.005$
10	0.0023	Cumple	0.0051	0.0031	0.0033	0.0022	0.0051	No Cumple
9	0.0024	Cumple	0.0053	0.0032	0.0034	0.0023	0.0053	No Cumple
8	0.0025	Cumple	0.0054	0.0033	0.0035	0.0024	0.0054	No Cumple
7	0.0026	Cumple	0.0056	0.0034	0.0035	0.0025	0.0056	No Cumple
6	0.0026	Cumple	0.0057	0.0035	0.0035	0.0025	0.0057	No Cumple
5	0.0025	Cumple	0.0058	0.0035	0.0034	0.0025	0.0058	No Cumple
4	0.0024	Cumple	0.0059	0.0035	0.0033	0.0024	0.0059	No Cumple

Nivel	Empotrado	$\Delta < 0.005$	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE	$\Delta < 0.005$
3	0.0022	Cumple	0.0059	0.0033	0.0030	0.0022	0.0059	No Cumple
2	0.0018	Cumple	0.0060	0.0032	0.0028	0.0019	0.0060	No Cumple
1	0.0009	Cumple	0.0058	0.0027	0.0024	0.0011	0.0058	No Cumple

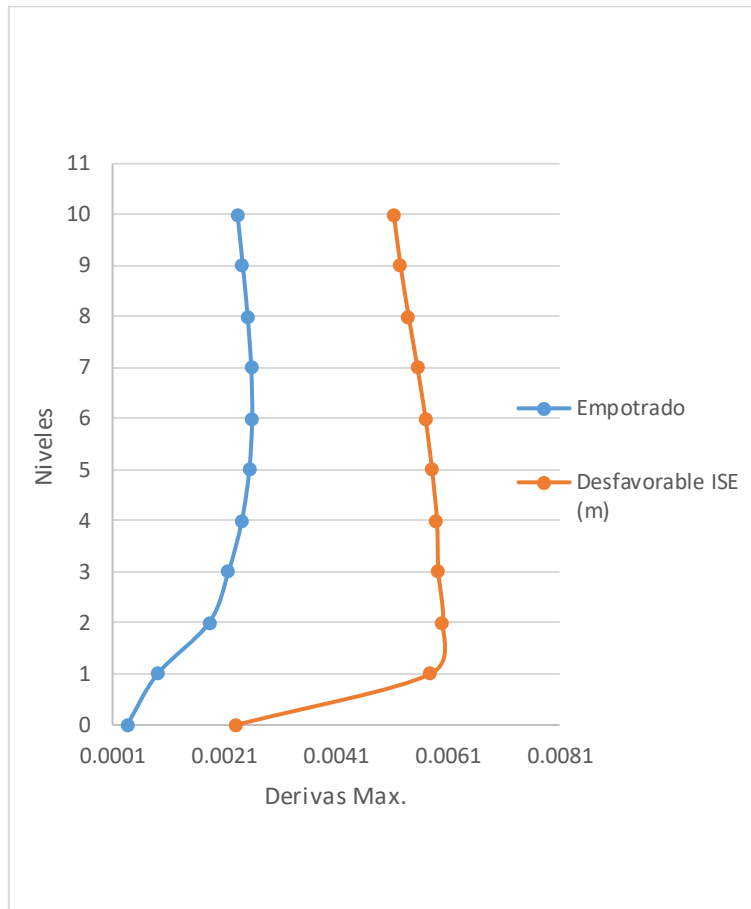
A partir de las Tablas 39 y 40, se observa un aumento en los valores de las derivas en las direcciones X e Y. Este incremento es más notable en los modelos dinámicos ISE; en los cuales vemos que en la dirección X, Y se exceden las derivas más que el límite permitido.

Fig.23. Gráfico de las máximas derivas por el sismo en X.



En la Fig 23, se muestran las derivas en la dirección X para los distintos modelos evaluados. Se observa que en el modelo más desfavorable ISE presentan el mayor aumento en las derivas cerca al nivel del terreno.

Fig.24. Gráfico de las máximas derivas por el sismo en Y.



En la Fig 24, se muestran las derivas en la dirección Y para los distintos modelos ISE evaluados. Se observa que en el modelo ISE más desfavorable presenta el mayor aumento en las derivas cerca al nivel del terreno similar a la dirección x.

Tabla 41. Resumen de máximas derivas

Max. Derivas en 1 piso representativo (m)				
Modelo Dinámico	Deriva Max. X	Variación	Deriva Max. Y	Variación
Empotrado	0.0009	0.000%	0.0009	0.000%
Desfavorable ISE	0.0108	1067.497%	0.0058	538.148%

Se observa que en ambas direcciones hay un incremento significativo, pero en el eje que mayor variación presenta es en el eje X.

3.11.4. Fuerzas cortantes en entrepisos

Las fuerzas cortantes para los diferentes modelos obtenidos de entrepisos se muestran a continuación tanto para X como para Y.

Tabla 42. Máx. Fuerzas cortantes en dirección X para cada modelo.

Fuerzas Cortantes en X (Ton)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	30.9768	30.7888	30.7888	35.4120	30.7995	35.4120
9	79.4046	76.6838	76.6838	84.8050	76.7105	84.8050
8	123.9989	118.0782	118.0782	127.0930	118.1193	127.0930
7	163.5955	154.8336	154.8336	163.1720	154.8875	163.1720
6	198.1945	186.9500	186.9500	193.6550	187.0150	193.6550
5	227.7959	214.4273	214.4273	218.9130	214.5019	218.9130
4	252.3996	237.2656	237.2656	239.5810	237.3481	239.5810
3	272.0057	255.4649	255.4649	255.9840	255.5537	255.9840
2	286.6726	268.9682	268.9682	268.0650	269.0618	268.0650
1	296.9879	278.3961	278.3961	275.9650	278.4929	275.9650

Con respecto a los valores obtenidos en la tabla 42, se observa que las fuerzas cortantes máximas en dirección X tienden a aumentar ligeramente al considerar la interacción suelo-estructura con el modelo Sargsian en cambio con los demás modelos ISE vemos que son inferiores al empotrado en una muy corta variación.

Fig.25. Gráfico de Max. Fuerzas cortantes en dirección X.

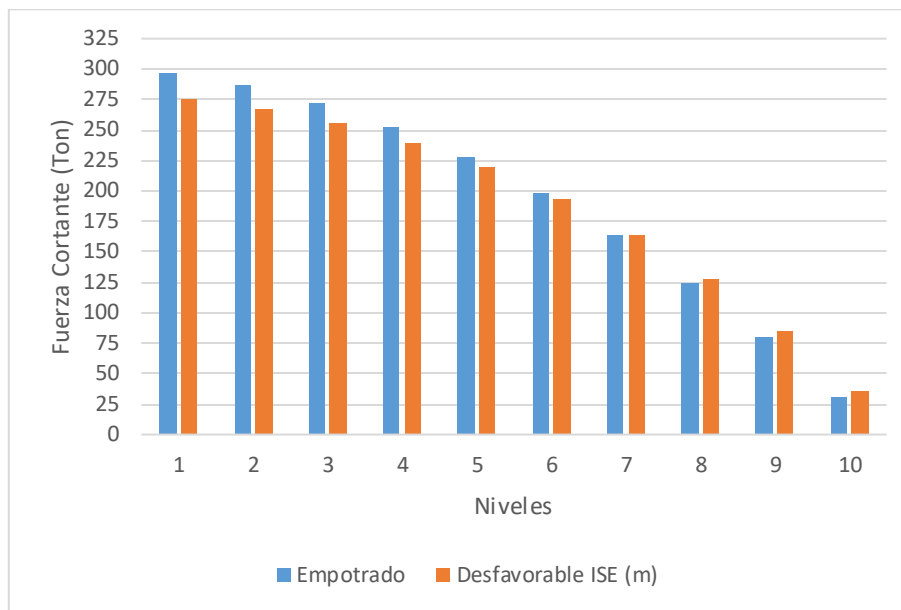
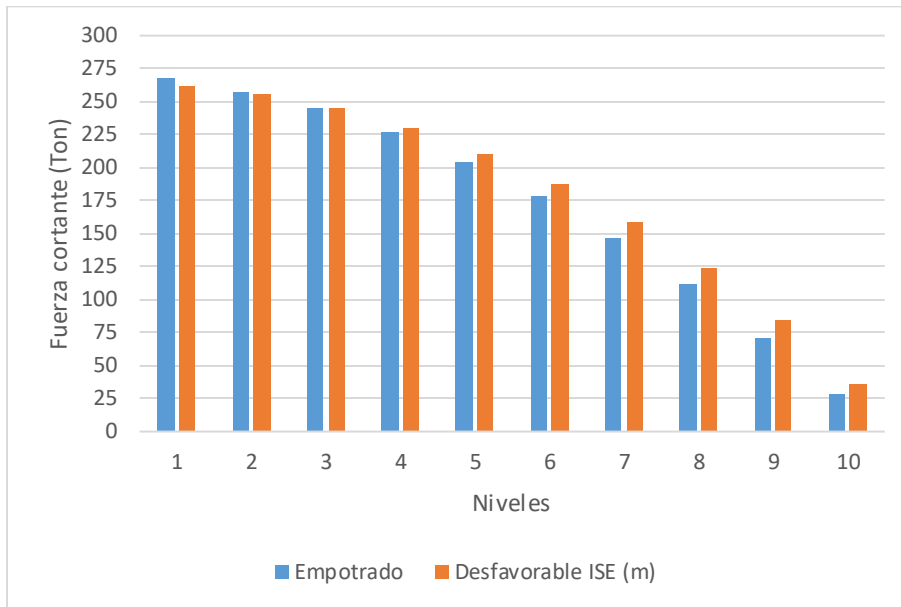


Tabla 43. Máx. Fuerzas cortantes en dirección Y para cada modelo.

Nivel	Fuerzas Cortantes en Y					Desfavorable ISE
	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	
10	27.8791	30.7888	30.7888	35.8900	30.7995	35.8900
9	71.4642	76.6838	76.6838	84.1640	76.7105	84.1640
8	111.5990	118.0782	118.0782	124.6030	118.1193	124.6030
7	147.2360	154.8336	154.8336	158.6400	154.8875	158.6400
6	178.3750	186.9500	186.9500	187.2380	187.0150	187.2380
5	205.0163	214.4273	214.4273	210.9870	214.5019	210.9870
4	227.1596	237.2656	237.2656	230.2020	237.3481	230.2020
3	244.8051	255.4649	255.4649	244.9940	255.5537	244.9940
2	258.0054	268.9682	268.9682	255.3090	269.0618	255.3090
1	267.2891	278.3961	278.3961	261.5430	278.4929	261.5430

Fig.26. Gráfico de Máx. Fuerzas cortantes en dirección Y.



De la Fig 26, al igual que la dirección X, donde las fuerzas cortantes tienden a aumentar ligeramente con la Interacción Suelo-Estructura en el modelo más desfavorable, en la dirección Y se observa una tendencia leve al incremento también.

3.11.5. Fuerzas internas en columnas

A continuación, se presentan las tablas con los valores obtenidos para las fuerzas internas de la columna C5, seleccionada como ejemplo para evaluar la variación de estas fuerzas entre el modelo convencional empotrado y los modelos dinámicos ISE considerando los gráficos con el modelo más desfavorable.

3.11.5.1. Fuerzas axiales

Seguido, se muestra la tabla con los valores de las fuerzas axiales para los distintos modelos:

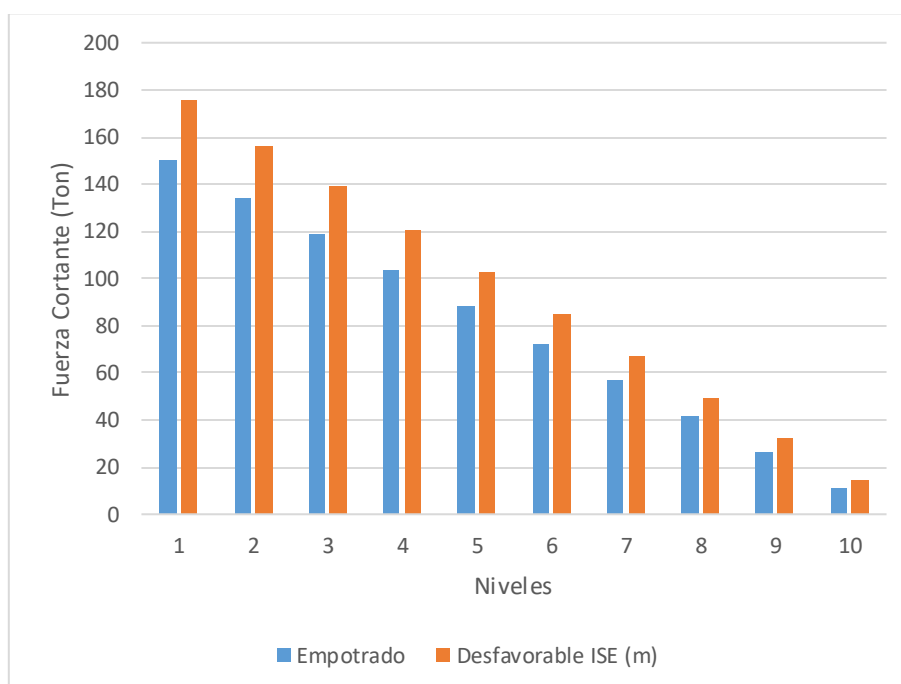
Tabla 44. Fuerzas axiales en columnas por sismo en X

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	10.8927	13.3433	13.4638	14.8300	11.5958	14.8300
9	26.2136	25.6548	29.2882	32.2629	25.3999	32.2629

Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
8	41.5278	29.9127	45.1183	49.6794	39.2067	49.6794
7	56.9997	29.8534	61.1798	67.3153	53.1731	67.3153
6	72.5821	30.6702	77.4327	85.1119	67.2452	85.1119
5	88.2068	31.3420	93.8450	103.0195	81.3544	103.0195
4	103.8099	31.9914	110.3311	120.9446	95.4164	120.9446
3	119.2099	32.4788	126.8649	138.8128	109.2851	138.8128
2	134.4683	33.1717	143.1060	156.2903	122.9059	156.2903
1	150.5755	32.6760	161.5115	175.9122	137.2029	175.9122

En esta tabla 44, podemos observar que los modelos dinámicos ISE con respecto al modelo empotrado, tienen mayor fuerza axial en sentido del sismo X.

Fig.27. Max. Fuerzas axiales en columnas con sismo en X.



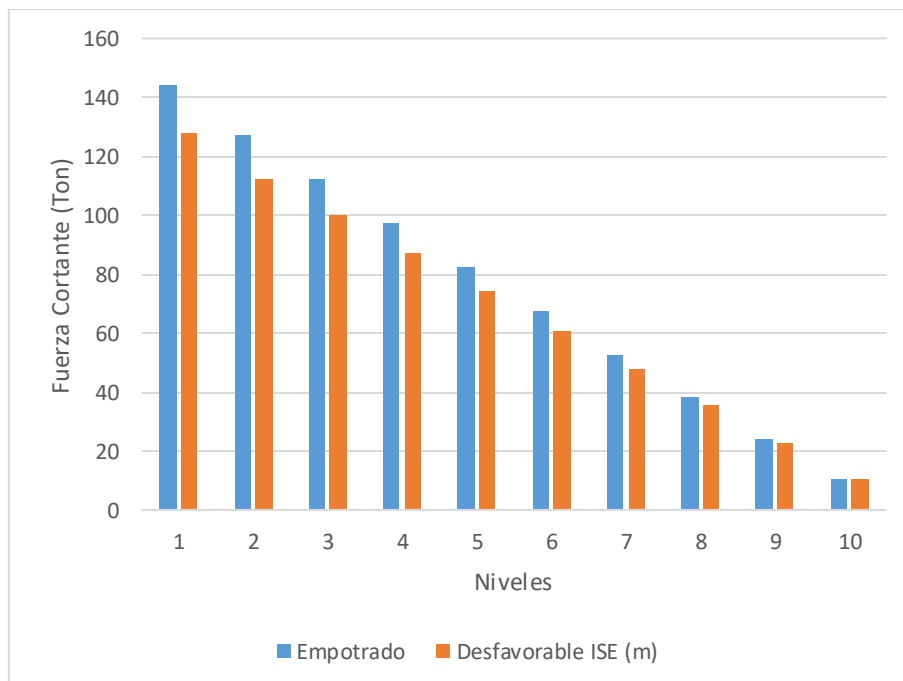
En esta Fig 27, se aprecia que las fuerzas axiales en la columna C5 presentan un incremento sostenido al considerar la Interacción Suelo-Estructura, en comparación con el modelo empotrado. Esta diferencia se hace más notoria en los niveles inferiores, donde las cargas acumuladas por gravedad y acción sísmica son mayores.

Tabla 45. Fuerzas axiales en columnas por sismo en Y

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	10.1891	10.0467	9.8113	10.5604	10.3608	10.5604
9	24.1903	22.0515	21.3357	22.8497	22.3538	22.8497
8	38.3584	34.2047	33.0235	35.2999	34.5219	35.2999
7	52.8075	46.7669	45.0218	48.0177	46.9787	48.0177
6	67.5100	59.6785	57.2718	60.9319	59.6845	60.9319
5	82.4370	73.0013	69.8003	74.0387	72.6093	74.0387
4	97.4790	86.5347	82.3463	87.0557	85.6083	87.0557
3	112.5791	100.6297	95.2713	100.2827	98.6796	100.2827
2	127.3912	113.9892	107.0677	112.2245	111.2776	112.2245
1	144.1224	131.6160	122.7771	127.6602	125.7027	127.6602

En esta tabla 45, Se evidencia en los primeros niveles estas fuerzan son mayores en el modelo empotrable.

Fig.28. Max. Fuerzas axiales C5 con sismo en Y.



En esta Fig 28, se puede observar que hay diferencias entre los modelos ISE y el empotrado, con disminución en los últimos niveles e incrementos en los primeros niveles.

En la siguiente tabla 46, se aprecia las variaciones porcentuales de las fuerzas axiales en la columna analizada esto en el primer nivel.

Tabla 46. Variación de fuerzas axiales en el primer nivel.

Modelos	F. Axial Sismo X	Variación	F. Axial Sismo Y	Variación
Empotrado	150.5755	0.00%	144.1224	0.00%
Desfavorable ISE	175.9122	16.83%	127.6602	-11.42%

3.11.5.2. Fuerzas cortantes

Se muestran las fuerzas cortantes de las columnas:

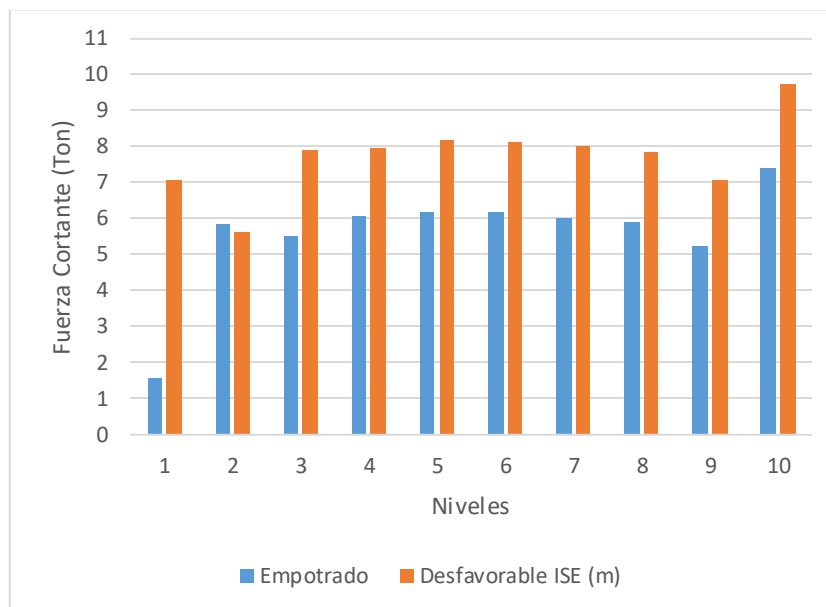
Tabla 47. Fuerza cortante en columna respecto al sismo en X.

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	7.3996	6.0071	8.0915	9.7558	7.6687	9.7558
9	5.2351	3.9697	5.7304	7.0849	5.5198	7.0849
8	5.9343	4.7840	6.5190	7.8775	6.2327	7.8775
7	6.0470	4.9336	6.6547	8.0074	6.3512	8.0074
6	6.1800	5.1688	6.8355	8.1579	6.4878	8.1579
5	6.1665	5.3174	6.8913	8.1764	6.4756	8.1764
4	6.0546	5.3017	6.7955	7.9819	6.3574	7.9819
3	5.5471	5.5102	6.6487	7.9241	5.8455	7.9241
2	5.8428	3.3726	5.3773	5.6082	6.1301	5.6082
1	1.5830	5.9399	5.2514	7.0741	1.7605	7.0741

En la tabla 47, Se aprecia similitud en todos los métodos que se utilizado para su comparación en la cual en los modelos ISE existe un incremento en cada uno de los

niveles, salvo en el nivel 2 en el cual se nota una disminución relativa respecto al nivel empotrado.

Fig.29. Fuerza cortante C5 (60x70) - sismo en X (ton)



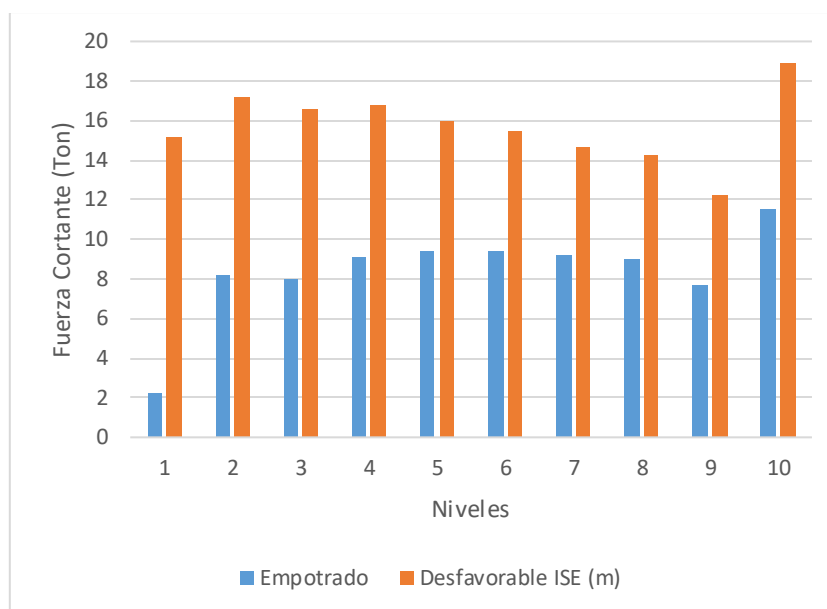
En esta Fig 29, podemos observar que se mantiene similar el aumento de la fuerza cortante respecto al sismo X en el modelo empotrado, salvo en el nivel 2 en el cual el modelo empotrado nos da mayor valor.

Tabla 48. Fuerzas cortantes en columna con respecto al sismo en Y

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfav. ISE
10	11.5616	18.8956	18.4932	11.7375	13.5862	18.8956
9	7.6911	12.2036	12.1647	7.7351	9.1264	12.2036
8	8.9977	14.2733	14.1862	9.2018	10.6535	14.2733
7	9.2132	14.6903	14.5477	9.4540	10.9351	14.6903
6	9.4559	15.4683	15.1611	9.7963	11.2808	15.4683
5	9.3686	15.9725	15.3091	9.6716	11.2312	15.9725
4	9.0961	16.7762	15.7510	9.5402	11.1030	16.7762
3	7.9507	16.5727	14.4245	8.6284	9.7578	16.5727
2	8.1847	17.2329	15.5348	4.6368	10.3956	17.2329
1	2.2714	15.1957	11.3098	11.1876	3.8559	15.1957

En la tabla 48, se muestran los resultados para las fuerzas cortantes con respecto al sismo en la dirección Y, en ella podemos observar que en los métodos de ISE los valores de las fueras cortantes son mayores respecto al modelo empotrado.

Fig.30. Fuerza cortante C5 (60x70) - sismo en Y (ton)



En la Fig 30, se ve representado las diferencias entre el modelo más desfavorable ISE y el empotrado, viendo que hay un aumento significativo en los ISE.

En la tabla 49 se muestran los resultados obtenidos al comparar los modelos para la fuerza cortante de la columna C5 en el primer nivel.

Tabla 49. Variación de fuerzas cortantes en columnas en el primer nivel

Modelos	F. Cortante Sismo X	Variación	F. Cortante Sismo Y	Variación
Empotrado	1.5830	0.00%	2.2714	0.00%
Desfavorable ISE	7.0741	346.88%	15.1957	569.00%

3.11.5.3. Momentos flectores

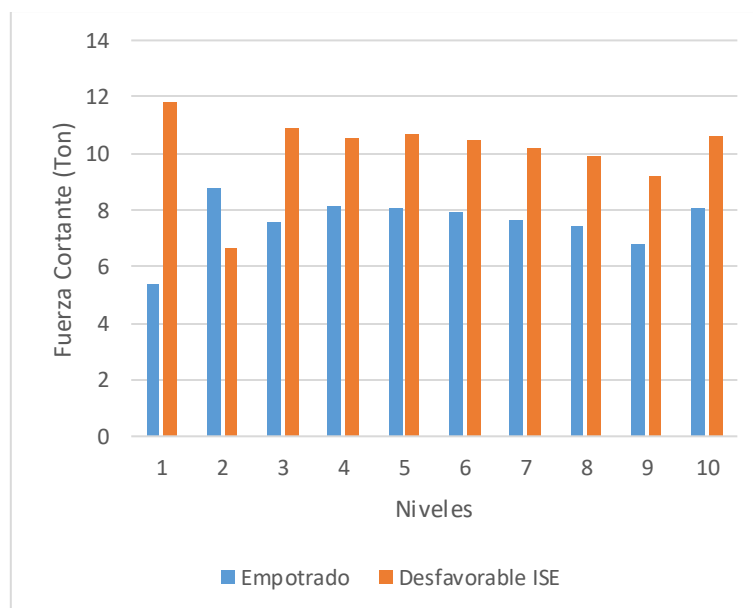
Los valores de los momentos flectores en la columna se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 50. Momentos flectores para columnas respecto al sismo en X.

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	8.0379	6.7206	8.8817	10.6350	8.3787	10.6350
9	6.8220	5.1866	7.4735	9.2401	7.1692	9.2401
8	7.4144	5.8295	8.1252	9.9087	7.7726	9.9087
7	7.6831	6.1076	8.4170	10.2121	8.0452	10.2121
6	7.9504	6.4424	8.7256	10.5034	8.3126	10.5034
5	8.0693	6.7257	8.9249	10.6827	8.4307	10.6827
4	8.1246	6.7565	8.9347	10.5708	8.4728	10.5708
3	7.5504	7.3524	8.9830	10.9013	7.8916	10.9013
2	8.7513	2.9945	6.6722	6.6802	9.0738	6.6802
1	5.3696	12.9494	11.7074	11.8540	5.7979	11.8540

En la tabla 50, se observa una diferencia consistente entre el modelo empotrado y aquellos que integran la Interacción Suelo-Estructura. Estas variaciones, son negativas en el nivel 2 en la mayoría de métodos, excluyendo el modelo de la norma rusa.

Fig.31. Momento flector C5 (60x70) - sismo en X (ton-m)

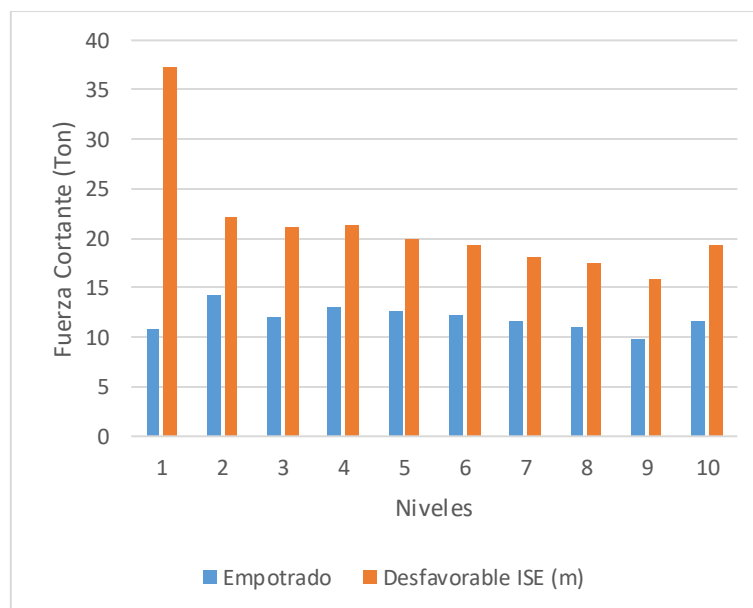


En la Fig 31, se aprecia el aumento de valor de los momentos flectores en columnas para el sismo en dirección X para modelos ISE, en la cual en el primer piso hay una mayor variación que en los demás pisos.

Tabla 51. Momentos flectores para columnas respecto al sismo en Y.

Columna C5 (60x70)						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfav. ISE
10	11.6920	19.4229	18.9149	11.9482	13.7776	19.4229
9	9.8929	15.9377	15.7781	9.9133	11.7014	15.9377
8	11.0299	17.4340	17.3757	11.1846	13.0184	17.4340
7	11.6574	18.1607	18.1751	11.8629	13.7490	18.1607
6	12.3251	19.2515	19.2676	12.6987	14.5721	19.2515
5	12.6886	20.0005	19.7806	12.9876	14.9872	20.0005
4	13.0213	21.4454	21.1427	13.5817	15.6025	21.4454
3	11.9845	21.0773	19.3437	13.1139	14.1870	21.0773
2	14.1785	22.1134	22.1491	5.8597	17.1170	22.1134
1	10.8355	37.2819	39.2235	39.3893	15.9921	37.2819

Fig.32. Momento flector C5 (60x70) - sismo en Y (ton-m)



En la Tabla 51 y la Fig 32, se observa una ligera variabilidad entre los modelos ISE y el empotrado. Aunque en el primer nivel esta variación es mayor.

En la tabla 52 se muestran las variaciones registradas para los momentos flectores en las columnas del primer nivel, correspondientes a los diferentes modelos analizados:

Tabla 52. Variación de momentos flectores en el primer nivel.

Modelos	M. Flector Sismo X	Variación	M. Flector Sismo Y	Variación
Empotrado	5.3696	0.00%	10.8355	0.00%
Desfavorable ISE	11.8540	120.76%	37.2819	244.07%

3.11.6. Fuerzas internas en vigas

3.11.6.1. Fuerzas Cortantes

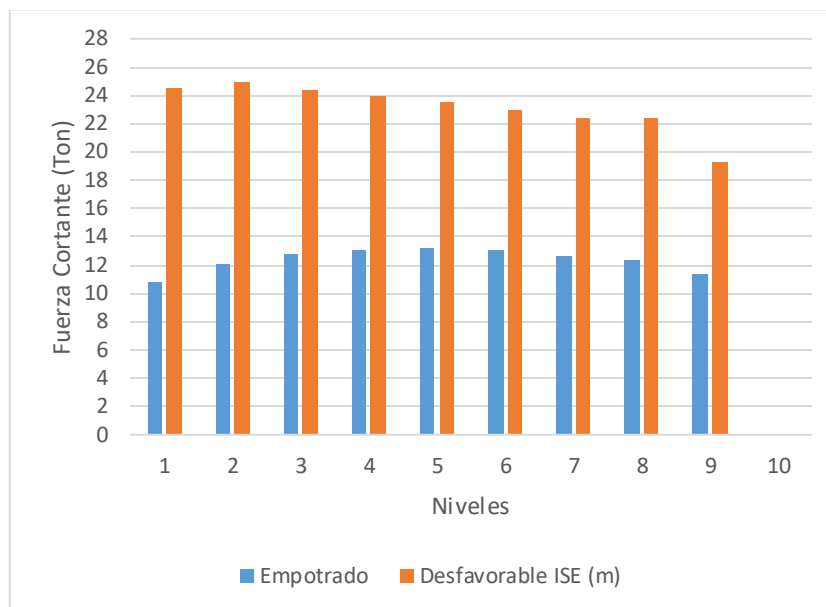
Las fuerzas cortantes respecto a los valores obtenidos de los modelos ISE y del modelo empotrado de las vigas se muestran en las tablas siguientes:

Tabla 53. Fuerzas cortantes en las vigas respecto al sismo en X.

Nivel	Vigas principales					
	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	11.3712	19.2411	14.0312	6.8556	11.2869	19.2411
8	12.4090	22.4345	15.7087	6.9759	12.3827	22.4345
7	12.6970	22.3901	15.9722	7.4503	12.7130	22.3901
6	13.0396	23.0027	16.4587	7.7600	13.1167	23.0027
5	13.1927	23.5065	16.7776	7.8986	13.3441	23.5065
4	13.1192	23.9936	16.9209	7.7700	13.3578	23.9936
3	12.7273	24.3591	16.8056	7.3714	13.0680	24.3591
2	12.0187	24.8788	16.4785	6.2879	12.4694	24.8788
1	10.7448	24.5070	16.0649	6.9221	11.3448	24.5070

En la Tabla 53, se observa que los modelos que consideran Interacción Suelo-Estructura presentan incrementos hasta un 128.08% en el primer nivel.

Fig.33. Fuerzas cortantes en vigas con Sismo en X.



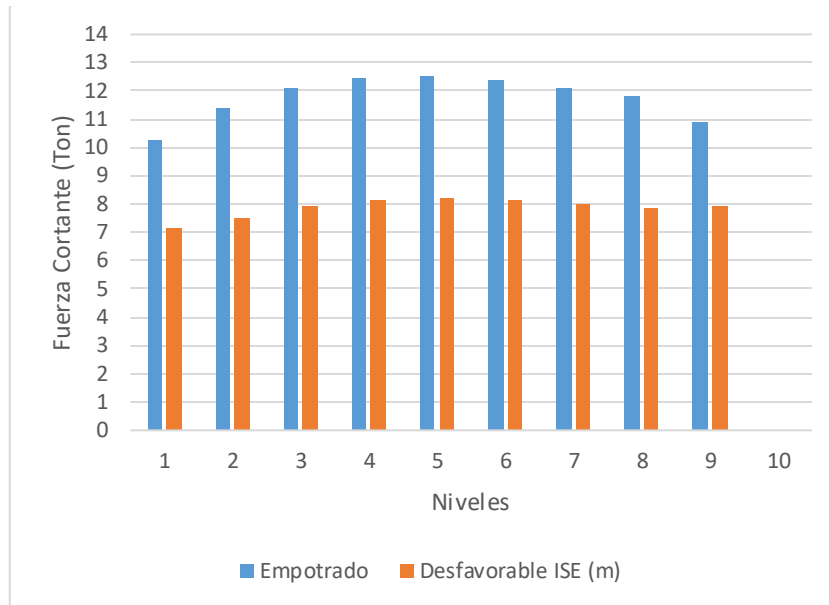
En la Fig 33, se observa el aumento de las fuerzas cortantes en las vigas en el modelo más desfavorable ISE que son muy superiores al modelo empotrado.

Tabla 54. Fuerzas cortantes en las vigas respecto al sismo en Y.

Vigas principales						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	10.9193	4.8082	6.5589	3.3703	7.9364	7.9364
8	11.8386	3.9050	6.1573	2.3232	7.8811	7.8811
7	12.0940	4.2269	6.3557	2.5862	8.0305	8.0305
6	12.3936	4.3230	6.4263	2.5523	8.1380	8.1380
5	12.5203	4.4091	6.4470	2.4524	8.1943	8.1943
4	12.4401	4.3905	6.3451	2.1733	8.1491	8.1491
3	12.0707	4.3526	6.1311	1.7471	7.9685	7.9685
2	11.4104	3.6035	5.3995	0.5832	7.5405	7.5405
1	10.2645	5.6575	5.7857	1.1705	7.1362	7.1362

En la tabla 54 se observa un incremento progresivo en las fuerzas cortantes cuando se incorpora la Interacción Suelo-Estructura. La variación es menor que la que se genera por el sismo en la dirección X.

Fig.34. Fuerzas cortantes en vigas con Sismo en Y.



En la Fig 34, se observa el aumento de las fuerzas cortantes en las vigas durante el sismo en la dirección Y en el cual son mayores las del modelo empotrado respecto a las que consideran los modelos de ISE, destacándose un incremento progresivo.

En la tabla siguiente se muestran las variaciones porcentuales obtenidas para la viga seleccionada en relación con las fuerzas cortantes en el primer nivel:

Tabla 55. Variación de fuerzas cortantes en el primer nivel.

Modelos	F. Cortante Sismo X	Variación	F. Cortante Sismo Y	Variación
Empotrado	10.74480	0.00%	10.26450	0.00%
Desfavorable ISE	24.50700	128.082%	7.13620	-30.48%

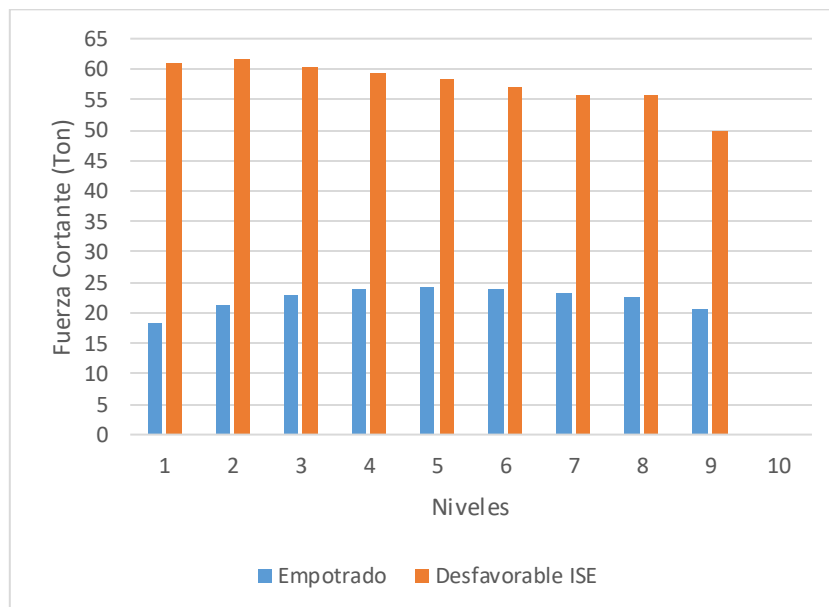
3.11.6.2. Momentos flectores

Las tablas siguientes presentan los momentos flectores obtenidos para las vigas, en la cual se ha analizado la viga con mayores valores.

Tabla 56. Momentos flectores en vigas para sismo en X.

Vigas principales						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
9	20.7491	49.9364	29.5170	7.3986	20.8443	49.9364
8	22.5712	55.7008	32.5465	7.6936	22.8048	55.7008
7	23.2387	55.8274	33.1614	8.6462	23.5592	55.8274
6	23.9195	57.1663	34.1138	9.2124	24.3700	57.1663
5	24.1802	58.3388	34.6840	9.3441	24.7863	58.3388
4	23.9122	59.4921	34.8312	8.8471	24.6942	59.4921
3	22.9225	60.3813	34.3159	7.6041	23.9098	60.3813
2	21.1617	61.7258	33.4696	5.1659	22.3345	61.7258
1	18.1871	61.0769	31.6944	4.3555	19.6526	61.0769

Fig.35. Momentos flectores en vigas con sismo en X.

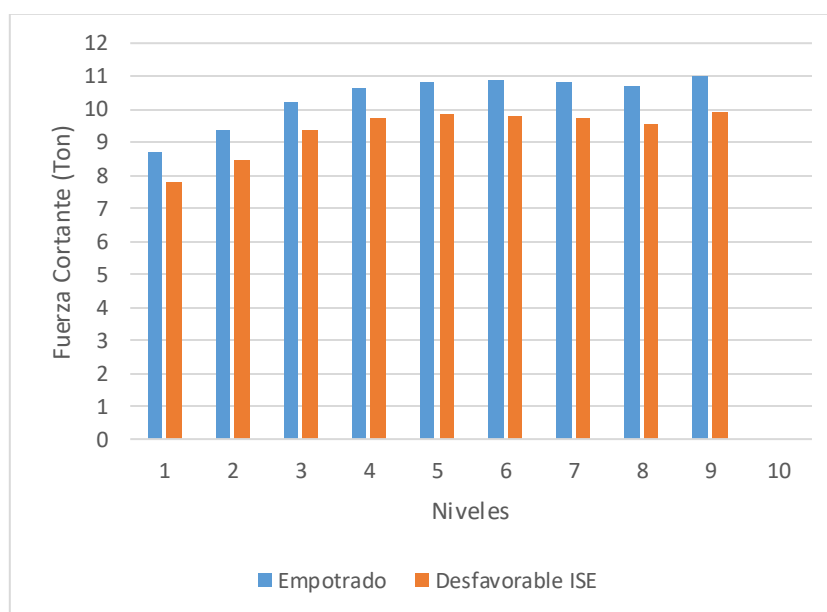


En la Fig 35, se observa el aumento de los momentos flectores en las vigas durante el sismo en la dirección X, los cuales son significativos.

Tabla 57. Momentos flectores en vigas para sismo en la dirección Y.

Vigas principales						
Nivel	Empotrado	Barkan	Ilchev	Sargsian	Norma Rusa	Desfavorable ISE
10	0	0	0	0	0	0
9	11.0198	0.7165	5.3894	3.7760	9.9041	9.9041
8	10.7239	2.5115	4.4263	5.8581	9.5322	9.5322
7	10.8477	2.1417	4.6141	5.5577	9.7169	9.7169
6	10.8854	2.2109	4.5335	5.8330	9.8138	9.8138
5	10.8434	2.3378	4.3368	6.2671	9.8450	9.8450
4	10.6375	2.6710	3.8993	7.0583	9.7069	9.7069
3	10.2198	3.1314	3.1807	8.2236	9.3570	9.3570
2	9.3893	4.6626	1.5893	10.6664	8.4847	8.4847
1	8.6867	2.3295	1.1892	11.2434	7.7983	7.7983

Fig.36. Momentos flectores en vigas con Sismo en Y.



En la Fig 36, se puede notar una disminución en los momentos flectores de las vigas durante el sismo en la dirección Y en los modelos ISE.

En la tabla 57 se muestran las variaciones de los momentos flectores en la viga seleccionada, correspondientes a los diferentes métodos utilizados, para el primer nivel:

Tabla 58. Variación de momentos flectores en vigas en el primer nivel.

Modelos	M. Flectores Sismo X	Variación	M. Flectores Sismo Y	Variación
Empotrado	18.18710	0.00%	8.68670	0.00%
desfavorable ISE	61.07693	235.83%	7.79830	-10.23%

CAPÍTULO IV. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

Tras realizar los modelos de análisis y obtener los resultados de los periodos de vibración, desplazamientos, fuerzas cortantes, deformaciones entre pisos y fuerzas internas en los elementos estructurales, se procede a la interpretación y discusión de dichos valores. Para llevar a cabo el análisis de elementos específicos, se seleccionaron la columna C5 y el tramo de la viga principal 1, ubicada en el eje 2, correspondiente al tramo C-E. Estos resultados y detalles pueden consultarse en los planos estructurales que se encuentran en los anexos.

4.1.1. Periodos de vibración

Del análisis modal realizado, se observó que los modelos estructurales que consideran la Interacción Suelo–Estructura (ISE) presentan mayores periodos de vibración en comparación con el modelo empotrado. Este comportamiento se explica por la disminución de rigidez global al modelar la cimentación como un apoyo elástico, permitiendo traslaciones y rotaciones que amplían la respuesta dinámica del sistema. En el modo 1, el modelo empotrado registró un período de 0.842 s, mientras que el modelo con ISE más desfavorable (Barkan) alcanzó 1.812 s, lo que representa un incremento del 115.20 %. En el modo 2, los valores fueron de 0.745 s y 1.123 s, con una variación del 50.67 %, y en el modo 3, de 0.376 s a 0.747 s, con un aumento del 98.54%. Estas diferencias demuestran que la flexibilidad del suelo influye directamente en el comportamiento vibratorio del edificio. La tendencia general muestra que los primeros modos son los más afectados por la interacción, ya que concentran los desplazamientos globales y definen el período fundamental. En los modos superiores, la variación disminuye progresivamente, lo cual es consistente con la naturaleza localizada de las vibraciones de orden elevado. Desde el punto de vista

sísmico, este aumento en los períodos puede reducir parcialmente las fuerzas internas, pero a la vez incrementa los desplazamientos laterales y derivas entre niveles, por lo que debe ser considerado en la etapa de diseño. Entre los métodos aplicados, el modelo de Barkan presentó los períodos más altos debido a su menor rigidez rotacional y traslacional, seguido de los modelos de Ilíchev y Sargsian. En conjunto, los resultados confirman que despreciar la Interacción Suelo–Estructura conduce a una subestimación del período fundamental y, por tanto, a un análisis sísmico no realista, especialmente en edificaciones de mediana altura cimentadas sobre suelos tipo S2 (CL), como los presentes en la ciudad de Cajamarca.

4.1.2. Desplazamientos en los entresijos

Conforme a los resultados del análisis dinámico, se evidenció un incremento considerable en los desplazamientos laterales de los modelos que incorporan la Interacción Suelo–Estructura (ISE) respecto al modelo empotrado. Este comportamiento es consecuencia directa de la flexibilidad introducida por la cimentación, que reduce la rigidez global del sistema estructural y permite una mayor deformación horizontal. En la dirección X, el modelo empotrado registró un desplazamiento máximo de 0.0027 m, mientras que el modelo con ISE más desfavorable alcanzó 0.0335 m, representando un incremento del 1157.99 %. En la dirección Y, los valores fueron de 0.0041 m para el modelo empotrado y 0.0214 m para el modelo ISE desfavorable, con una variación del 420.88 %. Estas diferencias demuestran la sensibilidad del edificio frente a la deformabilidad del suelo de fundación. Los mayores desplazamientos se concentraron en los niveles superiores, debido a la acumulación progresiva de deformaciones, mientras que en los niveles inferiores la influencia del suelo es más evidente por el efecto de interacción directa con la cimentación. En ambos casos, los resultados confirman que al considerar la

ISE, la estructura desarrolla una respuesta más flexible y realista, reflejando mejor las condiciones dinámicas del terreno. Este incremento de desplazamientos no necesariamente compromete la estabilidad global, pero modifica las derivas entre pisos, aspecto que debe ser considerado en el diseño para cumplir con los límites establecidos por la Norma Técnica E.030 – Diseño Sismorresistente. Ignorar este efecto podría llevar a una subestimación de los desplazamientos laterales y, en consecuencia, a diseños menos seguros ante eventos sísmicos.

4.1.3. Derivas en los entrepisos

En el piso representativo analizado, correspondiente al primer nivel, se evidenció un incremento sustancial de las derivas al considerar la Interacción Suelo–Estructura (ISE). En la dirección X, la deriva pasó de 0.0009 en el modelo empotrado a 0.0108 en el modelo más desfavorable, mientras que en la dirección Y aumentó de 0.0009 a 0.0058, lo que representa incrementos del 1067.497 % y 538.148 %, respectivamente. Este comportamiento refleja la pérdida de rigidez global ocasionada por la deformabilidad del suelo de fundación, que permite mayores desplazamientos relativos entre pisos. El valor obtenido en la dirección X supera el límite establecido por la Norma Técnica E.030 (0.005), lo que evidencia que el modelo empotrado tiende a subestimar la demanda real de deformación del sistema estructural. En consecuencia, se confirma que la consideración de la ISE es esencial para representar de forma realista la respuesta sísmica del edificio y garantizar diseños estructurales más seguros.

4.1.4. Fuerzas internas en columnas

El análisis de las fuerzas axiales, cortantes y momentos flectores en los diferentes modelos dinámicos ISE frente al sismo, tanto en dirección X como en Y, revela una notable diferencia con el modelo empotrado.

- En las **fuerzas axiales**, Se identificó que en la dirección X, la fuerza axial máxima aumentó de 150.575 ton a 175.912 ton, equivalente a un incremento del 16.83 %, debido a la mayor flexibilidad generada por la base deformable. En cambio, en la dirección Y se registró una reducción de 144.122 ton a 127.66 ton, con una variación de -11.42 %, atribuida a la redistribución de esfuerzos ocasionada por la Interacción Suelo-Estructura. Estos resultados confirman que la presencia del suelo como medio elástico modifica el comportamiento axial de los elementos verticales como se muestra en las tablas 45, 46 y 47.
- Respecto a las **fuerzas cortantes**, se evidenció incrementos importantes al considerar la Interacción Suelo-Estructura (ISE), principalmente por la redistribución de esfuerzos generada por la flexibilidad de la cimentación. En la dirección X, los valores máximos aumentaron de 1.583 ton en el modelo empotrado a 7.074 ton en el modelo más desfavorable, alcanzando una variación del 346.88 %, lo que refleja un incremento considerable de la demanda cortante en los niveles inferiores. En la dirección Y, el incremento fue aún más notorio, pasando de 2.27 ton a 15.195 ton, equivalente a una variación del 569 %, evidenciando una mayor sensibilidad del sistema frente a las deformaciones laterales inducidas por el suelo.
- Por último, los **momentos flectores**, en la dirección X, el momento flector máximo aumentó de 5.369 ton·m en el modelo empotrado a 11.854 ton·m en el modelo ISE más desfavorable, lo que representa un incremento del 120.76 %. En la dirección Y, el aumento fue aún mayor, pasando de 10.835 ton·m a 37.282 ton·m, equivalente a una variación del 244.07 %.

En resumen, estos resultados confirman que la ISE modifica de forma significativa el comportamiento global del edificio, aumentando las demandas en los

elementos verticales y resaltando la necesidad de incluir este efecto en el diseño estructural.

4.1.5. Fuerzas internas en vigas

El análisis de las vigas del edificio mostró que la Interacción Suelo–Estructura (ISE) influye de manera significativa en las fuerzas cortantes y momentos flectores, modificando la respuesta global del sistema estructural. En la dirección X, las fuerzas cortantes aumentaron de 10.74 ton a 24.51 ton, con una variación del 128.08 %, mientras que los momentos flectores pasaron de 18.19 ton·m a 61.08 ton·m, con un incremento del 235.83 %, reflejando una mayor demanda de esfuerzos en los elementos horizontales debido a la flexibilidad de la base. En contraste, en la dirección Y se observó una ligera disminución de las fuerzas y momentos, con variaciones de aproximadamente –10 %, respectivamente, atribuida a la redistribución del equilibrio dinámico entre ejes ortogonales. Estos resultados confirman que la deformabilidad del suelo genera una mayor sollicitación estructural en el eje principal de acción sísmica, evidenciando la necesidad de incorporar la ISE en el análisis y diseño de vigas para lograr una representación precisa del comportamiento real y garantizar la seguridad estructural frente a eventos sísmico.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La incorporación de la Interacción Suelo Estructura, mediante diferentes métodos dinámicos genera variaciones superiores a 16% en su respuesta sísmica del Edificio Cordillera Dorada ubicada en la urbanización el bosque Cajamarca.
- El modelo ISE más desfavorable presentó un periodo fundamental de 1.812 s, frente a 0.842 s del modelo empotrado, lo que representa un incremento del 115.20 %, reflejando la menor rigidez global del sistema debido al suelo tipo S2 (CL) con resistencia de 0.89 kg/cm². En desplazamientos, los máximos valores pasaron de 0.0027 m a 0.0335 m en la dirección X (+1157.99 %) y de 0.0041 m a 0.0214 m en la dirección Y (+420.88 %). Las derivas más críticas alcanzaron a 0.0108, superando el límite de 0.005 establecido por la Norma E.030-2018, evidenciando el aumento de la flexibilidad lateral de la estructura.
- En cuanto a los esfuerzos internos, las columnas registraron incrementos del 16.83 % en carga axial, 346.88 % en fuerza cortante y 120.76 % en momento flector, mientras que las vigas alcanzaron aumentos del 128.76 % en cortante y 235.83 % en momento flector. Estos resultados muestran que la ISE redistribuye las demandas internas, concentrándolas principalmente en los niveles inferiores.
- En conjunto, se demuestra que considerar la interacción suelo–estructura es esencial para lograr un diseño estructural más realista y seguro, especialmente en edificaciones de mediana altura asentadas sobre suelos de rigidez media, como los de Cajamarca, contribuyendo así a mejorar la precisión en el análisis sísmico y la toma de decisiones en el diseño de cimentaciones.

5.2. Recomendaciones

- Incorporar el análisis de Interacción Suelo–Estructura (ISE) en el diseño de edificaciones de más de cinco niveles, ya que su omisión puede generar errores significativos en la estimación de derivas, periodos y esfuerzos internos.
- Incluir en los estudios de mecánica de suelos los parámetros dinámicos necesarios como, módulo de elasticidad, densidad y coeficiente de Poisson, para modelar con mayor precisión la rigidez del sistema suelo–cimentación.
- Desarrollar investigaciones comparativas entre diferentes sistemas estructurales y tipos de cimentación, con el fin de determinar construcciones más eficientes y seguras frente a la acción sísmica en los suelos característicos de Cajamarca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado García, C., & García Mascco, A. (2021). *Influencia del análisis de interacción suelo-estructura en la respuesta estructural de edificios de concreto armado – Lima 2021*. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/29874>
- Bances, J., & Burga, J. (2018). *Diseño y simulación hidráulica del sistema de abastecimiento de agua potable de las localidades de Puerto Bagazán, Nueva Esperanza y la Victoria, Distrito de Elías Soplín Vargas, Rioja - 2017*. Repositorio Institucional Universidad Nacional de San Martín. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/287333164.pdf>
- Bustamante Moreno, J. (2021). *Comparación de los métodos de cálculo de interacción suelo estructura con la NTP E-0.30. 2018, al determinar la respuesta estructural de la torre II de la clínica Limatambo S.A.C. Cajamarca*. Cajamarca. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/4452?show=ful>
- Castro Pilco, C., & Pérez Martínez , G. (2020). *Análisis de la interacción suelo - estructura estática para una edificación regular de hormigón armado y 3 tipos de suelos*. Quito - Ecuador. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/18193>
- Condori Uchiri, G. (2014). *Comparación del Comportamiento Sísmico Lineal Y No-Lineal, en el Análisis y Diseño Estructural de un Edificio Alto, con Disipadores De Energía E Interacción Suelo-Estructura*. Arequipa. Obtenido de <https://repositorio.ucsm.edu.pe/items/ee228626-2148-48f9-86f5-45702d1d5ee7>

- Condorluicho Luna, L. (2023). *Influencia de la interacción suelo estructura en la respuesta dinámica de un edificio aporticado en Cajamarca*. Cajamarca - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5501>
- Crisólogo Rodríguez, M., & Cruzado Vásquez, G. (2009). *ESTUDIO DE GEOLOGÍA*. Cajamarca. Obtenido de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/GEOLOGIA.pdf>
- Delgado Vargas, M. (2013). *Interacción Suelo - Estructura*. Bogota. Obtenido de <http://biblioteca.unfv.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=33162>
- FEMA. (2000). *FEMA 356: Prestandard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings*. Virginia. Obtenido de <https://www.nehrp.gov/pdf/fema356.pdf>
- FEMA. (2005). *FEMA 440: Improvement of Nonlinear Static Seismic Analysis Procedures*. Virginia. Obtenido de <https://mitigation.eeri.org/wp-content/uploads/fema-440.pdf>
- FEMA P-2091, F. (2020). *A Practical Guide to Soil-Structure Interaction*. California - USA. Obtenido de <https://www.fema.gov/sites/default/files/documents/fema-p-2091-soil-structure-interaction.pdf>
- Hernández, R. (2017). *Metodología de la Investigación* (Sexta ed.). Obtenido de <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Juárez badillo, Eulalio, & Rico Rodríguez, A. (2013). *MECÁNICA DE SUELOS TOMO I*. México. Obtenido de https://www.academia.edu/29889369/Mec%C3%A1nica_de_suelos_Tomo_II_Ju%C3%A1rez
- Llanos, F. H., Catacora, L. G., Galarza, A. C., & Mamani, G. M. (2020). Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento de las viviendas

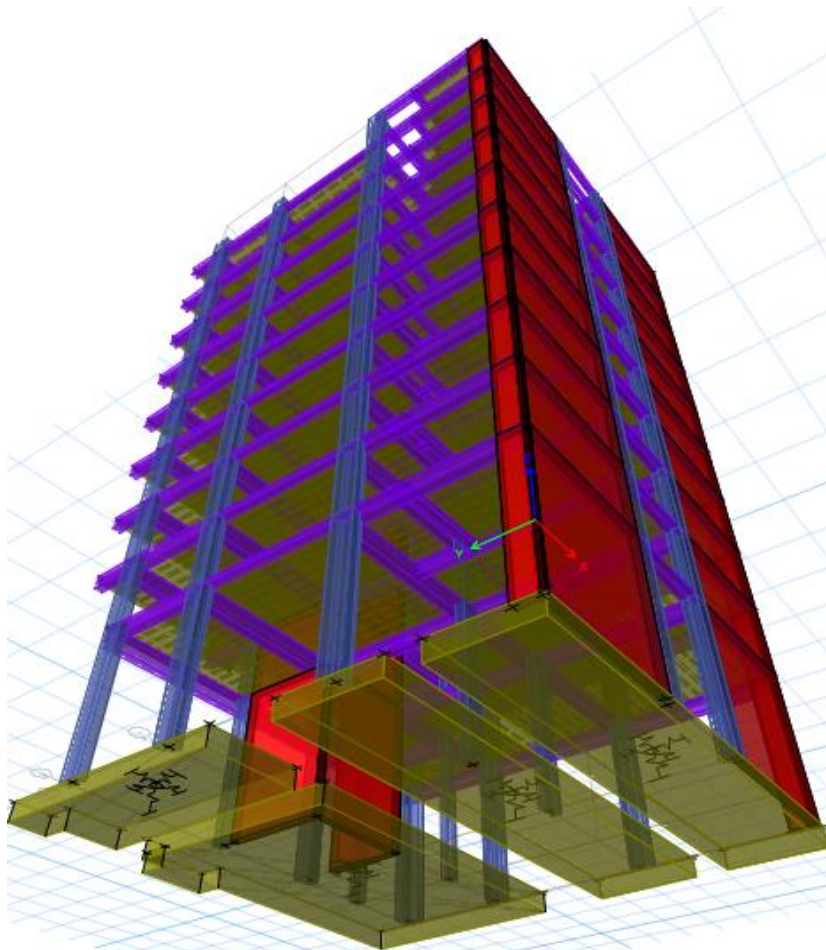
- aporticadas con zapatas aisladas en la ciudad de Juliaca. *Revista Científica de la UCSA*.
- López, E. (2018). *Comparación de la Respuesta Estructural en Edificaciones Aporticadas de Concreto Reforzado aplicando Analisis Dinámico Lineal y No Lineal*. Caracas.
- López, N. A., Castro, C. F., Vielma, J. C., López, L. J., Alviar, J. D., Romero, C. A., . . . Montesinos, V. V. (2022). Comparación de diseño estructural entre dos edificaciones de concreto armado de seis niveles utilizando interacción suelo-estructura en el rango lineal. *Ingeniería e Investigación*.
- Méndez Lucero, K. (2022). *Interacción suelo estructura mediante modelo simplificado*. Santiago de Chile - Chile. Obtenido de https://masterieg.uc.cl/wp-content/uploads/2022/12/AG_2022_Katya_Mendez.pdf
- Morales Gubio, L. W., Espinosa Stead, A. J., & Carrión Granja, J. P. (2019). *Influencia de la interacción suelo–estructura de cimentaciones superficiales en suelos no cohesivos en el comportamiento estructural de una edificación de 8 pisos y un subsuelo*. Quito - Ecuador: Quito: UCE.
- Mylonakis, G. &. (2000). *Seismic soil–structure interaction: Beneficial or detrimental?* *Journal of Earthquake Engineering*. Nueva York. Obtenido de <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/13632460009350372>
- Olivo Cardenas, S. (2020). *Influencia de la interacción suelo-estructura en el comportamiento sísmico de un edificio de 10 pisos aplicando el software Etabs*, lima – 2020. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66214>.
- Polocena (2018). <https://es.linkedin.com/pulse/interaccion-suelo-estructura-es-importante-jasmin-polocena>

- Quispillo Morocho, K. (2022). *Análisis comparativo de la respuesta estructural y del nivel de desempeño de una edificación de hormigón armado, considerando dos opciones: base rígida e interacción suelo-estructura*. Ambato – Ecuador. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/34107>
- Reátegui Fasabi, R. (2021). *Comparación de la respuesta estructural de una edificación aporticada con zapatas aisladas considerando y sin considerar interacción suelo estructura en la Urbanización San Isidro II Etapa, Trujillo – 2020*. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23975>
- RNE. (2018). *E030 - Diseño Sismorresistente*. Lima - Perú. Obtenido de <https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>
- Tapia Alfaro, J. (2023). *Evaluación del comportamiento estructural de un edificio multifamiliar de 05 pisos con zapatas aisladas y combinadas en la ciudad de Cajamarca al considerar y obviar el efecto de*. Cajamarca - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/6000>
- Tapia Vásquez, H. (2022). *Variación del comportamiento sísmico de un edificio de trece pisos con muros estructurales y platea de cimentación al incorporar la interacción suelo - estructura en la Av. Tacabamba - Chota*. Cajamarca - Perú. Obtenido de <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5394>
- Tavera, H. e. (2021). *Revista de Geociencias Aplicadas*.
- Tenorio Buleje, J. (2021). *Análisis de Interacción Suelo Estructura para el Diseño Sísmico Estructural del edificio de 10 pisos – 2 sótanos, Ate – Lima 2021*. Lima - Perú. Obtenido de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/87080>

ANEXOS

REPRESENTACIÓN 3D DE LA ESTRUCTURA CON LAS ZAPATAS EN EL SOFTWARE.

LEYENDA	
	Columnas
	Vigas
	Placas
	Losas y zapatas



ANEXO B. INFORME GEOLÒGICO BASADO EN SU ESTRATIGRAFIA

INFORME GEOLOGICO

1. INTRODUCCION

La región Cajamarca no es solo famosa por su historia, sino también por su composición geográfica y geológica. Cajamarca se encuentra ubicada en el norte del Perú, a una altitud de 2750 msnm, Limita por el norte con la República de Ecuador, por el sur con el departamento de La Libertad, por el este con el departamento de Amazonas y por el oeste con los departamentos de Piura y Lambayeque.

La situación geográfica de Cajamarca, cerca de la línea ecuatorial, ha modificado completamente su sistema de vida y la fecundidad de sus suelos es realmente grande. La región está ubicada en el lecho de un lago prehistórico. Sus fértiles tierras le han permitido utilizar el paisaje de forma admirable.

Los suelos que predominan en la urbanización el bosque 'Edificio Cordillera Dorada' en Cajamarca son predominantemente ácidos y ricos en materia orgánica, destacando los páramosoles (andosoles) derivados de rocas volcánicas. Presentan gran diversidad fisiográfica, incluyendo suelos residuales, aluvio-coluviales, aluviales y fluvioglaciares (**INGEMMET; 1998**).

2. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la capacidad portante del suelo' Edificio Cordillera Dorada' por estar en la misma zona estratigrafía.

✓ Verificar si los dos ensayos de mecánica de suelos, pertenecen a la misma zona estratigráfica (Q-al) del mapa geológico de Cajamarca.

3. ANTECEDENTES

Los suelos de Cajamarca formados en la época del Cuaternario, son desarrollados a partir de depósitos aluviales dejados por los principales ríos de la zona, localizados en pequeñas unidades constituidas por una asociación de depósitos aluviales y depósitos de material detrítico grueso de diferente naturaleza. La disposición de estos suelos aluviales se hace principalmente en forma de terrazas aluviales bajas, medias y altas, con características edáficas propias.

Las terrazas bajas de inundación son susceptibles de ser inundadas durante el periodo de lluvias cuando existe crecida de los ríos, y son de calidad agrológica baja; las terrazas medias presentan alta calidad agrológica, no son susceptibles de inundación y presentan buenas características físicas, químicas y biológicas; y finalmente las terrazas altas están constituidas por las primeras deposiciones de los ríos y se encuentran en un nivel bastante alto con respecto al lecho del río, cuyos suelos son de calidad agrológica baja a media.

Estos suelos presentan texturas medias a pesadas, drenaje bueno a excesivo, reacción neutra a moderadamente alcalina, pendiente casi a nivel a ligeramente inclinada, moderadamente profundos a profundos, ligeramente pedregosos y erosión nula a moderada. La mayor parte de estos terrenos se

encuentran cultivados principalmente por pastos y cultivos de pan llevar, y en su mayoría disponen de riego (**Pompa y Alcántara; 2011**).

4. MARCO TEORICO

4.1. GEOLOGIA

La geología del distrito de Cajamarca se caracteriza por una compleja secuencia sedimentaria del Mesozoico (calizas, lutitas y areniscas) plegada y fallada, sobre un basamento Paleozoico, influenciada tectónicamente por la Deflexión de Cajamarca. Predominan rocas del Cretáceo (grupos Goyllarisquizga y Pulluicana) junto con depósitos volcánicos Cenozoicos y depósitos cuaternarios.

4.2. ESTRATIGRAFIA TECNICA

En la estratigrafía de Cajamarca, pertenece a la era cenozoica, un sistema cuaternario y época del holoceno y unidad estratigráfica de depósitos: eólicos, fluviales, coluviales y aluviales.

4.2.1. CUATERNARIO

Esta formación tiene su origen en Tambopata, en San Ignacio en el río tabaconas, la secuencia consiste en conglomerados y areniscas, con intercalación de lutitas fluviales las cuales se les asigna un grosor de 500m.

- **FLUVIOGLACIARES (Q- fg)** Área de extensión en el departamento de Cajamarca: 19,007.55 ha (0.58 %) Se encuentran morrenas glaciares compuestas por fragmentos de caliza del cretáceo superior. El límite inferior de las morrenas queda cerca de 3600 msnm.

- **GLACIARES (Q- gl)** Área de extensión en el departamento de Cajamarca: 3,884.79 ha (0.12 %) Los depósitos glaciares están constituidos por una grava en matriz areno – arcillosa con abundante material anguloso.

- **LAGUNARES (Q- la)** Área de extensión en el departamento de Cajamarca: 11,180.98 ha (0.34 %) Los depósitos lagunares se encuentran en diferentes lugares y niveles, dispuestos en bancos sub horizontales constituidos por material fino areno- arcilloso, a los que algunas veces se intercalan gravas y delgados conglomerados. Estos depósitos se hallan en la Pampa de la Culebra, Pampa de Polloc, entre Cajamarca y Baños del Inca, Namora, Matara, Ichocán- San Marcos.

- **EOLICOS (Q- e)** Vista panorámica de depósitos lagunares de la zona de Celendín Área de extensión en el departamento de Cajamarca: 24.26 ha (0.0007 %) Son mantos irregulares de arenas eólicas que son transportadas por los vientos que soplan constantemente.

- **FLUVIALES (Q- fl)** Área de extensión en el departamento de Cajamarca: 58,151.48 ha (1.76 %) Están representados por la acumulación de materiales transportados por cursos fluviales, depositados en el fondo y riberas de los ríos. Consisten de gravas gruesas y finas, arenas sueltas y depósitos limoarcillosos. Estos depósitos fluviales están localizados en el sector meridional de San Ignacio. Depósitos fluviales ubicados en la localidad de Llanguat. 37 ZEE - OT - REGION CAJAMARCA GEOLOGÍA

- **COLUVIALES (Q- co)** Área: 914.74 Has. Porcentaje: 0.03 %. Están representados por escombros de laderas que sin mayor transporte se ha depositado en los flancos de los valles. Están constituidos por material detrítico subanguloso, distribuido en escasa matriz limoarcillosa y arenosa,

algunas veces forman depósitos de deslizamiento que varían desde superficiales hasta de mediana profundidad. Estos depósitos coluviales están localizados principalmente en el sector noroeste de San Ignacio.

- **ALUVIALES (Q-al)** Extensión: 88,435.40 Has. Porcentaje:2.68 %

Depósitos aluvio coluviales – camino a Llanguat Dentro de los depósitos aluviales se han considerado los materiales con poco transporte, y en los fluviales se consideran las diferentes terrazas dejadas por los ríos. Depósitos que se acumulan en áreas favorables en los flancos de los valles y quebradas tributarias, están conformados por conglomerados polimícticos poco consolidados, con clastos de tamaño heterogéneo englobados en una matriz limo arcillosa. Depósitos cuaternarios, fluviales y aluviales – Santa Cruz.

5. SITUACION DE LA ZONA DE ESTUDIO Y MARCO GEOLOGICO REGIONAL

La zona de estudio se encuentra, en cuadrángulo 15-f del mapa geológico del cuadrángulo de Cajamarca, con una topografía llana, tiene accesos con calles pavimentadas, su población ha ido creciendo durante los últimos años.

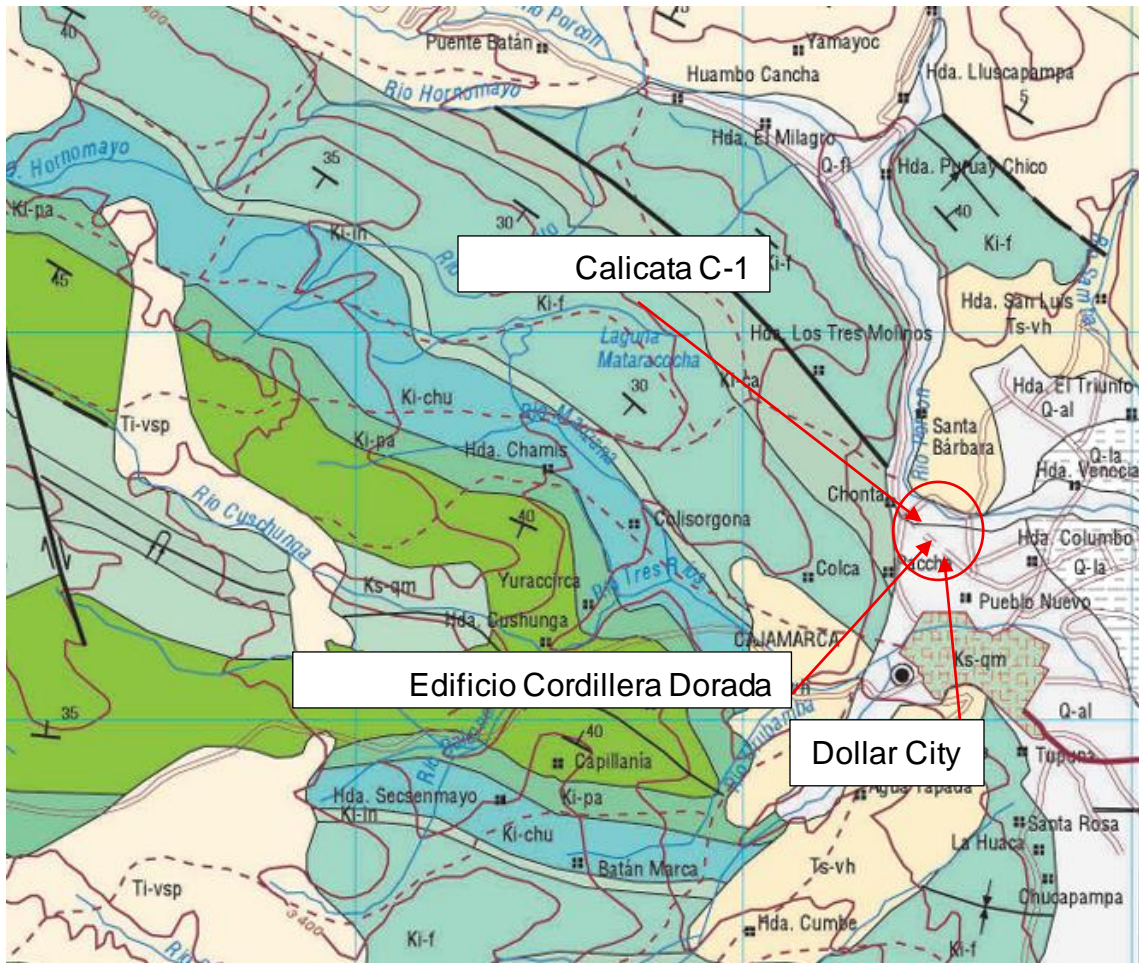


Fig: 1: Carta Geológica del Perú

Fuente: <https://www.gob.pe> > ingemmet.

LEYENDA

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	ROCAS INTRUSIVAS	
CENOZOICO	CUATERNARIO		Depósitos aluviales, fluviales y lagunares	Q-al, Q-w, Q-la	
			DISC. ANG.		
	TERCIARIO	Superior		Volcánico Huambo	Ts-vh
		Medio		DISC. ANG.	
		Inferior	GRUPO CALIPUY	Volcánico San Pablo	Ti-vsp
				Volcánico Chilote	Ti-vch
				Volcánico Tembladera	Ti-vt
			DISC. ANG.		
	MESOZOICO	CRETÁCEO	Superior	Formación Cajamarca	Ks-ca
				Formación Quilquiñán y Mujarrun	Ks-qm
Gpo. Pulluicana {Fm. Yumagual}				Ks-yu	
Inferior			GRUPO GOYLLARISQUIZGA	Formación Pariatambo	Ki-pa
				Formación Chulec	Ki-chu
				Formación Inca	Ki-in
				Formación Farrat	Ki-f
				Formación Carhuaz	Ki-ca
				Formación Santa	Ki-sa
Formación Chimú		Ki-chim			
JURÁSICO		Superior		Formación Chicama	Js-chic

Ti
 Diorita y Tonalita

Ti-gd
 Granodiorita

Ti-da
 Dacita

Fig.2 Cuadro estratigráfico de suelos (Carta Geológica del Perú)

5.1. PRIMER ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS (EMS-1)

5.1.1. Clasificación de suelos

Las clasificaciones de las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487 y la Norma Técnica A.A.S.H.T.O. M 145, según se requiera.

VI. RESUMEN DE RESULTADO DE ENSAYOS

Código de muestra	Humedad %	Límite Líquido %	Límite plástico %	Índice de plasticidad %	Gravedad específica de sólidos	Ángulo de fricción interna ϕ	Cohesión C Kg/cm ²
M-inalterada-01	22.54				2.604	20.500	0.101
M-alterada-01		37.00	18.00	19.00			
M-alterada-Inalterada		Densidad húmeda (g/cm ³)			Clasificación SUCS		
		1.737			CL		

Fig. 3 clasificación de suelos del primer ensayo según SUCS

5.1.2. Pertenencia estratigráfica

a) Se puede observar que el tipo de suelo que se obtiene en el primer ensayo corresponde a un Suelo CL", se refiere a una arcilla inorgánica de baja o media plasticidad, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), indicando un **suelo fino** con cohesión, que es pegajoso en húmedo y puede incluir arcillas gravosas o arenosas.

b) Según el **cuadro estratigráfico de Cajamarca**, el lugar de estudio `` Edificio Cordillera Dorada`` se encuentra en la unidad estratigráfica depósitos: eólicos, **fluviales, coluviales y aluviales**. Los suelos aluviales y coluviales son suelos transportados: los aluviales son formados por la deposición de agua (ríos/arroyos) en valles y llanuras, caracterizados por **texturas finas** a medias, fertilidad y estratificación. Los suelos aluviales y coluviales son suelos transportados: **los aluviales** son formados por la deposición de agua (ríos/arroyos) en valles y llanuras, caracterizados por **texturas finas a medias**, fertilidad y estratificación.

c) Por tanto, de a) y b) se verifica que el ensayo número uno, pertenece al sistema cuaternario, con una estratigrafía (Q- al).

5.1.3. La capacidad de carga del primer ensayo (EMS-1)

CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTO:	CAJAMARCA
SOLICITANTE :	LAB.MEC.DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC			COORDENADAS CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO	ESTE:		
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	DE 0.0 a 3.00 m	NORTE:		

DATOS		
Cohesión del Suelo (Kg/cm ²)	=	0.101
Ángulo de Fricción, ϕ (°)	=	20.5
Peso Volumétrico γ	=	1.737

FACTORES	Nc	Nq	Ny
GENERAL	18.44	7.93	5.47
LOCAL	12.1	4.07	1.85
SEGURIDAD	3	3	3

FALLA LOCAL-CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.00	1.00	20.50	1.01	16.82	5.61	0.56
1.00	1.20	20.50	1.01	18.24	6.08	0.61
1.00	1.50	20.50	1.01	20.36	6.79	0.68
1.00	2.00	20.50	1.01	23.89	7.96	0.80
1.00	2.50	20.50	1.01	27.43	9.14	0.91
1.00	3.00	20.50	1.01	30.96	10.32	1.03

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.20	1.00	20.50	1.01	17.14	5.71	0.57
1.20	1.20	20.50	1.01	18.56	6.19	0.62
1.20	1.50	20.50	1.01	20.68	6.89	0.69
1.20	2.00	20.50	1.01	24.21	8.07	0.81
1.20	2.50	20.50	1.01	27.75	9.25	0.92
1.20	3.00	20.50	1.01	31.28	10.43	1.04

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.50	1.00	20.50	1.01	17.63	5.88	0.59
1.50	1.20	20.50	1.01	19.04	6.35	0.63
1.50	1.50	20.50	1.01	21.16	7.05	0.71
1.50	2.00	20.50	1.01	24.70	8.23	0.82
1.50	2.50	20.50	1.01	28.23	9.41	0.94
1.50	3.00	20.50	1.01	31.77	10.59	1.06

FALLA LOCAL-CIMENTACIÓN CUADRADA

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.00	1.00	20.50	1.01	18.95	6.32	0.63
1.00	1.20	20.50	1.01	20.36	6.79	0.68
1.00	1.50	20.50	1.01	22.48	7.49	0.75
1.00	2.00	20.50	1.01	26.02	8.67	0.87
1.00	2.50	20.50	1.01	29.55	9.85	0.99
1.00	3.00	20.50	1.01	33.09	11.03	1.10

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.20	1.00	20.50	1.01	19.20	6.40	0.64
1.20	1.20	20.50	1.01	20.62	6.87	0.69
1.20	1.50	20.50	1.01	22.74	7.58	0.76
1.20	2.00	20.50	1.01	26.27	8.76	0.88
1.20	2.50	20.50	1.01	29.81	9.94	0.99
1.20	3.00	20.50	1.01	33.34	11.11	1.11

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.50	1.00	20.50	1.01	19.59	6.53	0.65
1.50	1.20	20.50	1.01	21.00	7.00	0.70
1.50	1.50	20.50	1.01	23.12	7.71	0.77
1.50	2.00	20.50	1.01	26.66	8.89	0.89
1.50	2.50	20.50	1.01	30.19	10.06	1.01
1.50	3.00	20.50	1.01	33.73	11.24	1.12

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.00	1.00	20.50	1.01	20.23	6.74	0.67
2.00	1.20	20.50	1.01	21.65	7.22	0.72
2.00	1.50	20.50	1.01	23.77	7.92	0.79
2.00	2.00	20.50	1.01	27.30	9.10	0.91
2.00	2.50	20.50	1.01	30.84	10.28	1.03
2.00	3.00	20.50	1.01	34.37	11.46	1.15

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.50	1.00	20.50	1.01	20.87	6.96	0.70
2.50	1.20	20.50	1.01	22.29	7.43	0.74
2.50	1.50	20.50	1.01	24.41	8.14	0.81
2.50	2.00	20.50	1.01	27.94	9.31	0.93
2.50	2.50	20.50	1.01	31.48	10.49	1.05
2.50	3.00	20.50	1.01	35.01	11.67	1.17

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
3.00	1.00	20.50	1.01	21.52	7.17	0.72
3.00	1.20	20.50	1.01	22.93	7.64	0.76
3.00	1.50	20.50	1.01	25.05	8.35	0.84
3.00	2.00	20.50	1.01	28.59	9.53	0.95
3.00	2.50	20.50	1.01	32.12	10.71	1.07
3.00	3.00	20.50	1.01	35.66	11.89	1.19

Fig. 4 Capacidad de carga admisible del primer ensayo (EMS-1)

✓ De este primer ensayo se verifica que la carga ultima a 3.00 m de profundidad es de 1.19 kg/cm².

5.2. SEGUNDO ENSAYO DE MECANICA DE SUELOS (EMS-2)

5.2.1. Clasificación de suelos

Las clasificaciones de las muestras ensayadas en el laboratorio se han clasificado de acuerdo al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.), bajo la Norma A.S.T.M. D 2487 y la Norma Técnica A.A.S.H.T.O. M 145, según se requiera.

Cuadros de clasificación de suelos

CALICATA	C – 01	C – 02	C – 03
Muestra	M-1	M-1	M-1
Profundidad (m)	de 0.80m a 3.30m	de 0.70m a 2.60m	de 1.10m a 2.80m
% Pasa Tamiz N°4	92.08	100.00	100.00
% Pasa Tamiz N°200	53.15	55.56	53.92
Límite Líquido (%)	31.00	33.00	34.00
Índice Plástico (%)	21.00	22.00	22.00
Contenido de Humedad (%)	10.00	11.00	12.00
Clasificación SUCS	CL	CL	CL

Fig. 5 Clasificación de suelo del segundo ensayo (EMS-2) según SUCS

5.2.2. Pertenencia estratigráfica

a) Se puede observar que el tipo de suelo que se obtiene en el segundo ensayo corresponde a un Suelo CL", se refiere a una arcilla inorgánica de baja o media plasticidad, según el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), indicando un **suelo fino** con cohesión, que es pegajoso en húmedo y puede incluir arcillas gravosas o arenosas.

b) Según el **cuadro estratigráfico de Cajamarca**, el lugar de estudio `` Edificio Cordillera Dorada`` se encuentra en la unidad estratigráfica depósitos: eólicos, **fluviales, coluviales y aluviales**. Los suelos aluviales y coluviales son suelos transportados: los aluviales son formados por la deposición de agua (ríos/arroyos) en valles y llanuras, caracterizados por **texturas finas** a medias, fertilidad y estratificación. Los suelos aluviales y coluviales son suelos transportados: **los aluviales** son formados por la deposición de agua (ríos/arroyos) en valles y llanuras, caracterizados por **texturas finas a medias**, fertilidad y estratificación.

c) Por tanto, de a) y b) se verifica que el ensayo número dos, pertenece al sistema cuaternario, con una estratigrafía (Q- al).

5.2.3. Capacidad portante del (EMS-02)

Este ensayo se realizó a 45 m del edificio Cordillera Dorada, realizando tres calicatas en las siguientes coordenadas UTM: C-01(774383.00;9209464.00), C-02 (774406.00;9209455.00), C-03 (774396.00;9209464.00).

CALICATA		C - 01	C - 02	C - 03
Muestra		M - 1	M - 1	M - 1
Tipo de Suelo		CL	CL	CL
Ángulo de Fricción Interna (°)	ϕ	16.25	15.82	16.07
Cohesión (Kg/cm ²)	c	0.191	0.196	0.193
Peso específico húmedo (kg/cm ³)	γ_H	1.611	1.606	1.609
Profundidad de cimentación (cm)	D_f	200.00	200.00	200.00
Ancho de cimiento (cm)	B	150.00	150.00	150.00
Factores de capacidad de carga	N'_c	10.164	9.988	10.089
	N'_α	2.973	2.885	2.935
	N'_s	0.693	0.652	0.676
Factor de seguridad	F.S	3.000	3.000	3.000

Capacidad de carga última (kg/cm ²)	q_u	2.71	2.68	2.69
Capacidad de carga admisible (kg/cm ²)	q_{adm}	0.90	0.89	0.90

FIG.6 Capacidad de carga admisible del segundo ensayo (EMS-2)

✓ En este segundo ensayo se tomará como Capacidad de carga admisible de 0.89 kg/cm² para garantizar la estabilidad contra fallas por corte y asentamientos excesivos. Además, su clasificación por SUCS pertenece a suelos finos tipo ``CL``.

6. CONCLUSIONES

Resultados de ensayo de mecánica de suelos EMS-1 Y EMS-2.

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
3.00	1.00	20.50	1.01	21.52	7.17	0.72
3.00	1.20	20.50	1.01	22.93	7.64	0.76
3.00	1.50	20.50	1.01	25.05	8.35	0.84
3.00	2.00	20.50	1.01	28.59	9.53	0.95
3.00	2.50	20.50	1.01	32.12	10.71	1.07
3.00	3.00	20.50	1.01	35.66	11.89	1.19

Capacidad de carga última (kg/cm ²)	q_u	2.71	2.68	2.69
Capacidad de carga admisible (kg/cm ²)	q_{adm}	0.90	0.89	0.90

✓ De los EMS-1 Y EMS-2, se tomará como Capacidad de carga admisible de 0.89 kg/cm² para garantizar la estabilidad contra fallas por corte y asentamientos excesivos.

- ✓ por lo tanto, con fines de proyecto de tesis **“INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA”**, se considerará que la cimentación de dicho edificio tendrá una capacidad portante admisible de **$q_a = 0.89$ kg/cm²**.

ANEXO C. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS-1)

Coordenadas UTM S 17 de calicata 1:

E:774329.36

N:9209498.86

**ESTUDIO DE SUELOS FINES DE
CIMENTACIÓN**

TESIS:

**“INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA
EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO
CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE
DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE
CAJAMARCA”**

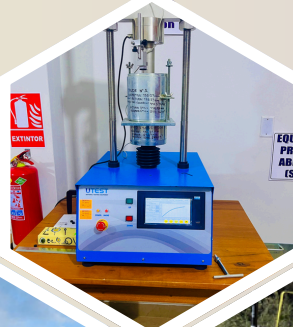
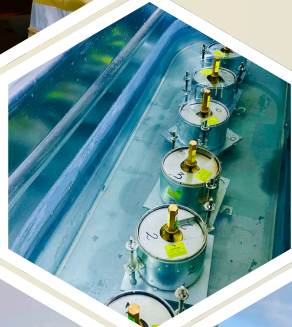
SOLICITANTE:

JAIME VALQUI PÉREZ

UBICACIÓN:

**DISTRITO DE CAJAMARCA-PROVINCIA DE
CAJAMARCA-DEPARTAMENTO DE
CAJAMARCA**

Cajamarca Setiembre 2025



Registro INDECOPI



 988597789 - 946945595

 georexsac@gmail.com



Jr.27 de noviembre # 719 - Chota

Jr. José Galvez #1217 - Celendín

Jr. Juan Beato Masias 659-Cajamarca



LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO
Registro Indecopi: S00162752

GEOREX SAC
RUC:20611044853

INFORME DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LG-INF-2025-035

I. DATOS DEL CLIENTE

Solicitante : JAIME VALQUI PÉREZ RUC :
Dirección :
Contacto :
e-mail :

II. DATOS DEL PROYECTO

Proyecto : "INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"
Ubicación : COORDENADAS UTM (E: 774329.36, N: 9209498.86) CAJAMARCA.

III. FECHAS

Muestreo : 04/09/2025- Tesista Inicio de Ensayos : 8/09/2025
Recepción de muestra: 5/09/2025 Término de Ensayos : 12/09/2025
Emisión de Informe : 13/09/2025

IV: MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

GEOREX no ha participado en la toma de muestras, el muestreo ha sido realizado por el tesista.

CUADRO No. 01: MUESTRA Y CONTRAMUESTRA

CÓDIGO DE MUESTRA (CLIENTE)	CÓDIGO DE MUESTRA (LABORATORIO GEOREX)	TIPO	CANTIDAD
Min-01	LG-M-2025-035	Min ¹	1
Mas-01	LG-M-2025-035	Mas ¹	1

V. ENSAYOS DE LABORATORIO

Los ensayos de las muestras se realizaron en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Asfalto de la empresa GEOREX S.A.C. Los ensayos se realizaron bajo las Normas Estandarizadas indicadas en el siguiente cuadro:

CUADRO No. 02: ENSAYOS DE LABORATORIO

CANTIDAD	ENSAYO	NORMA DE ENSAYO	MÉTODO
1	Contenido de humedad	ASTM D2216	...
1	Análisis granulométrico por tamizado	ASTM D6913	...
1	Límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad	ASTM D4318	...
1	Gravedad específica de sólidos	ASTM D854	...
1	Peso volumétrico de suelo cohesivo	NTP 339.139	...
1	Ensayo de corte directo	ASTM D3080	...

VI. RESUMEN DE RESULTADO DE ENSAYOS

Código de muestra	Humedad %	Límite Líquido %	Límite plástico %	Índice de plasticidad %	Gravedad específica de sólidos	Ángulo de fricción interna ϕ	Cohesión C Kg/cm ²
M-inalterada-01	22.54				2.604	20.500	0.101
M-alterada-01		37.00	18.00	19.00			
M-alterada-Inalterada			Densidad húmeda (g/cm ³)			Clasificación SUCS	
			1.737			CL	

GEOREX S.A.C

Jr. 27 de noviembre #719 Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masias N°659-Cajamarca, RUC: 20611044853 Celular: 988597789



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITA :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
RESPONSABLE :	LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO GEOREX SAC				COORDENADAS DE CALICATA	
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA :			ESTE:	774329.36
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD :	De 0.0 a 2.50 m		NORTE:	9209498.86


CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)

Inicio de Ensayo:	8/09/2025	Encargado de Ensayo:	
Fin de Ensayo :	9/09/2025		

CONDICIONES DEL PROCESO DEL SECADO			
TEMPERATURA	110° C	TIEMPO DE SECADO	24 h

CONTENIDO DE HUMEDAD			
TARA	T-15	T-14	I-13
MASA DE TARA (g)	37.62	37.26	37.01
MASA TARA + MUESTRA HUMEDA (g)	431.07	480.86	451.50
MASA TARA + MUESTRA SECA (g)	358.15	400.27	374.87
MASA DE AGUA (g)	72.92	80.59	76.63
MASA DE MUESTRA SECA (g)	320.53	363.01	337.86
W (%)	22.75	22.20	22.68
HUMEDAD PROMEDIO (%)	22.54		

OBSERVACIONES:	REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS :	


LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

GEOREX S.A.C.

Domicilio: Jr. 27 de Noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masias N° 659-Cajamarca, RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo: georexsac@gmail.com



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

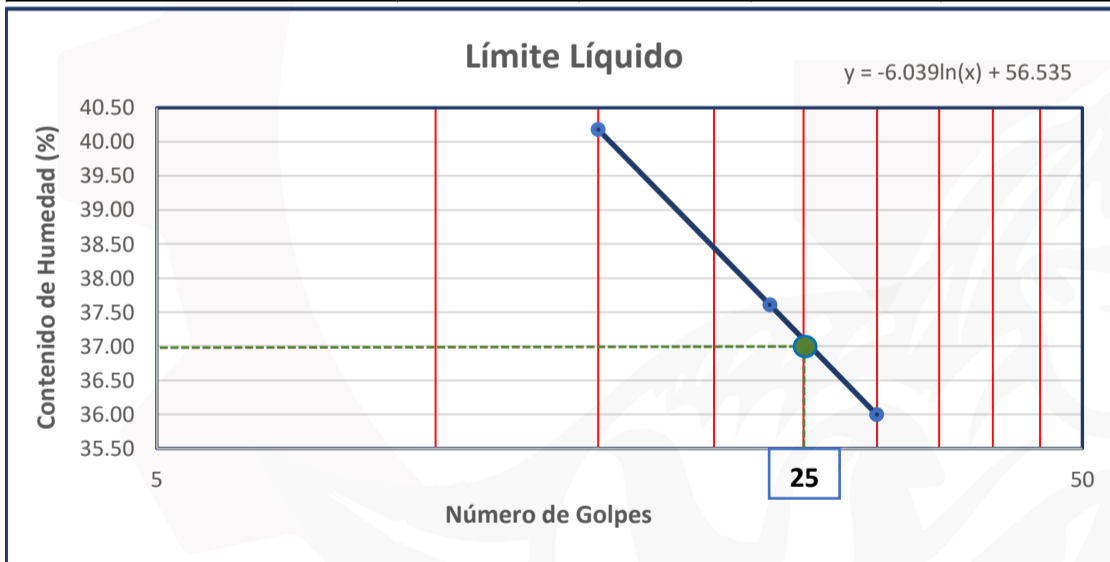
FECHA: 13 setiembre 2025

MATERIAL :	CAPACIDAD PORTANTE				
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"				
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTR. CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	
RESPONSABLE :	LAB.MEC.DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC			COORDENADAS	
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:		ESTE	NORTE
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.0 a 3.00 m	774329.36	9209498.86

LIMITES DE ATTERBERG (ASTMD4318, AASHTO T 89)

CONDICIONES DE LA MUESTRA			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. SECADO :	60 °C	TEMP. DE SECADO :	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasante malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	24 h
AGUA :	Potable		
Inicio de Ensayo :		Fin de Ensayo:	

	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	T9-LL	T7-LL	T8-LL	TARA	T5-LL	T6-LL
TARA				TARA		
MASA TARA (g)	19.92	23.74	16.82	M. TARA (g)	21.50	18.48
MASA TARA + MUEST. HUMEDA (g)	29.34	35.12	29.10	M.T. +M. HÚMEDA (g)	28.46	25.05
MASA TARA + MUESTRA SECA (g)	26.64	32.01	25.85	M. T. + M. SECA (g)	27.40	24.05
MASA DEL AGUA (g)	2.70	3.11	3.25	M. DEL AGUA (g)	1.06	1.00
MASA SUELO SECO (g)	6.72	8.27	9.03	M. MUEST. SECA (g)	5.90	5.57
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	40.18	37.61	35.99	W (%)	17.97	17.95
N° GOLPES	15	23	30	W PROMEDIO (%)	17.96	



LÍMITE LÍQUIDO
37.00%
LÍMITE PLÁSTICO
18.00%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD
19.00%

OBSERVACIONES:	REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS :	
	 LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN Ingeniero Civil Reg. CIP. N° 365782

GEOREX S.A.C.

Domicilio: Jr. 27 de noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masias N° 659-Cajamarca, RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo: georexsac@gmail.com



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

MATERIAL :	CAPACIDAD PORTANTE					
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITA :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
RESPONSABLE :	LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC			COORDENADAS DE CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA :		ESTE	774329.36	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD :	De 0.0 a 3.00 m	NORTE	9209498.86	

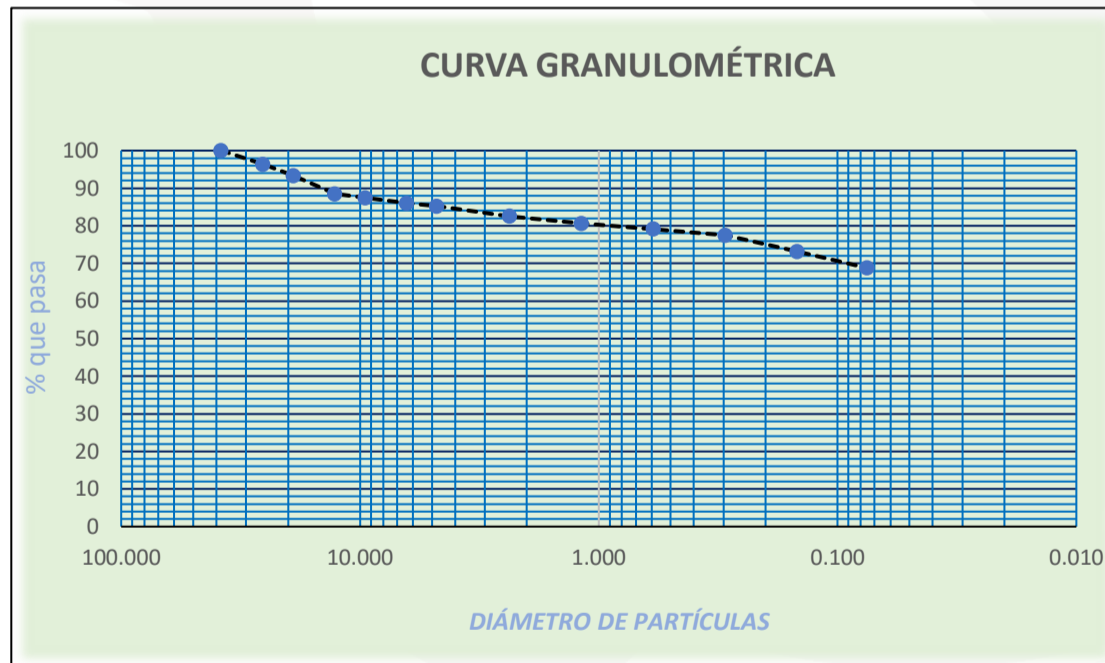
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (NTP 339.128, ASTM D6913, AASHTO T 88)

Inicio de Ensayo:	8/09/2025	Encargado de Ensayo:	
Fin de Ensayo :	10/09/2025		

CONDICIONES DEL ENSAYO			
TEMPERATURA	110° C	TIEMPO DE SECADO	24 h
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA			
PESO MUESTRA SECA (g)	1100.48		
CONDICIONES LUEGO DEL LAVADO			
PESO MUESTRA LAVADA SECA (g)	344.48		
PESO SECO FRACCIÓN PASANTE TAMIZ N° 200 (g)	756.67		

ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN GRUESA					
TAMIZ		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	ABERTURA (mm)				
3"	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	40.50	3.68	3.68	96.32
3/4"	19.00	33.03	3.00	6.68	93.32
1/2"	12.70	53.32	4.85	11.53	88.47
3/8"	9.50	11.06	1.01	12.53	87.47
1/4"	6.35	16.46	1.50	14.03	85.97
N° 4	4.75	8.62	0.78	14.81	85.19

ANÁLISIS DE LA FRACCIÓN FINA					
TAMIZ		Peso Retenido Parcial (g)	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	ABERTURA (mm)				
N° 8	2.360	29.29	2.66	17.47	82.53
N° 16	1.180	20.80	1.89	19.36	80.64
N° 30	0.590	16.76	1.52	20.89	79.11
N° 50	0.295	17.92	1.63	22.51	77.49
N° 100	0.148	47.58	4.32	26.84	73.16
N° 200	0.075	48.35	4.39	31.23	68.77
Cazoleta		0.67	0.06	31.29	68.71



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE ARENAS Y FINOS		%TOTAL	
GRAVA (%)	14.81	100.00	
ARENA GRUESA (%)	6.07		
ARENA FINA (%)	10.35		
FINOS (%)	68.76		
COEFICIENTES		DIAMETROS EFECTIVOS	
Cu=	-	D60=	-
Cc=	-	D30=	-
		D10=	-
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318			
LÍMITE LÍQUIDO		37.00%	
LÍMITE PLÁSTICO		18.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD		19.00%	
CLASIFICACIÓN			
SUCS		CL	
ERROR DE ENSAYO (%)		0.035	

OBSERVACIONES: El suelo en estudio presenta un porcentaje de grava de 14.81%, Arena gruesa de 6.07%, Arena fina 10.35%, finos (limos y arcillas) de 68.76%.

NOTAS : El suelo en estudio ha sido clasificado mediante el sistema SUCS y corresponde a un **CL**, arcilla inorgánica de baja plasticidad con nombre de grupo: Arcilla mal gradada arenosa con grava.

REVISIÓN Y APROBACIÓN

LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

GEOREX S.A.C.

Domicilio: Jr. 27 de Noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masías N° 659-Cajamarca, RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo: georexsac@gmail.com

	GEOREX S.A.C. LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO	CÓDIGO: LG-2025-035
		FECHA: 13 setiembre 2025

MATERIAL :	CALICATA-CAPACIDAD PORTANTE				
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"				
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ				
UBICACIÓN :	DISTR. CAJAMARCA	PROVINCIA: CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	
RESPONSABLE :	LAB.MEC.DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC			COORDENADAS	
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:		ESTE	NORTE
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.0 a 3.0 m	774329.36	9209498.86

PESO VOLUMÉTRICO DE SUELO COHESIVO (NTP 339.139)

CONDICIONES DE LA MUESTRA			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TIPO DE MATERIAL:	Muestra Inalterada	TEMP. DE SECADO :	110 °C
TIPO DE MUESTRA :	Bloque	TIEMPO DE SECADO :	24 h
CLASIFICACIÓN :	CL	DENSIDAD DE PARAFINA:	0.897 g/cm ³
Inicio de Ensayo :		Fin de Ensayo:	

CONTENIDO DE HUMEDAD DE LAS MUESTRAS			
ESPECIMEN DE ENSAYO	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Contenido de humedad (%)	22.75	22.20	22.44

ESPECIMEN DE ENSAYO	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Masa de muestra húmeda (g)	68.11	40.42	53.29
Masa de muestra húmeda + Parafina (g) - m_w	72.77	43.41	57.76
Masa sumergida de muestra húmeda+ Parafina (g)	27.70	17.60	21.8
Temperatura del agua °C	21	21	21
Gravedad especifica de sólidos	2.62	2.62	2.62
Factor "K"	0.99948	0.99948	0.99948
Masa de muestra seca (g)	52.61	31.45	41.33
Peso de la Parafina (g)	4.66	2.99	4.47
Volumen de suelo + Parafina (cm ³)	45.07	25.81	35.96
Volumen de Parafina (cm ³)	5.20	3.33	4.98
Volumen de muestra (cm³)-V	39.87	22.48	30.98
Volumen de sólidos (cm ³)	20.082	12.003	15.775
Densidad aparente húmeda (g/cm ³)	1.708	1.798	1.720
Densidad aparente seca (g/cm ³)	1.392	1.472	1.405
Relación de Vacíos (e)	0.504	0.534	0.509
Porosidad (%) - n			
Densidad aparente húmeda promedio (g/cm³)	1.742		
Densidad aparente seca promedio (g/cm³)	1.423		
Relación de Vacíos promedio (e)			
Porosidad promedio (%) - n			

OBSERVACIONES:		REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS :		 LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN Ingeniero Civil Reg. CIP. N° 365782

GEOREX S.A.C.

Domicilio: Jr. 27 de noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masias N° 659-Cajamarca.

RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo: georexsac@gmail.com



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

GRAVEDAD ESPECÍFICA DE SÓLIDOS (ASTM D854)

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCION SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"							
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ							
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DPTO:	CAJAMARCA	COORDENADAS DE CALICATA	
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:					ESTE	NORTE
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:		0.0 m a 3.0 m			774329.36	9209498.86

CONDICIONES DEL PROCESO DE SECADO


TEMPERATURA	110 °C	TIEMPO DE SECADO	24 h
-------------	--------	------------------	------

MUESTRAS		M-1	M-2	M-3
N° de fiola	Unidades	1	2	3
Peso del Suelo Seco	g	75.00	74.80	74.98
Peso de la Fiola +Agua	g	678.40	678.20	679.20
Peso de la Fiola +Agua +Muestra	g	724.60	724.30	725.40
Temperatura del ensayo C°	C°	22	22	22
Factor	(K)	0.99957	0.99957	0.99957
P.E a Tempertura de Ensayo		2.604	2.606	2.605
Peso Específico a 22°	g/cm3	2.603	2.605	2.604
PROMEDIO	g/cm3	2.604		

OBSERVACIONES : La muestra a ensayar es la pasante ell tamiz N° 4

REVISIÓN Y APROBACIÓN

NOTAS :


LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

MATERIAL :	CAPACIDAD PORTANTE					
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
RESPONSABLE :	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO GEOREX SAC			COORDENADAS DE CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO	ESTE	774329.36	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.0 a 3.00 m	NORTE	9209498.86	

ENSAYO DE CORTE DIRECTO ASTM D3080

Inicio de Ensayo:	8/09/2025	Encargado de Ensayo:	
Fin de Ensayo :	11/09/2025		

DATOS GENERALES

TIPO DE MOLDE	CUADRADO	ESTADO DE LA MUESTRA	REMOLDEADA
MASA DEL MOLDE (g)	179.11	CONDICIÓN DE ENSAYO	CONSOLIDADO-DRENADO
LADO 1 DEL MOLDE (mm)	59.84	CLASIFICACIÓN S.U.C.S. DE MUESTRA	CL
LADO 2 DEL MOLDE (mm)	59.93	CONDICIÓN DE ESTRUCTURAD DE SUELO	ALTERADO
ALTURA DEL MOLDE (mm)	25.00	PROFUNDIDAD DE MUESTRA A ENSAYAR (m)	2.50
ÁREA DEL MOLDE (cm ²)	35.86	VELOCIDAD DE ENSAYO (mm/min)	t _r =50*t50
VOLUMEN DEL MOLDE (cm ³)	89.66		

ESPECIMEN N°	ESPECIMEN -01		ESPECIMEN -02		ESPECIMEN -03	
ESFUERZO NORMAL	0.50 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
DESCRIPCIÓN	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL

DENSIDADES						
MOLDE O TARA	M-1	I-13	M-1	T-18	M-1	T-8
MASA TARA O MOLDE	179.11	37.01	179.11	36.57	179.11	37
MASA DEL MOLDE + MUESTRA HUMEDA (g)	334.70	201.59	334.92	198.53	334.88	197.76
MASA MUESTRA HÚMEDA (g) (M _{T0})	155.59	164.58	155.81	161.96	155.77	160.76
MASA DE LA MUESTRA SECA + TARA (g)	160.88	160.88	161.28	161.28	162.68	162.68
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	25.61	32.87	24.94	29.87	23.94	27.91
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.735	1.872	1.738	1.891	1.737	2.025
DENSIDAD SECA (g/cm ³)	1.382	1.409	1.391	1.456	1.402	1.583

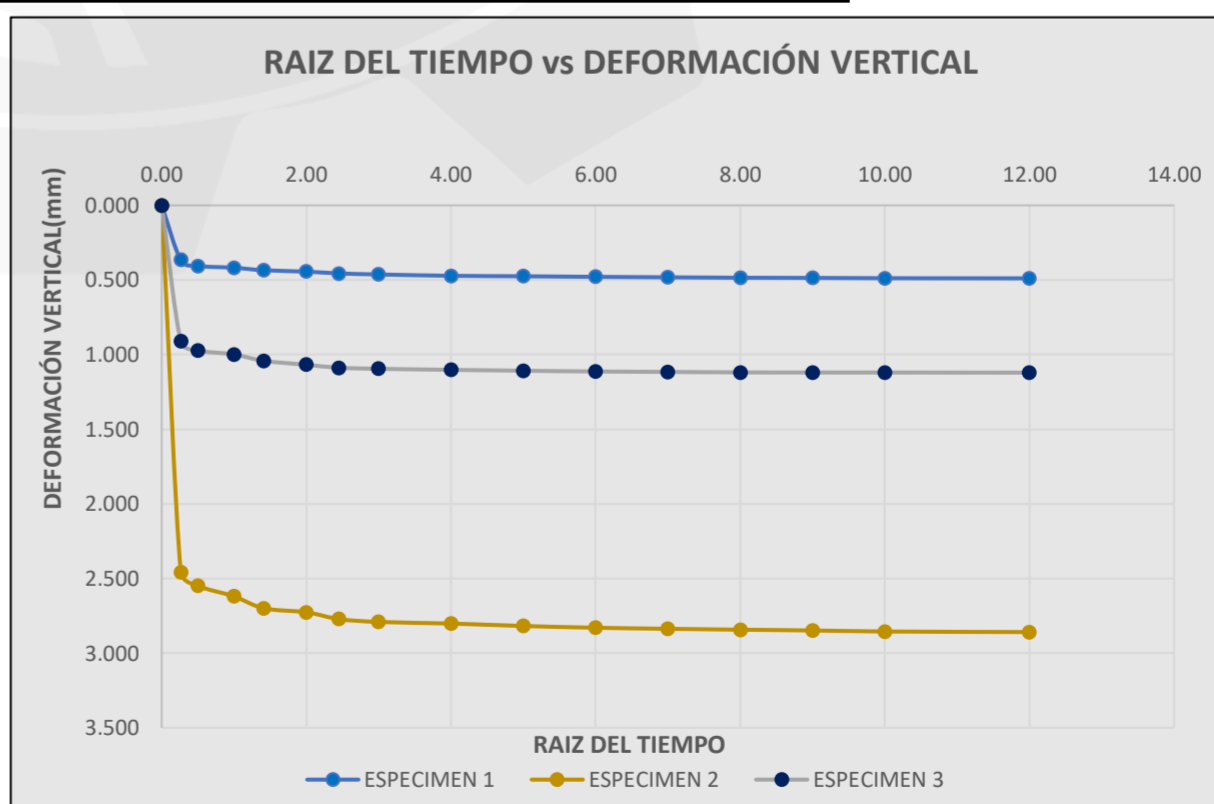
1.737

DEFORMACIONES						
ALTURA DEL ESPÉCIMEN (mm)	25.000	24.511	25.000	23.879	25.000	22.141
DEFORMACIÓN (mm)		-0.489		-1.121		-2.859

RELACIONES FUNDAMENTALES DE LOS ESPECIMENES ENSAYADOS						
Masa seca total del espécimen (M _d)	4.751		5.225		5.627	
Altura inicial de la muestra (H ₁) (mm)	25.00		25.00		25.00	
Gravedad específica de sólidos (G _s)	2.604		2.604		2.604	
Volumen de Sólidos (V _s) (cm ³)	61.78		61.94		62.47	
Altura de sólidos (H _s) (mm)	17.228		17.270		17.420	
Altura Inicial de Vacíos (H _v) (mm)	7.772		7.730		7.580	
Variación en la altura de la muestra (ΔH) (mm)	-0.489		-1.121		-2.859	
Altura final de la muestra (H _f = H ₁ +ΔH) (mm)	24.511		23.879		22.141	
Altura inicial del agua (H _{w1}) (mm)	-1.475		-1.525		-1.927	
Altura final del agua (H _{w2}) (mm)	1.032		0.190		-0.535	
Relación de vacíos antes del ensayo (e ₀)	0.451		0.448		0.435	
Relación de vacíos después del ensayo (e _f)	0.423		0.383		0.271	
Relación de vacíos (e)	0.480		0.512		0.599	
Grado de saturación antes del ensayo (S ₀) (%)	57.749		63.539		88.689	
Grado de saturación después del ensayo (S _f) (%)	59.774		65.847		92.771	
Deformación vertical (ε) (%)	-1.956		-4.484		-11.436	

LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

CONSOLIDACIÓN						
ESFUERZO NORMAL	0.5 Kg/cm ²		1.00 Kg/cm ²		2.00 Kg/cm ²	
	TIEMPO (t)	DEFORMACIÓN VERTICAL (mm)				
MINUTOS	RAIZ DE (t)	0.5 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²	0.5 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²
0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.07	0.26	0.366	0.912	2.457	0.366	0.912
0.25	0.50	0.406	0.972	2.549	0.406	0.972
1.00	1.00	0.418	0.999	2.620	0.418	0.999
2.00	1.41	0.435	1.042	2.700	0.435	1.042
4.00	2.00	0.444	1.068	2.726	0.444	1.068
6.00	2.45	0.456	1.088	2.772	0.456	1.088
9.00	3.00	0.463	1.095	2.791	0.463	1.095
16.00	4.00	0.472	1.102	2.802	0.472	1.102
25.00	5.00	0.475	1.108	2.818	0.475	1.108
36.00	6.00	0.479	1.113	2.830	0.479	1.113
49.00	7.00	0.482	1.116	2.837	0.482	1.116
64.00	8.00	0.485	1.119	2.843	0.485	1.119
81.00	9.00	0.486	1.120	2.848	0.486	1.120
100.00	10.00	0.488	1.120	2.855	0.488	1.120
144.00	12.00	0.489	1.121	2.859	0.489	1.121



OBSERVACIONES :		REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS :		

GEOREX S.A.C.

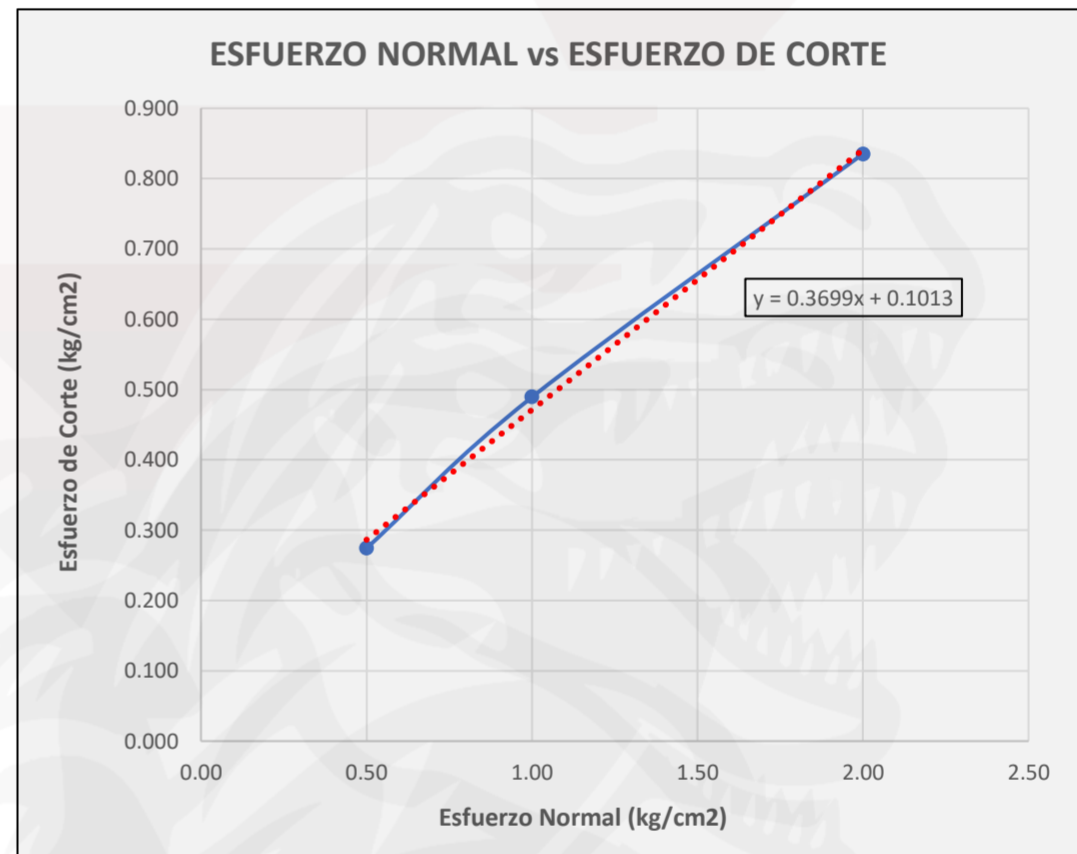
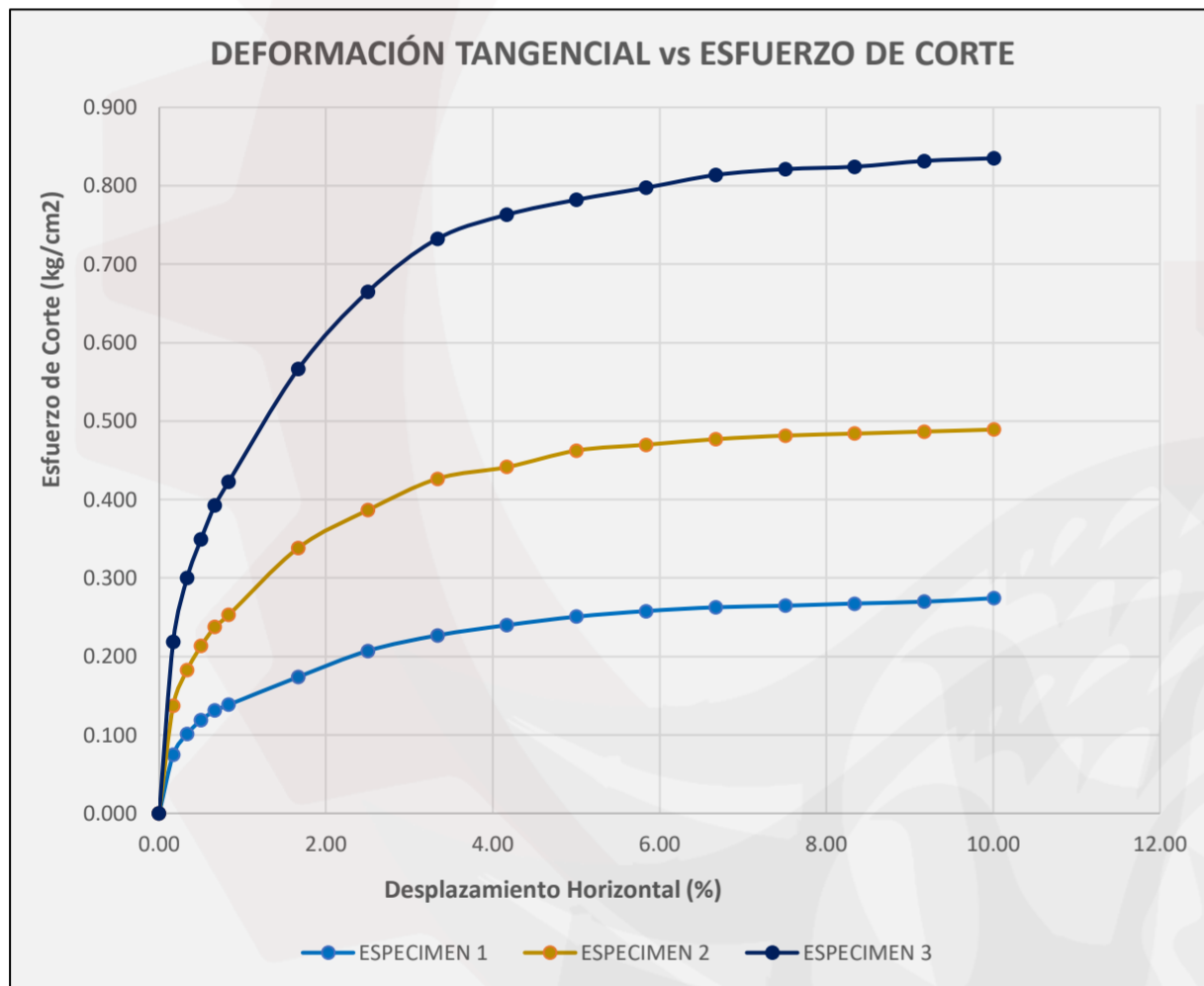
Domicilio: Jr. 27 de Noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masías N° 659-Cajamarca, RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo:georexsac@gmail.com



MATERIAL :	CAPACIDAD PORTANTE					
PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACION :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
RESPONSABLE :	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO GEOREX SAC			COORDENADAS DE CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO	ESTE	774329.36	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.0 a 3.00 m	NORTE	9209498.86	

CORTE										
Esfuerzo		0.50 kg/cm ²			1 kg/cm ²			2 kg/cm ²		
Velocidad de ensayo (mm/min)		0.14			0.14			0.14		
Deformación Horizontal (mm)	Deformación Horizontal (%)	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE
		N	Kg	Kg/cm ²	N	Kg	Kg/cm ²	N	Kg	Kg/cm ²
0.00	0.00	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.10	0.17	26.30	2.681	0.075	48.30	4.924	0.137	76.90	7.839	0.219
0.20	0.33	35.60	3.629	0.101	64.20	6.544	0.182	105.50	10.754	0.300
0.30	0.50	41.80	4.261	0.119	75.00	7.645	0.213	122.90	12.528	0.349
0.40	0.67	46.10	4.699	0.131	83.60	8.522	0.238	138.20	14.088	0.393
0.50	0.83	48.70	4.964	0.138	89.00	9.072	0.253	148.80	15.168	0.423
1.00	1.67	61.20	6.239	0.174	119.10	12.141	0.339	199.40	20.326	0.567
1.50	2.50	72.90	7.431	0.207	136.00	13.863	0.387	234.00	23.853	0.665
2.00	3.34	79.80	8.135	0.227	150.10	15.301	0.427	257.70	26.269	0.733
2.50	4.17	84.40	8.603	0.240	155.30	15.831	0.441	268.50	27.370	0.763
3.00	5.01	88.20	8.991	0.251	162.70	16.585	0.462	275.20	28.053	0.782
3.50	5.84	90.70	9.246	0.258	165.30	16.850	0.470	280.60	28.603	0.798
4.00	6.67	92.40	9.419	0.263	167.80	17.105	0.477	286.30	29.185	0.814
4.50	7.51	93.10	9.490	0.265	169.40	17.268	0.482	288.90	29.450	0.821
5.00	8.34	94.10	9.592	0.267	170.30	17.360	0.484	290.00	29.562	0.824
5.50	9.18	94.90	9.674	0.270	171.20	17.452	0.487	292.60	29.827	0.832
6.00	10.01	96.50	9.837	0.274	172.10	17.543	0.489	293.80	29.949	0.835



Prueba	Esfuerzo Normal (kg/cm ²)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)
1	0.50	0.274
2	1.00	0.489
3	2.00	0.835

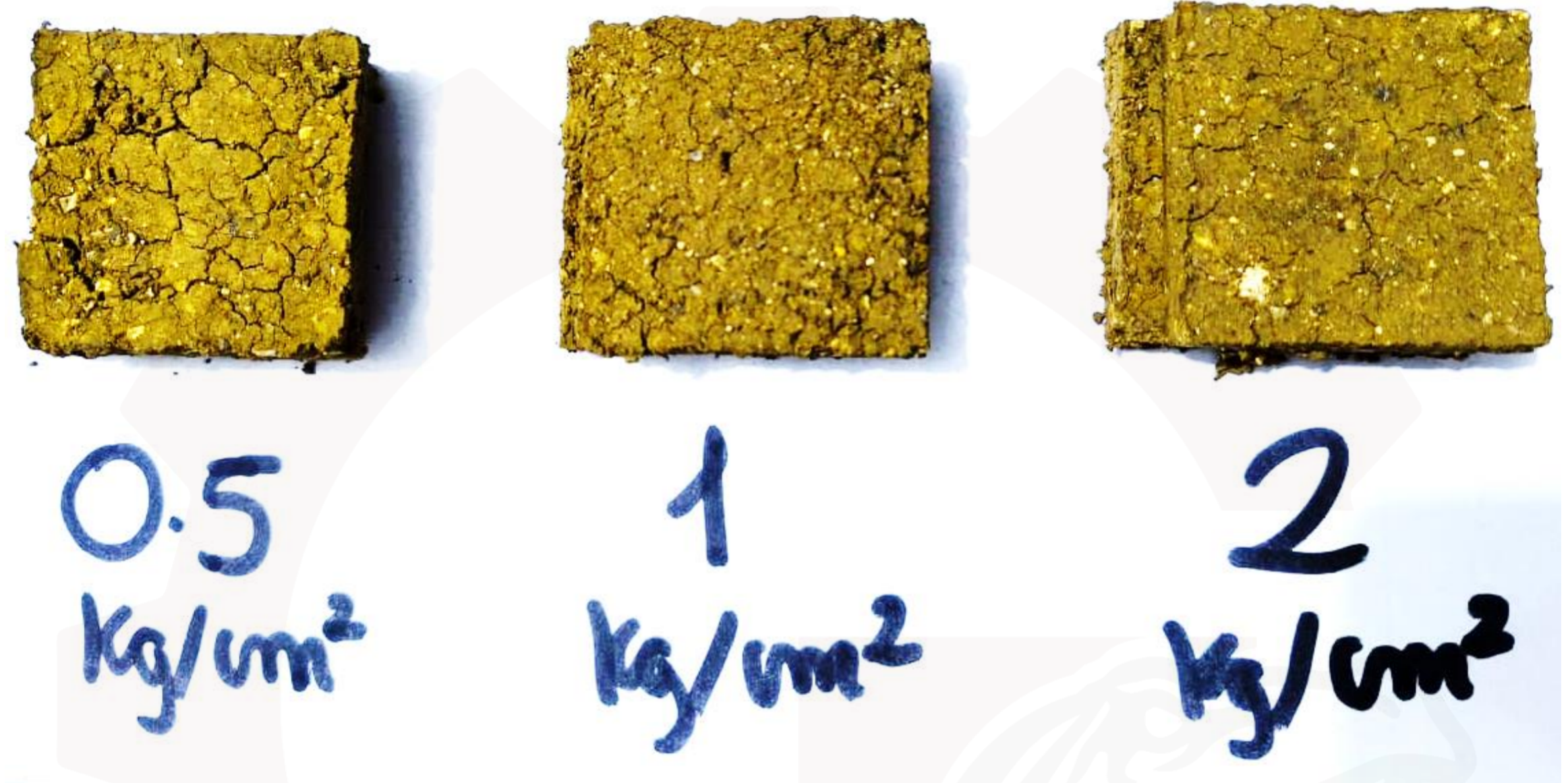
RESULTADOS


COHESIÓN C =	0.101 kg/cm²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA φ =	20.50

OBSERVACIONES :	La muestra ensayada mediante el ensayo de corte directo consolidado-drenado fue obtenida de una profundidad de 3.0 m	REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS :		 LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN Ingeniero Civil Reg. CIP. N° 365782

MATERIAL	CAPACIDAD PORTANTE					
PROYECTO	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA
RESPONSABLE	LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO GEOREX SAC			COORDENADAS DE CALICATA		
CALICATA	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO	ESTE	774329.36	
MUESTRA	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.0 a 3.00 m	NORTE	9209498.86	

MUESTRAS ENSAYADAS (ENSAYO CONSOLIDADO-DRENADO)



OBSERVACIONES		REVISIÓN Y APROBACIÓN
NOTAS		 LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN Ingeniero Civil Reg. CIP. N° 365782



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

PERFIL ESTRATIGRÁFICO

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"						
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ						
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTAMENTO:	CAJAMARCA	
RESPONSABLE:	LAB. DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC				COORDENADAS CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:			ESTE	774329.36	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:			NORTE	9209498.86	

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo gráfico		LL (%)	IP (%)
0.10		ARCILLA MAL GRADADA ARENOSA CON GRAVA (CL)	CL		22.54%	37.00%	19.00%
0.20							
0.30							
0.40							
0.50							
0.60		ARCILLA MEDIANAMENTE COMPACTA DE COLOR MARRON					
0.70							
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60		ARCILLA MAL GRADADA ARENOSA CON GRAVA (CL), COLOR AMARILLENTO, CUYA PRESENCIA DE GRAVA ES DE 14.81 %, FINOS (LIMOS Y ARCILLAS) DE 68.76%, ARENA GRUESA DE 6.07 %, ARENA FINA DE 10.35%.					
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00	M-1						

OBSERVACIONES:

Se ha realizado una calicata a cielo abierto para determinar el tipo de suelo existente en los diferentes estratos que componen el suelo en la ubicación en estudio. La muestra estudiada es de una profundidad de 3m.

NOTAS :

A una profundidad de 3m se evidenció la presencia de bolones suspendidos o cantos rodados provenientes de depositos aluviales.

REVISIÓN Y APROBACIÓN

LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

GEOREX S.A.C.

Domicilio: Jr. 27 de Noviembre N° 719-Chota-Cajamarca, Jr. Beato Masias N° 659-Cajamarca, RUC: 20611044853, Celular: 988597789

Correo: georexsac@gmail.com



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTO:	CAJAMARCA
SOLICITANTE :	LAB.MEC.DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC			COORDENADAS CALICATA		
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO		ESTE:	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	DE 0.0 a 3.00 m		NORTE:	

DATOS		
Cohesión del Suelo (Kg/cm ²)	=	0.101
Ángulo de Fricción, ϕ (°)	=	20.5
Peso Volumétrico γ	=	1.737

FACTORES	Nc	Nq	Ny
GENERAL	18.44	7.93	5.47
LOCAL	12.1	4.07	1.85
SEGURIDAD	3	3	3

FALLA LOCAL-CIMENTACIÓN CORRIDA

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.00	1.00	20.50	1.01	16.82	5.61	0.56
1.00	1.20	20.50	1.01	18.24	6.08	0.61
1.00	1.50	20.50	1.01	20.36	6.79	0.68
1.00	2.00	20.50	1.01	23.89	7.96	0.80
1.00	2.50	20.50	1.01	27.43	9.14	0.91
1.00	3.00	20.50	1.01	30.96	10.32	1.03

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.20	1.00	20.50	1.01	17.14	5.71	0.57
1.20	1.20	20.50	1.01	18.56	6.19	0.62
1.20	1.50	20.50	1.01	20.68	6.89	0.69
1.20	2.00	20.50	1.01	24.21	8.07	0.81
1.20	2.50	20.50	1.01	27.75	9.25	0.92
1.20	3.00	20.50	1.01	31.28	10.43	1.04

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.50	1.00	20.50	1.01	17.63	5.88	0.59
1.50	1.20	20.50	1.01	19.04	6.35	0.63
1.50	1.50	20.50	1.01	21.16	7.05	0.71
1.50	2.00	20.50	1.01	24.70	8.23	0.82
1.50	2.50	20.50	1.01	28.23	9.41	0.94
1.50	3.00	20.50	1.01	31.77	10.59	1.06

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.00	1.00	20.50	1.01	18.43	6.14	0.61
2.00	1.20	20.50	1.01	19.84	6.61	0.66
2.00	1.50	20.50	1.01	21.97	7.32	0.73
2.00	2.00	20.50	1.01	25.50	8.50	0.85
2.00	2.50	20.50	1.01	29.03	9.68	0.97
2.00	3.00	20.50	1.01	32.57	10.86	1.09

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.50	1.00	20.50	1.01	19.23	6.41	0.64
2.50	1.20	20.50	1.01	20.65	6.88	0.69
2.50	1.50	20.50	1.01	22.77	7.59	0.76
2.50	2.00	20.50	1.01	26.30	8.77	0.88
2.50	2.50	20.50	1.01	29.84	9.95	0.99
2.50	3.00	20.50	1.01	33.37	11.12	1.11

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
3.00	1.00	20.50	1.01	20.04	6.68	0.67
3.00	1.20	20.50	1.01	21.45	7.15	0.72
3.00	1.50	20.50	1.01	23.57	7.86	0.79
3.00	2.00	20.50	1.01	27.11	9.04	0.90
3.00	2.50	20.50	1.01	30.64	10.21	1.02
3.00	3.00	20.50	1.01	34.18	11.39	1.14


LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782



GEOREX S.A.C.
LABORATORIO DE SUELOS, CONCRETO Y ASFALTO

CÓDIGO: LG-2025-035

FECHA: 13 setiembre 2025

CAPACIDAD DE CARGA DE TERZAGHI (1943)

PROYECTO :	"INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"					
SOLICITANTE :	JAIME VALQUI PÉREZ					
UBICACIÓN :	DISTRITO:	CAJAMARCA	PROVINCIA:	CAJAMARCA	DEPARTO:	CAJAMARCA
SOLICITANTE :	LAB.MEC.DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS GEOREX SAC				COORDENADAS CALICATA	
CALICATA :	C-1	ESTRUCTURA:	EDIFICIO		ESTE:	
MUESTRA :	M-1	PROFUNDIDAD:	DE 0.0 a 3.00 m		NORTE:	

DATOS		
Cohesión del Suelo (Kg/cm ²)	=	0.101
Ángulo de Fricción, ϕ (°)	=	20.5
Peso Volumétrico y	=	1.737

FACTORES	Nc	Nq	Ny
GENERAL	18.44	7.93	5.47
LOCAL	12.1	4.07	1.85
SEGURIDAD	3	3	3

FALLA LOCAL-CIMENTACIÓN CUADRADA

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.00	1.00	20.50	1.01	18.95	6.32	0.63
1.00	1.20	20.50	1.01	20.36	6.79	0.68
1.00	1.50	20.50	1.01	22.48	7.49	0.75
1.00	2.00	20.50	1.01	26.02	8.67	0.87
1.00	2.50	20.50	1.01	29.55	9.85	0.99
1.00	3.00	20.50	1.01	33.09	11.03	1.10

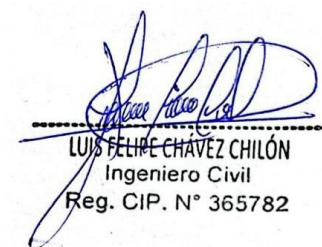
B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.20	1.00	20.50	1.01	19.20	6.40	0.64
1.20	1.20	20.50	1.01	20.62	6.87	0.69
1.20	1.50	20.50	1.01	22.74	7.58	0.76
1.20	2.00	20.50	1.01	26.27	8.76	0.88
1.20	2.50	20.50	1.01	29.81	9.94	0.99
1.20	3.00	20.50	1.01	33.34	11.11	1.11

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
1.50	1.00	20.50	1.01	19.59	6.53	0.65
1.50	1.20	20.50	1.01	21.00	7.00	0.70
1.50	1.50	20.50	1.01	23.12	7.71	0.77
1.50	2.00	20.50	1.01	26.66	8.89	0.89
1.50	2.50	20.50	1.01	30.19	10.06	1.01
1.50	3.00	20.50	1.01	33.73	11.24	1.12



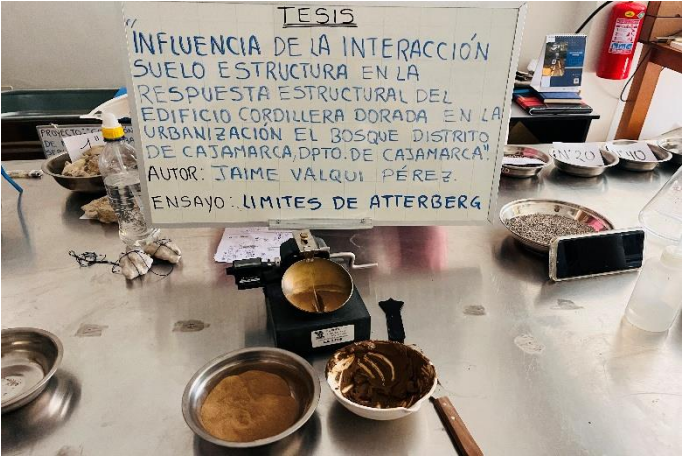
B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.00	1.00	20.50	1.01	20.23	6.74	0.67
2.00	1.20	20.50	1.01	21.65	7.22	0.72
2.00	1.50	20.50	1.01	23.77	7.92	0.79
2.00	2.00	20.50	1.01	27.30	9.10	0.91
2.00	2.50	20.50	1.01	30.84	10.28	1.03
2.00	3.00	20.50	1.01	34.37	11.46	1.15

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
2.50	1.00	20.50	1.01	20.87	6.96	0.70
2.50	1.20	20.50	1.01	22.29	7.43	0.74
2.50	1.50	20.50	1.01	24.41	8.14	0.81
2.50	2.00	20.50	1.01	27.94	9.31	0.93
2.50	2.50	20.50	1.01	31.48	10.49	1.05
2.50	3.00	20.50	1.01	35.01	11.67	1.17

B (m)	Df(m)	ϕ	C (ton/m ²)	qu (ton/m ²)	qa (ton/m ²)	qa (kg/cm ²)
3.00	1.00	20.50	1.01	21.52	7.17	0.72
3.00	1.20	20.50	1.01	22.93	7.64	0.76
3.00	1.50	20.50	1.01	25.05	8.35	0.84
3.00	2.00	20.50	1.01	28.59	9.53	0.95
3.00	2.50	20.50	1.01	32.12	10.71	1.07
3.00	3.00	20.50	1.01	35.66	11.89	1.19


LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

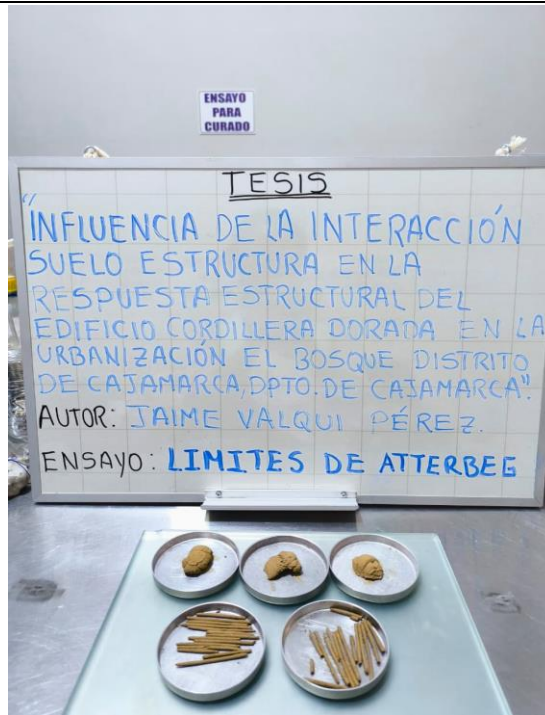
PANEL FOTOGRÁFICO

<p>✓ Ensayo de contenido de humedad (ASTM D2216).</p>	
<p>✓ Ensayo de límites de atterberg (ASTM D4318, AASHTO T 89), preparación de muestra para ensayo de límites de atterberg.</p>	
<p>✓ Ensayo de límites de atterberg (ASTMD4318, AASHTO T 89).</p>	



LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

✓ Ensayo de límites de atterberg (ASTMD4318, AASHTO T 89), muestras secas finales.



✓ Ensayo de análisis granulométrico (NTP 339.128, ASTM D6913, AASHTO T 88), peso inicial de muestra a lavar mediante la malla N° 200 para posteriormente realizar el tamizado.



✓ Ensayo de análisis granulométrico (NTP 339.128, ASTM D6913, AASHTO T 88), muestra tamizada.

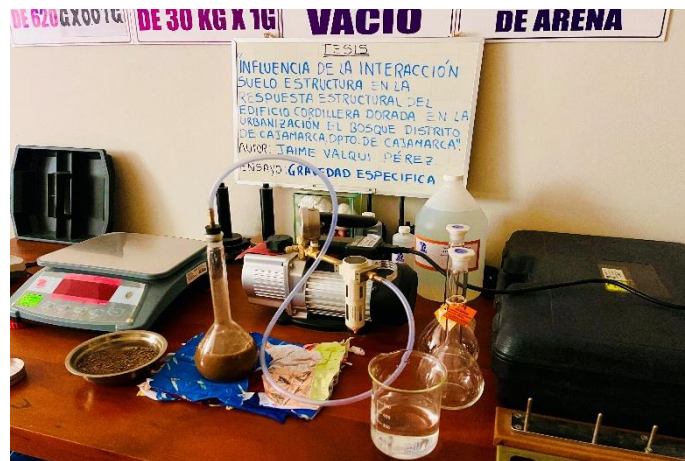
LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782



✓ Ensayo de gravedad específica de sólidos (ASTM D854), preparación de muestra.



✓ Ensayo de gravedad específica de sólidos (ASTM D854) eliminación de vacíos mediante bomba de vacíos.

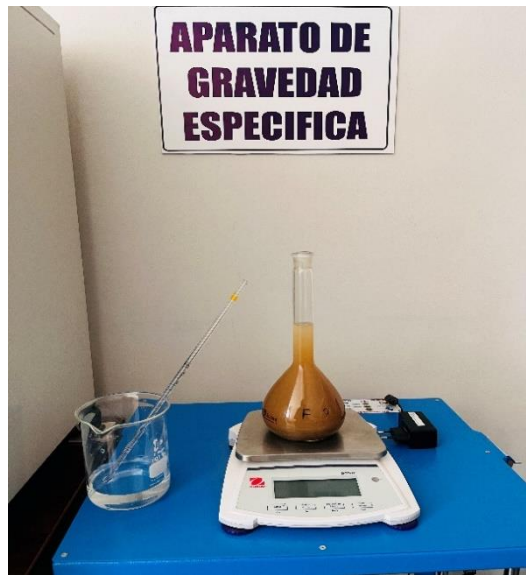


✓ Ensayo de gravedad específica de sólidos (ASTM D854), control de temperatura.

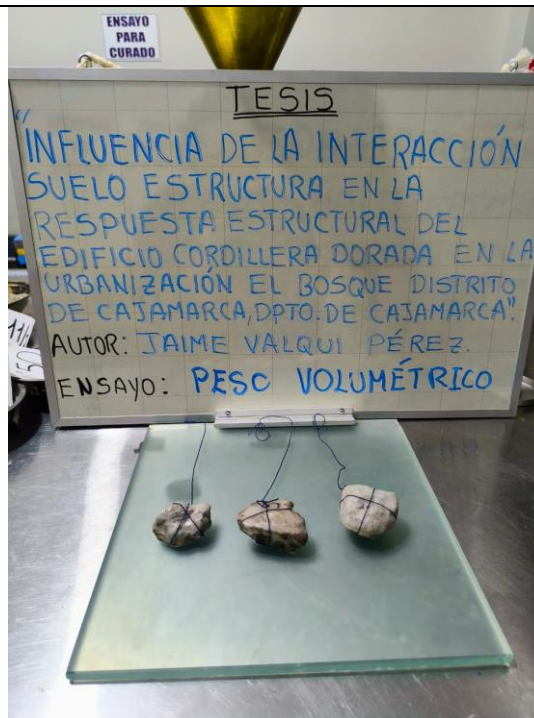



LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

✓ Ensayo de gravedad específica de sólidos (ASTM D854) fiola más muestra.



✓ Ensayo de peso volumétrico de suelo cohesivo. (NTP 339.139) muestras inalteradas con parafina.

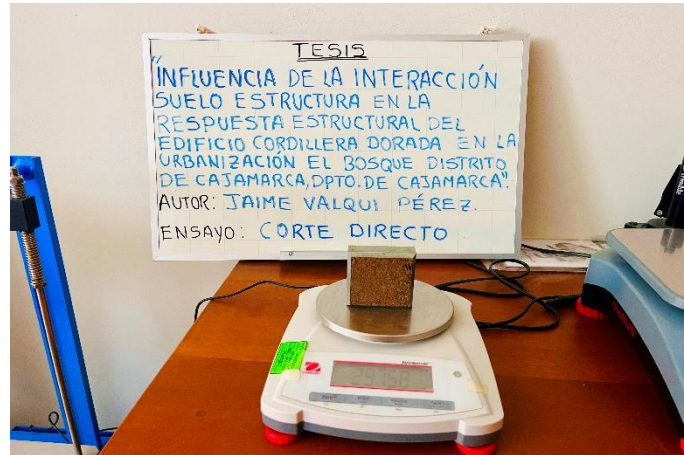


✓ Ensayo de corte directo (ASTM D3080), remoldeo de muestras.


LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782



✓ Ensayo de corte directo (ASTM D3080), peso de muestra a ensayar más molde.



✓ Ensayo de corte directo (ASTM D3080), Ensayo de muestras consolidadas-drenadas.



LUIS FELIPE CHÁVEZ CHILÓN
Ingeniero Civil
Reg. CIP. N° 365782

TESIS: "INFLUENCIA DE LA INTERACCIÓN SUELO ESTRUCTURA EN LA RESPUESTA ESTRUCTURAL DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA EN LA URBANIZACIÓN EL BOSQUE DISTRITO DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA"

ANEXO D. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS 2

Coordenadas UTM S 17 de calicata 1:

E: 774383.00

N: 9209464.00

Coordenadas UTM S 17 de calicata 2:

E: 774406.00

N: 9209455.00

Coordenadas UTM S 17 de calicata 3:

E: 774396.00

N: 9209464.00

RUC: 20602101488

Dirección: Psj. Diego Ferre N° 295 – Barrio San Martín – Cajamarca.

CORREO: guersaningenieros@gmail.com

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE CIMENTACIÓN

PROYECTO:

"DOLLARCITY EVITAMIENTO"

SOLICITANTE:

DOLLARCITY

UBICACIÓN:

DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE
CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA

CAJAMARCA, 21 DE FEBRERO DE 2024

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.




Lesly Jhulisa Chingay Paredes
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 208534

Anexo 1: Resultados de ensayos de laboratorio

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.




.....
Lesly Jhulisa Chingay Paredes
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

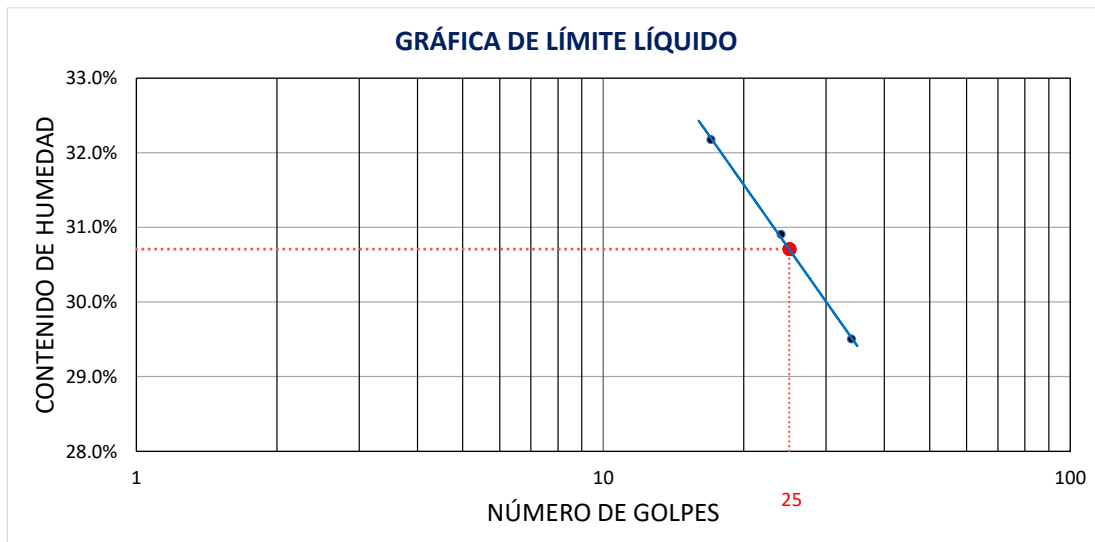
CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	D-16
Masa de tara (g)	112.70
M. Tara + M. Húmeda (g)	3855.00
M. Tara + M. Seca (g)	2878.00
Masa de agua (g)	977.00
Masa de Muestra Seca (g)	2765.30
W (%)	35.33%


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00 9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.57	10.75	11.05	M tara (g)	11.36	11.26
Mt+ M.Húmeda (g)	41.64	41.50	41.12	Mt+ M.Húmeda (g)	17.20	17.25
Mt+ M. Seca (g)	34.32	34.24	34.27	Mt+ M. Seca (g)	16.18	16.20
M agua (g)	7.32	7.26	6.85	M agua (g)	1.02	1.05
M M.Seca (g)	22.75	23.49	23.22	M. Muestra Seca (g)	4.82	4.94
W(%)	32.18%	30.91%	29.50%	W(%)	21.16%	21.26%
N.GOLPES	17	24	34	Contenido de Humedad Promedio: 21.21%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
31.00%	21.00%	10.00%

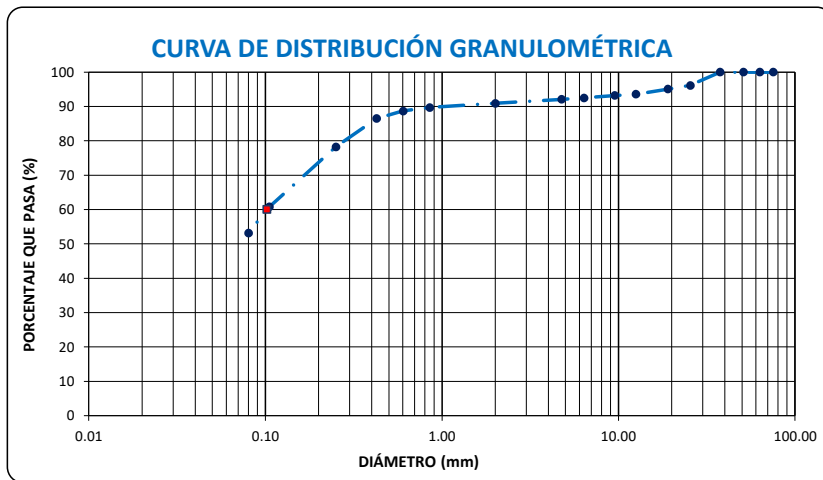


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00 9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	2500.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	2302.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	198.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.3683


ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	96.00	3.84	3.84	96.16
¾"	19.05	27.00	1.08	4.92	95.08
½"	12.70	38.00	1.52	6.44	93.56
⅜"	9.52	9.00	0.36	6.80	93.20
¼"	6.35	17.00	0.68	7.48	92.52
N°4	4.75	11.00	0.44	7.92	92.08
TOTAL	W G =	198.00			

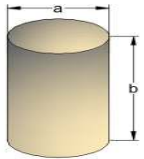
ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	3.20	1.18	9.10	90.90
N 20	0.85	3.30	1.22	10.31	89.69
N 30	0.60	2.70	0.99	11.31	88.69
N 40	0.43	6.00	2.21	13.52	86.48
N 60	0.25	22.30	8.21	21.73	78.27
N 140	0.11	47.50	17.50	39.23	60.77
N 200	0.08	20.70	7.62	46.85	53.15
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	7.92		
ARENA GRUESA (%):	5.60		
ARENA FINA (%):	33.3		
FINOS (%):	53.15		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.102
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		31.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		21.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		10.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CL	


OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, MEDIANAMENTE CONSOLIDADA, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 7.92% DE GRAVA DE TM 1 ½" Y 38.93% DE ARENA FINA A GRUESA.
-----------------------	---

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	DENSIDAD HÚMEDA EN CAMPO (MÉTODO VOLUMÉTRICO)			NTP 339.139	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00	9209464.00

DENSIDAD HÚMEDA		
PROPIEDADES	CILINDRO METÁLICO	
	Peso del anillo (Wc) (g)	75.84
	Diámetro (a) (cm)	5.96
	Altura (b) (cm)	1.82
	Volumen del anillo (Vc) (cm ³)	50.78
Peso de la muestra + anillo (Wh+c) (g)		157.64
Peso de la muestra (Wh) (g)		81.8
Dh (g/cm³)		1.611

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS		ASTM D 3080		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 01		
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		DATOS DEL MOLDE			
CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	MOLDE	CIRCULAR	ÁREA (cm2)	27.899
ESTADO :	INALTERADO	DIÁMETRO (cm)	5.96	VOLUMEN (cm3)	50.78
		ALTURA (cm)	1.82	PESO (g)	75.84

DATOS DEL ENSAYO							
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm2)	0.50 Kg/cm2		1.00 Kg/cm2		2.00 Kg/cm2	
VELOCIDAD ENSAYO	(mm/min)	0.157		0.109		0.062	
PESO DEL ANILLO MÁS MUESTRA	(g)	157.640		157.650		157.630	
PESO MUESTRA	(g)	81.800		81.810		81.790	
DEFORMACIÓN FINAL	(mm)	-0.157		-0.385		-0.561	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
TARA		1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA	(g)	10.44	10.21	10.31	9.96	10.18	10.17
PESO TARA + MUESTA HUMEDA	(g)	92.24	94.98	92.12	94.73	91.97	94.51
PESO TARA + MUESTRA SECA	(g)	70.65	71.87	70.95	72.04	70.49	71.63
ALTURA	(cm)	1.82	1.80	1.82	1.78	1.82	1.76
DIAMETRO	(cm)	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	35.86%	37.48%	34.91%	36.55%	35.62%	37.23%
DENSIDAD HÚMEDA	(g/cm3)	1.611	1.625	1.611	1.646	1.611	1.662

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA									
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm2			1.00 Kg/cm2			2.00 Kg/cm2		
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE
	N	kg	Kg (cm2)	N	kg	Kg (cm2)	N	kg	Kg (cm2)
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.100	9.08	0.926	0.033	16.37	1.669	0.060	31.54	3.217	0.115
0.200	18.38	1.874	0.067	31.05	3.166	0.113	52.62	5.366	0.192
0.300	26.46	2.698	0.097	42.71	4.355	0.156	71.01	7.241	0.260
0.400	36.09	3.680	0.132	55.04	5.613	0.201	91.49	9.330	0.334
0.500	45.72	4.662	0.167	65.58	6.687	0.240	109.43	11.159	0.400
1.000	64.65	6.592	0.236	92.59	9.442	0.338	151.44	15.443	0.554
1.500	76.27	7.778	0.279	109.19	11.134	0.399	177.16	18.065	0.648
2.000	82.69	8.432	0.302	118.04	12.037	0.431	190.61	19.437	0.697
2.500	85.57	8.726	0.313	123.53	12.597	0.452	198.69	20.260	0.726
3.000	87.67	8.940	0.320	127.01	12.951	0.464	203.47	20.748	0.744
3.500	88.67	9.042	0.324	129.25	13.180	0.472	206.61	21.068	0.755
4.000	90.00	9.177	0.329	131.04	13.363	0.479	209.15	21.327	0.764
4.500	90.66	9.245	0.331	132.17	13.477	0.483	210.65	21.480	0.770
5.000	91.44	9.324	0.334	132.84	13.546	0.486	211.39	21.556	0.773
5.500	91.44	9.324	0.334	132.84	13.546	0.486	211.39	21.556	0.773
6.000	91.44	9.324	0.334	132.84	13.546	0.486	211.39	21.556	0.773

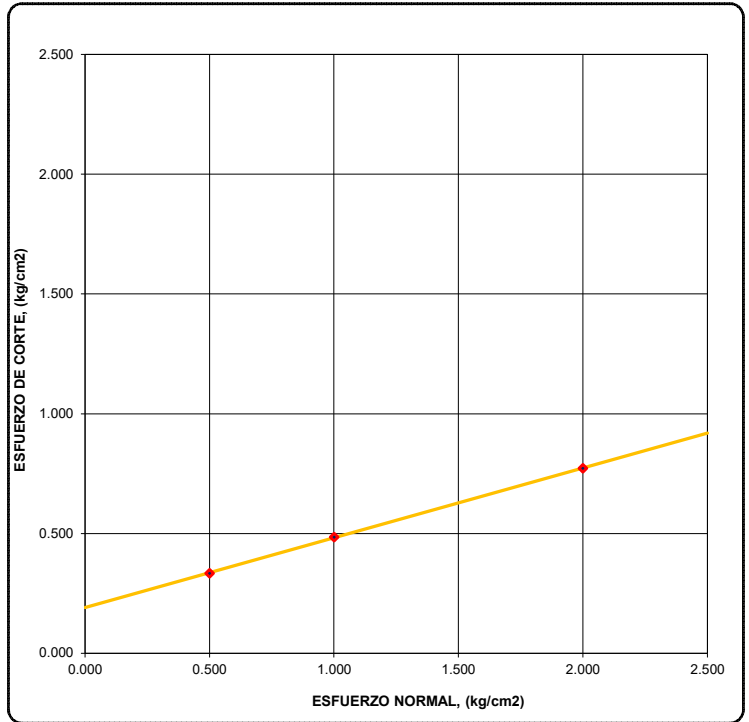
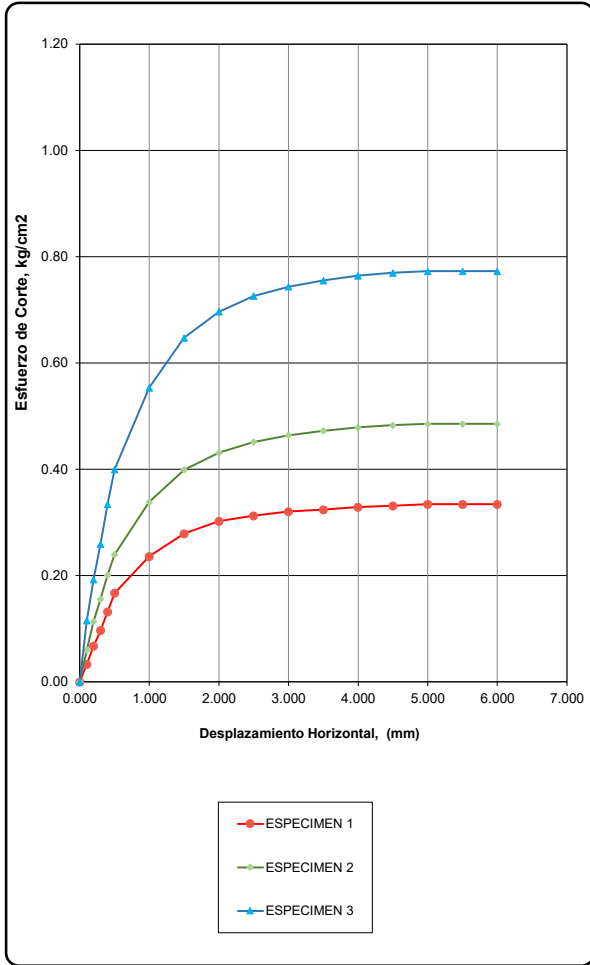
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS			ASTM D 3080	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00 9209464.00

CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	ESTADO :	INALTERADO
--------------------------	----	----------	------------

APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE	ENVOLVENTES DE RESISTENCIA
----------------------------------	----------------------------



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.500	0.334
2	1.000	0.486
3	2.000	0.773

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN (C) =	0.191	kg/cm ²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)=	16.25	°

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE - CIMENTACIÓN CUADRADA (Falla Local por Corte)					
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.80m a 3.30m	774383.00	9209464.00

FÓRMULA DE TERZAGHI:


$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

DATOS INICIALES:

TIPO DE SUELO			CL
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	(°)	f =	16.25
COHESIÓN	(kg/cm2)	c =	0.191
PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	(kg/cm3)	g =	0.00161
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	(cm)	Df =	200.00
ANCHO DE CIMIENTO	(cm)	B =	150.00
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:		N'c =	10.164
		N'q =	2.973
		N'g =	0.693
FACTOR DE SEGURIDAD		F.S. =	3.000

RESULTADOS:

$$q_u = 2.71 \text{ Kg/cm}^2 \quad \longrightarrow \quad q_{ad} = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$$


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 01	
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 3.30m a 6.00m	774383.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	M-3
Masa de tara (g)	134.30
M. Tara + M. Húmeda (g)	5768.00
M. Tara + M. Seca (g)	4785.00
Masa de agua (g)	983.00
Masa de Muestra Seca (g)	4650.70
W (%)	21.14%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

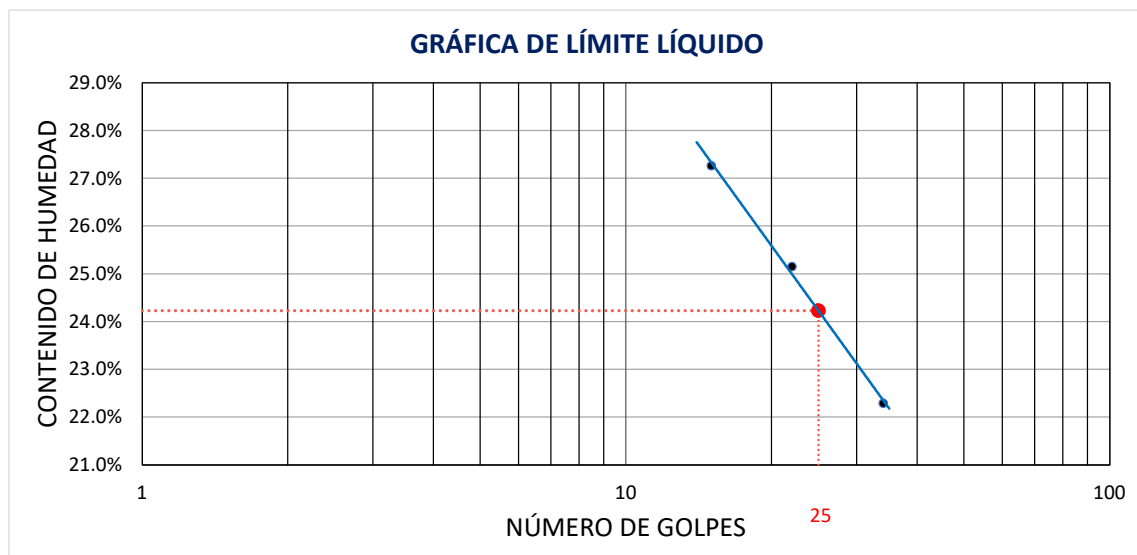

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 01
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 3.30m a 6.00m	774383.00 9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	10.79	11.27	10.05	M tara (g)	11.63	11.45
Mt+ M.Húmeda (g)	42.72	42.67	42.53	Mt+ M.Húmeda (g)	17.25	17.37
Mt+ M. Seca (g)	35.88	36.36	36.61	Mt+ M. Seca (g)	16.35	16.42
M agua (g)	6.84	6.31	5.92	M agua (g)	0.90	0.95
M M.Seca (g)	25.09	25.09	26.56	M. Muestra Seca (g)	4.72	4.97
W(%)	27.26%	25.15%	22.29%	W(%)	19.07%	19.11%
N.GOLPES	15	22	34	Contenido de Humedad Promedio: 19.09%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
24.00%	19.00%	5.00%

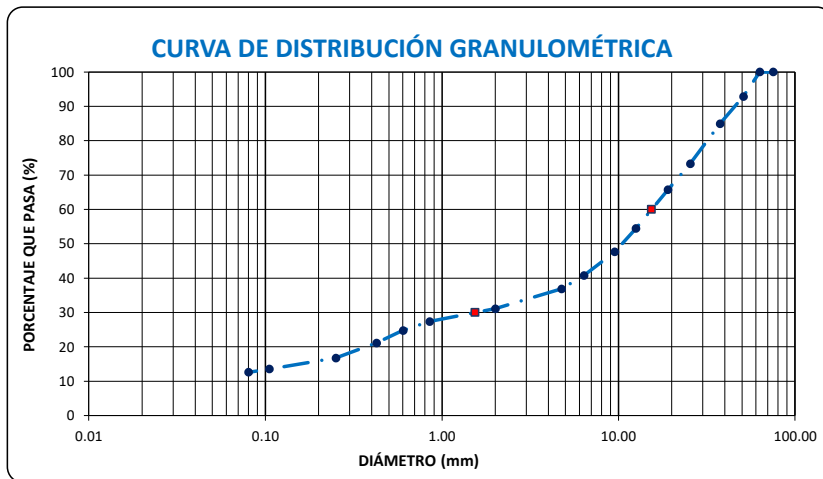


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 01		
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 3.30m a 6.00m	774383.00	9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	5000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	1845.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	3155.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.1476


ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	358.00	7.16	7.16	92.84
1 ½"	38.10	394.00	7.88	15.04	84.96
1"	25.40	584.00	11.68	26.72	73.28
¾"	19.05	378.00	7.56	34.28	65.72
½"	12.70	563.00	11.26	45.54	54.46
⅜"	9.52	340.00	6.80	52.34	47.66
¼"	6.35	345.00	6.90	59.24	40.76
N°4	4.75	193.00	3.86	63.10	36.90
TOTAL	WG =	3155.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	39.00	5.76	68.86	31.14
N 20	0.85	25.60	3.78	72.63	27.37
N 30	0.60	17.70	2.61	75.25	24.75
N 40	0.43	24.60	3.63	78.88	21.12
N 60	0.25	29.60	4.37	83.25	16.75
N 140	0.11	21.70	3.20	86.45	13.55
N 200	0.08	6.30	0.93	87.38	12.62
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	63.10		
ARENA GRUESA (%):	15.78		
ARENA FINA (%):	8.5		
FINOS (%):	12.62		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	15.360
Cc =	-	D30 =	1.544
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		24.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		19.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		5.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		GM	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA GRAVA LIMOSA DE TM 2 ½", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 24.28% DE ARENA GRUESA A FINA, 12.62% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".
-----------------------	---


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00	9209455.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	D-21
Masa de tara (g)	114.90
M. Tara + M. Húmeda (g)	2629.00
M. Tara + M. Seca (g)	2132.00
Masa de agua (g)	497.00
Masa de Muestra Seca (g)	2017.10
W (%)	24.64%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

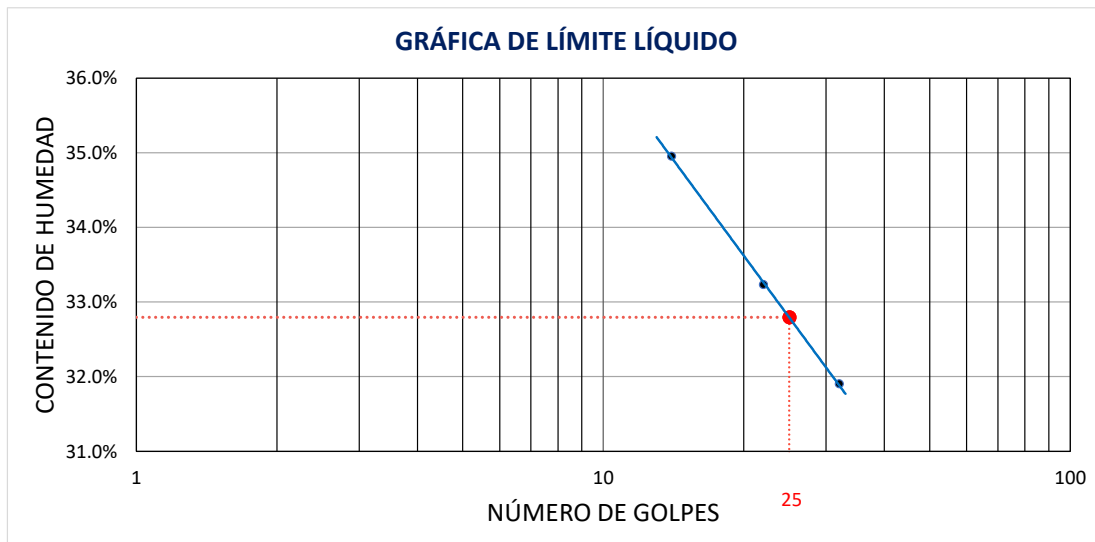

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L.			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00 9209455.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	12.12	11.64	11.59	M tara (g)	11.32	11.45
Mt+ M.Húmeda (g)	42.39	41.87	42.64	Mt+ M.Húmeda (g)	19.62	19.84
Mt+ M. Seca (g)	34.55	34.33	35.13	Mt+ M. Seca (g)	18.11	18.32
M agua (g)	7.84	7.54	7.51	M agua (g)	1.51	1.52
M M.Seca (g)	22.43	22.69	23.54	M. Muestra Seca (g)	6.79	6.87
W(%)	34.95%	33.23%	31.90%	W(%)	22.24%	22.13%
N.GOLPES	14	22	32	Contenido de Humedad Promedio: 22.18%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
33.00%	22.00%	11.00%



GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

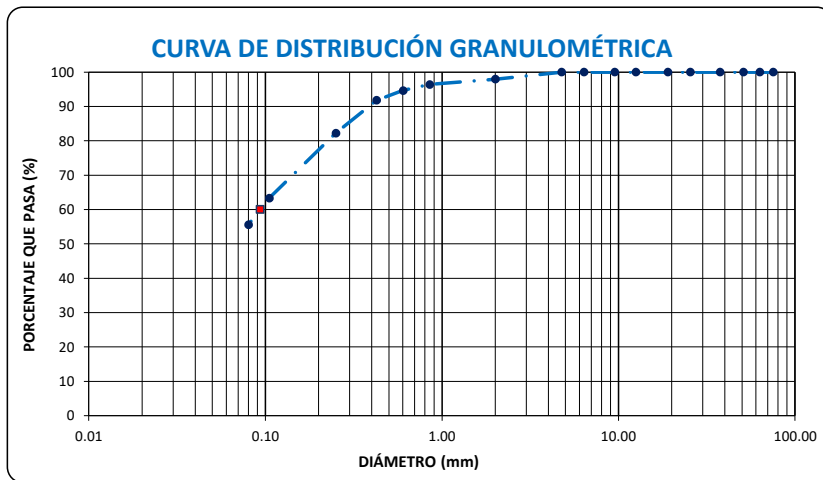

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00 9209455.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	280.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	280.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.4000


ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

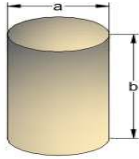
ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	5.10	2.04	2.04	97.96
N 20	0.85	3.80	1.52	3.56	96.44
N 30	0.60	4.50	1.80	5.36	94.64
N 40	0.43	7.10	2.84	8.20	91.80
N 60	0.25	23.80	9.52	17.72	82.28
N 140	0.11	47.40	18.96	36.68	63.32
N 200	0.08	19.40	7.76	44.44	55.56
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	0.00		
ARENA GRUESA (%):	8.20		
ARENA FINA (%):	36.2		
FINOS (%):	55.56		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.093
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		33.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		22.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		11.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CL	


OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA
	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 44.44% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	DENSIDAD HÚMEDA EN CAMPO (MÉTODO VOLUMÉTRICO)			NTP 339.139	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00	9209455.00

DENSIDAD HÚMEDA		
PROPIEDADES	CILINDRO METÁLICO	
	Peso del anillo (Wc) (g)	75.84
	Diámetro (a) (cm)	5.96
	Altura (b) (cm)	1.82
	Volumen del anillo (Vc) (cm ³)	50.78
Peso de la muestra + anillo (Wh+c) (g)	157.38	
Peso de la muestra (Wh) (g)	81.5	
Dh (g/cm³)	1.606	

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS		ASTM D 3080		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 02		
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00	9209455.00

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		DATOS DEL MOLDE			
CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	MOLDE	CIRCULAR	ÁREA (cm²)	27.899
ESTADO :	INALTERADO	DIÁMETRO (cm)	5.96	VOLUMEN (cm³)	50.78
		ALTURA (cm)	1.82	PESO (g)	75.84

DATOS DEL ENSAYO							
ESFUERZO NORMAL	(kg/cm²)	0.50 Kg/cm²		1.00 Kg/cm²		2.00 Kg/cm²	
VELOCIDAD ENSAYO	(mm/min)	0.157		0.109		0.062	
PESO DEL ANILLO MÁS MUESTRA	(g)	157.380		157.370		157.390	
PESO MUESTRA	(g)	81.540		81.530		81.550	
DEFORMACIÓN FINAL	(mm)	-0.183		-0.398		-0.602	
ETAPA		INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
TARA		1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA	(g)	11.65	11.69	10.81	10.89	10.55	10.57
PESO TARA + MUESTA HUMEDA	(g)	93.19	95.52	92.34	94.71	92.10	94.39
PESO TARA + MUESTRA SECA	(g)	77.17	77.85	76.44	77.13	75.89	76.52
ALTURA	(cm)	1.82	1.80	1.82	1.78	1.82	1.76
DIAMETRO	(cm)	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96
CONTENIDO DE HUMEDAD	(%)	24.45%	26.71%	24.23%	26.54%	24.81%	27.10%
DENSIDAD HÚMEDA	(g/cm ³)	1.606	1.622	1.606	1.642	1.606	1.661

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA									
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²			1.00 Kg/cm ²			2.00 Kg/cm ²		
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE
	N	kg	Kg (cm ²)	N	kg	Kg (cm ²)	N	kg	Kg (cm ²)
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.100	9.20	0.938	0.034	16.06	1.638	0.059	31.14	3.176	0.114
0.200	18.63	1.899	0.068	30.47	3.107	0.111	51.96	5.298	0.190
0.300	26.82	2.734	0.098	41.91	4.274	0.153	70.11	7.149	0.256
0.400	36.58	3.730	0.134	54.01	5.507	0.197	90.33	9.211	0.330
0.500	46.34	4.725	0.169	64.35	6.562	0.235	108.04	11.017	0.395
1.000	65.52	6.682	0.239	90.86	9.265	0.332	149.52	15.247	0.547
1.500	77.31	7.883	0.283	107.14	10.925	0.392	174.91	17.835	0.639
2.000	83.81	8.547	0.306	115.83	11.811	0.423	188.19	19.190	0.688
2.500	86.73	8.844	0.317	121.22	12.361	0.443	196.16	20.003	0.717
3.000	88.86	9.061	0.325	124.63	12.709	0.456	200.88	20.484	0.734
3.500	89.87	9.164	0.328	126.83	12.933	0.464	203.98	20.800	0.746
4.000	91.22	9.302	0.333	128.59	13.113	0.470	206.49	21.056	0.755
4.500	91.89	9.370	0.336	129.69	13.225	0.474	207.97	21.207	0.760
5.000	92.68	9.450	0.339	130.35	13.292	0.476	208.71	21.282	0.763
5.500	92.68	9.450	0.339	130.35	13.292	0.476	208.71	21.282	0.763
6.000	92.68	9.450	0.339	130.35	13.292	0.476	208.71	21.282	0.763

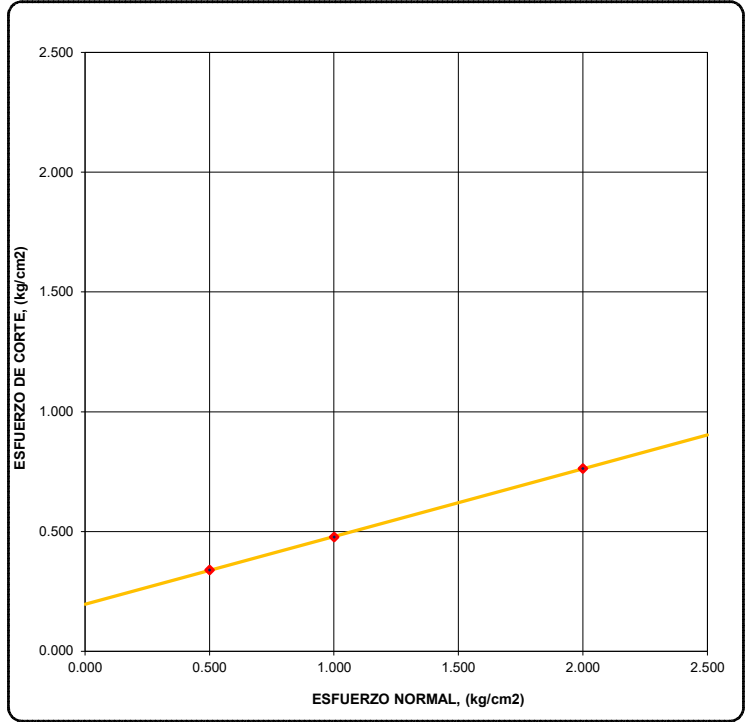
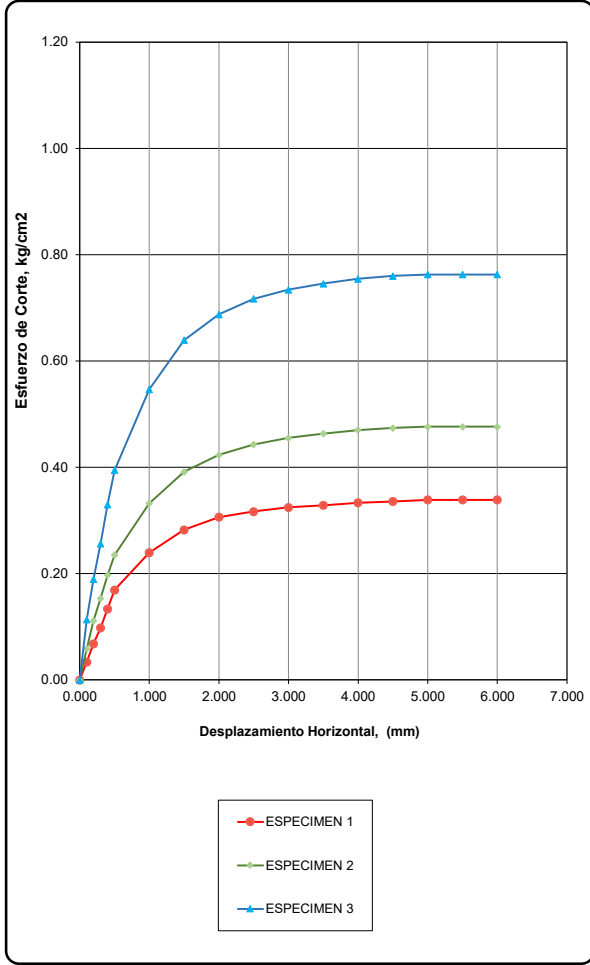
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS			ASTM D 3080	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00 9209455.00

CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	ESTADO :	INALTERADO
--------------------------	----	----------	------------

APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE	ENVOLVENTES DE RESISTENCIA
----------------------------------	----------------------------



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.500	0.339
2	1.000	0.476
3	2.000	0.763

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN (C) =	0.196	kg/cm ²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)=	15.82	°

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE - CIMENTACIÓN CUADRADA (Falla Local por Corte)					
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 0.70m a 2.60m	774406.00	9209455.00

FÓRMULA DE TERZAGHI:


$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

DATOS INICIALES:

TIPO DE SUELO			CL
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	(°)	f =	15.82
COHESIÓN	(kg/cm2)	c =	0.196
PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	(kg/cm3)	g =	0.00161
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	(cm)	Df =	200.00
ANCHO DE CIMIENTO	(cm)	B =	150.00
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:		N'c =	9.988
		N'q =	2.885
		N'g =	0.652
FACTOR DE SEGURIDAD		F.S. =	3.000

RESULTADOS:

$$q_u = 2.68 \text{ Kg/cm}^2 \longrightarrow q_{ad} = 0.89 \text{ Kg/cm}^2$$


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 02	
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.60m a 6.00m	774406.00	9209455.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	D-19
Masa de tara (g)	115.20
M. Tara + M. Húmeda (g)	4129.00
M. Tara + M. Seca (g)	3711.00
Masa de agua (g)	418.00
Masa de Muestra Seca (g)	3595.80
W (%)	11.62%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

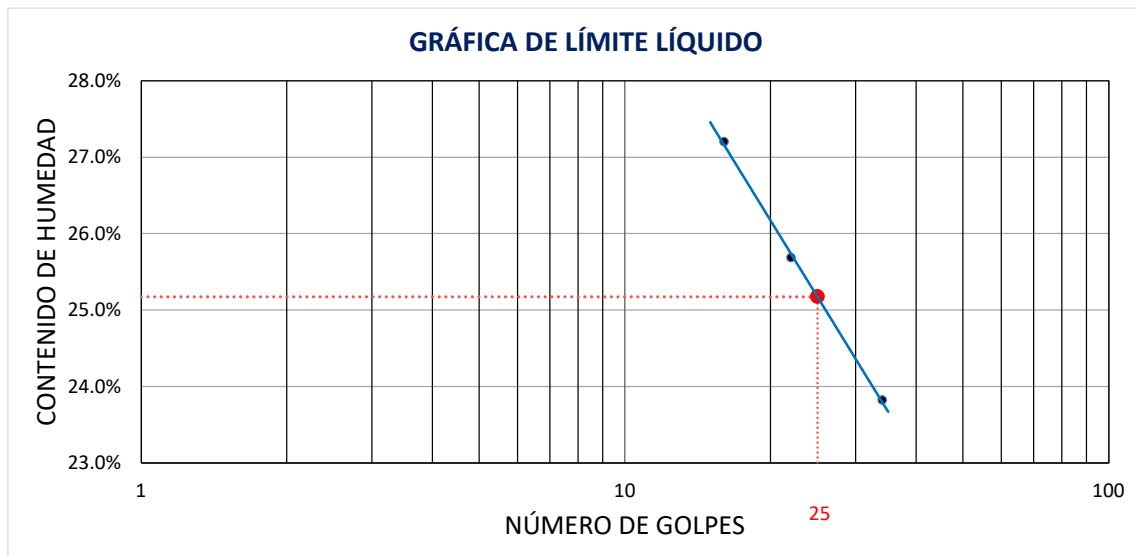

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 02
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.60m a 6.00m	774406.00 9209455.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO			
TARA N°	1	2	3	TARA N°	4	5
M tara (g)	11.54	11.61	10.91	M tara (g)	11.72	11.67
Mt+ M.Húmeda (g)	40.39	40.74	40.12	Mt+ M.Húmeda (g)	20.26	20.18
Mt+ M. Seca (g)	34.22	34.79	34.50	Mt+ M. Seca (g)	18.83	18.75
M agua (g)	6.17	5.95	5.62	M agua (g)	1.43	1.43
M M.Seca (g)	22.68	23.18	23.59	M. Muestra Seca (g)	7.11	7.08
W(%)	27.20%	25.69%	23.82%	W(%)	20.11%	20.20%
N.GOLPES	16	22	34	Contenido de Humedad Promedio: 20.16%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
25.00%	20.00%	5.00%

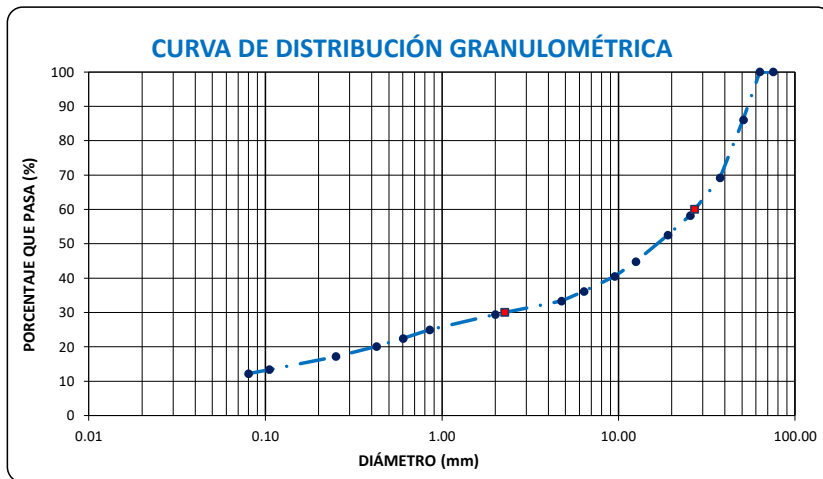


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:					
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 02		
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.60m a 6.00m	774406.00	9209455.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	3500.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	1168.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	2332.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.1335


ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	487.00	13.91	13.91	86.09
1 ½"	38.10	591.00	16.89	30.80	69.20
1"	25.40	384.00	10.97	41.77	58.23
¾"	19.05	200.00	5.71	47.49	52.51
½"	12.70	270.00	7.71	55.20	44.80
⅜"	9.52	149.00	4.26	59.46	40.54
¼"	6.35	153.00	4.37	63.83	36.17
N°4	4.75	98.00	2.80	66.63	33.37
TOTAL	W G =	2332.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	29.70	3.96	70.59	29.41
N 20	0.85	33.10	4.42	75.01	24.99
N 30	0.60	18.90	2.52	77.53	22.47
N 40	0.43	17.80	2.38	79.91	20.09
N 60	0.25	21.80	2.91	82.82	17.18
N 140	0.11	28.50	3.80	86.62	13.38
N 200	0.08	8.90	1.19	87.81	12.19
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	66.63		
ARENA GRUESA (%):	13.28		
ARENA FINA (%):	7.9		
FINOS (%):	12.19		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	27.049
Cc =	-	D30 =	2.276
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		25.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		20.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		5.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		GM	

OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA GRAVA LIMOSA DE TM 2 ½", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 21.18% DE ARENA GRUESA, 12.19% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".
-----------------------	--


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	T-54
Masa de tara (g)	108.50
M. Tara + M. Húmeda (g)	2573.00
M. Tara + M. Seca (g)	2116.00
Masa de agua (g)	457.00
Masa de Muestra Seca (g)	2007.50
W (%)	22.76%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

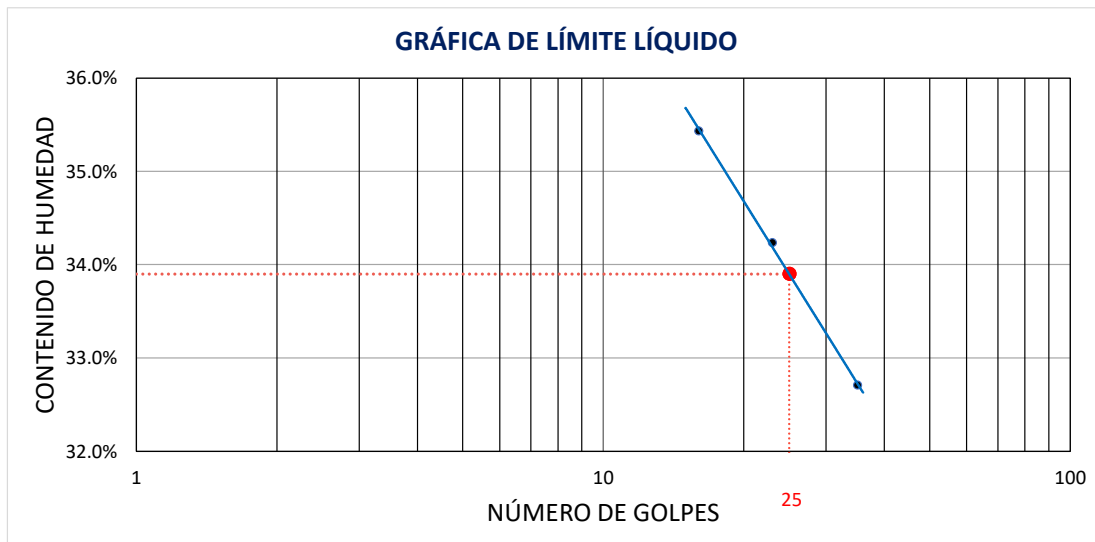

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG		ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00 9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA Nº	1	2	3	TARA Nº	4	5
M tara (g)	11.81	11.57	10.91	M tara (g)	11.34	10.96
Mt+ M.Húmeda (g)	42.12	40.86	40.57	Mt+ M.Húmeda (g)	18.82	18.27
Mt+ M. Seca (g)	34.19	33.39	33.26	Mt+ M. Seca (g)	17.46	16.95
M agua (g)	7.93	7.47	7.31	M agua (g)	1.36	1.32
M M.Seca (g)	22.38	21.82	22.35	M. Muestra Seca (g)	6.12	5.99
W(%)	35.43%	34.23%	32.71%	W(%)	22.22%	22.04%
N.GOLPES	16	23	35	Contenido de Humedad Promedio: 22.13%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
34.00%	22.00%	12.00%

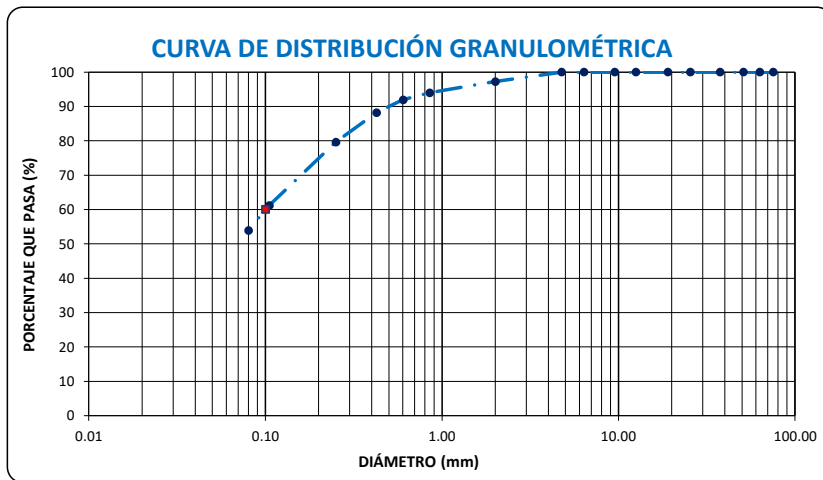


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L			
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024	
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00 9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	250.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	250.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	0.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.4000


ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.05	0.00	0.00	0.00	100.00
½"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.52	0.00	0.00	0.00	100.00
¼"	6.35	0.00	0.00	0.00	100.00
N°4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
TOTAL	W G =	0.00			

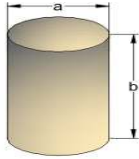
ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	6.90	2.76	2.76	97.24
N 20	0.85	8.10	3.24	6.00	94.00
N 30	0.60	5.20	2.08	8.08	91.92
N 40	0.43	9.20	3.68	11.76	88.24
N 60	0.25	21.50	8.60	20.36	79.64
N 140	0.11	46.10	18.44	38.80	61.20
N 200	0.08	18.20	7.28	46.08	53.92
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.00
GRAVA (%):	0.00		
ARENA GRUESA (%):	11.76		
ARENA FINA (%):	34.3		
FINOS (%):	53.92		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	0.100
Cc =	-	D30 =	0.000
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		34.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		22.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		12.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		CL	


OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA
	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 46.08% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	DENSIDAD HÚMEDA EN CAMPO (MÉTODO VOLUMÉTRICO)			NTP 339.139	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00	9209464.00

DENSIDAD HÚMEDA		
PROPIEDADES	CILINDRO METÁLICO	
	Peso del anillo (Wc) (g)	75.84
	Diámetro (a) (cm)	5.96
	Altura (b) (cm)	1.82
	Volumen del anillo (Vc) (cm ³)	50.78
Peso de la muestra + anillo (Wh+c) (g)		157.52
Peso de la muestra (Wh) (g)		81.7
Dh (g/cm³)		1.609

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS		ASTM D 3080		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 03		
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA		DATOS DEL MOLDE			
CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	MOLDE	CIRCULAR	ÁREA (cm ²)	27.899
ESTADO :	INALTERADO	DIÁMETRO (cm)	5.96	VOLUMEN (cm ³)	50.78
		ALTURA (cm)	1.82	PESO (g)	75.84

DATOS DEL ENSAYO						
ESFUERZO NORMAL (kg/cm ²)	0.50 Kg/cm ²	1.00 Kg/cm ²	2.00 Kg/cm ²			
VELOCIDAD ENSAYO (mm/min)	0.157	0.109	0.062			
PESO DEL ANILLO MÁS MUESTRA (g)	157.520	157.510	157.530			
PESO MUESTRA (g)	81.680	81.670	81.690			
DEFORMACIÓN FINAL (mm)	-0.168	-0.371	-0.584			
ETAPA	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL
TARA	1	2	3	4	5	6
PESO DE LA TARA (g)	12.03	11.98	10.75	10.81	11.26	10.94
PESO TARA + MUESTA HUMEDA (g)	93.71	95.86	92.42	94.64	92.95	95.18
PESO TARA + MUESTRA SECA (g)	78.45	78.92	77.56	78.11	77.94	78.39
ALTURA (cm)	1.82	1.80	1.82	1.78	1.82	1.76
DIAMETRO (cm)	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96	5.96
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	22.98%	25.31%	22.24%	24.56%	22.51%	24.89%
DENSIDAD HÚMEDA (g/cm ³)	1.609	1.624	1.608	1.642	1.609	1.662

ETAPA DE APLICACIÓN DE CARGA									
DESPLAZAMIENTO HORIZONTAL (mm)	0.50 Kg/cm ²			1.00 Kg/cm ²			2.00 Kg/cm ²		
	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE	CARGA		ESFUERZO DE CORTE
	N	kg	Kg (cm ²)	N	kg	Kg (cm ²)	N	kg	Kg (cm ²)
0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000	0.00	0.000	0.000
0.100	9.10	0.928	0.033	16.28	1.660	0.060	31.35	3.197	0.115
0.200	18.43	1.879	0.067	30.89	3.149	0.113	52.31	5.334	0.191
0.300	26.53	2.705	0.097	42.48	4.332	0.155	70.59	7.198	0.258
0.400	36.19	3.690	0.132	54.75	5.583	0.200	90.94	9.274	0.332
0.500	45.84	4.675	0.168	65.23	6.651	0.238	108.78	11.092	0.398
1.000	64.82	6.610	0.237	92.10	9.391	0.337	150.53	15.350	0.550
1.500	76.48	7.799	0.280	108.60	11.074	0.397	176.09	17.956	0.644
2.000	82.92	8.455	0.303	117.41	11.972	0.429	189.47	19.320	0.693
2.500	85.80	8.749	0.314	122.87	12.530	0.449	197.49	20.138	0.722
3.000	87.91	8.965	0.321	126.33	12.882	0.462	202.24	20.623	0.739
3.500	88.91	9.066	0.325	128.56	13.109	0.470	205.37	20.941	0.751
4.000	90.24	9.202	0.330	130.34	13.291	0.476	207.89	21.199	0.760
4.500	90.91	9.270	0.332	131.46	13.405	0.480	209.38	21.351	0.765
5.000	91.69	9.349	0.335	132.13	13.473	0.483	210.12	21.426	0.768
5.500	91.69	9.349	0.335	132.13	13.473	0.483	210.12	21.426	0.768
6.000	91.69	9.349	0.335	132.13	13.473	0.483	210.12	21.426	0.768

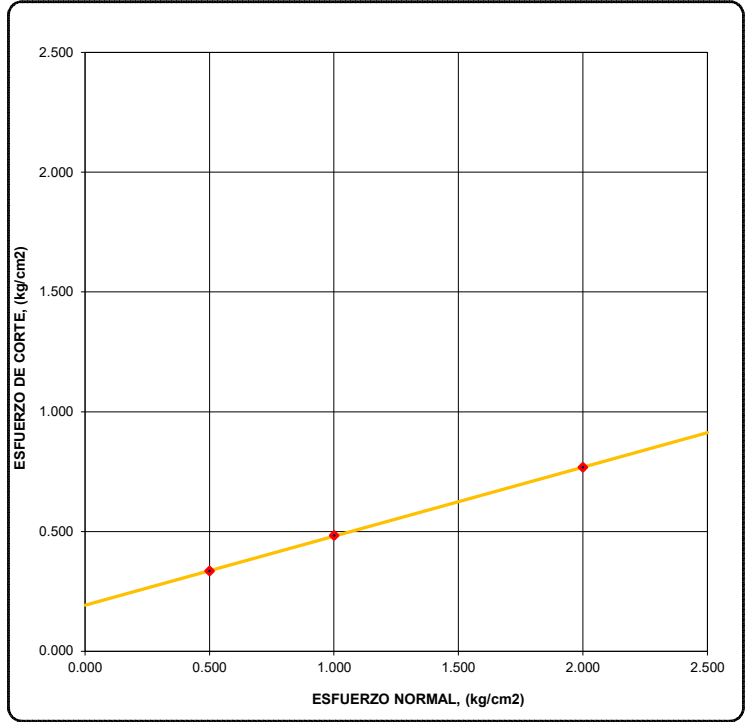
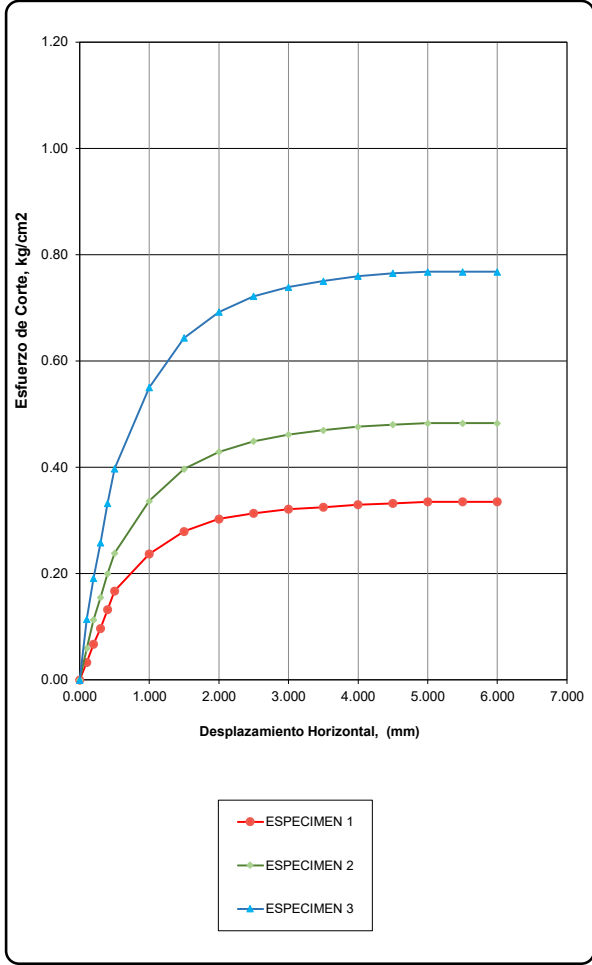
GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO ESTÁNDAR EN SUELOS			ASTM D 3080	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".			
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.			
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00 9209464.00

CLASIFICACIÓN S.U.C.S. :	CL	ESTADO :	INALTERADO
--------------------------	----	----------	------------

APLICACIÓN DEL ESFUERZO CORTANTE	ENVOLVENTES DE RESISTENCIA
----------------------------------	----------------------------



ESPECIMEN	ESFUERZO NORMAL (kg/cm²)	ESFUERZO DE CORTE (kg/cm²)
1	0.500	0.335
2	1.000	0.483
3	2.000	0.768

PARÁMETROS DE RESISTENCIA AL CORTE		
COHESIÓN (C) =	0.193	kg/cm ²
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA (φ)=	16.07	°

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
CÁLCULO DE CAPACIDAD PORTANTE ADMISIBLE - CIMENTACIÓN CUADRADA (Falla Local por Corte)					
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-1	PROFUNDIDAD:	De 1.10m a 2.80m	774396.00	9209464.00

FÓRMULA DE TERZAGHI:


$$q_u = 0.867c'N'_c + qN'_q + 0.4\gamma BN'_\gamma \quad (\text{cimentación cuadrada})$$

DATOS INICIALES:

TIPO DE SUELO			CL
ÁNGULO DE FRICCIÓN INTERNA	(°)	f =	16.07
COHESIÓN	(kg/cm2)	c =	0.193
PESO ESPECÍFICO DEL SUELO	(kg/cm3)	g =	0.00161
PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN	(cm)	Df =	200.00
ANCHO DE CIMIENTO	(cm)	B =	150.00
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA:			N'c =
			10.089
			N'q =
		2.935	
		N'g =	0.676
FACTOR DE SEGURIDAD			F.S. =
		3.000	

RESULTADOS:

$$q_u = 2.69 \text{ Kg/cm}^2 \longrightarrow q_{ad} = 0.90 \text{ Kg/cm}^2$$


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	CONTENIDO DE HUMEDAD			ASTM D2216 AASHTO T 265	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.80m a 6.00m	774396.00	9209464.00

CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO DE SECADO DE MUESTRA			
TEMPERATURA DE SECADO	110 °C	TIEMPO DE SECADO	16 h

CONTENIDO DE HUMEDAD	
Identificación de Tara	D-24
Masa de tara (g)	111.40
M. Tara + M. Húmeda (g)	4563.00
M. Tara + M. Seca (g)	4129.00
Masa de agua (g)	434.00
Masa de Muestra Seca (g)	4017.60
W (%)	10.80%

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

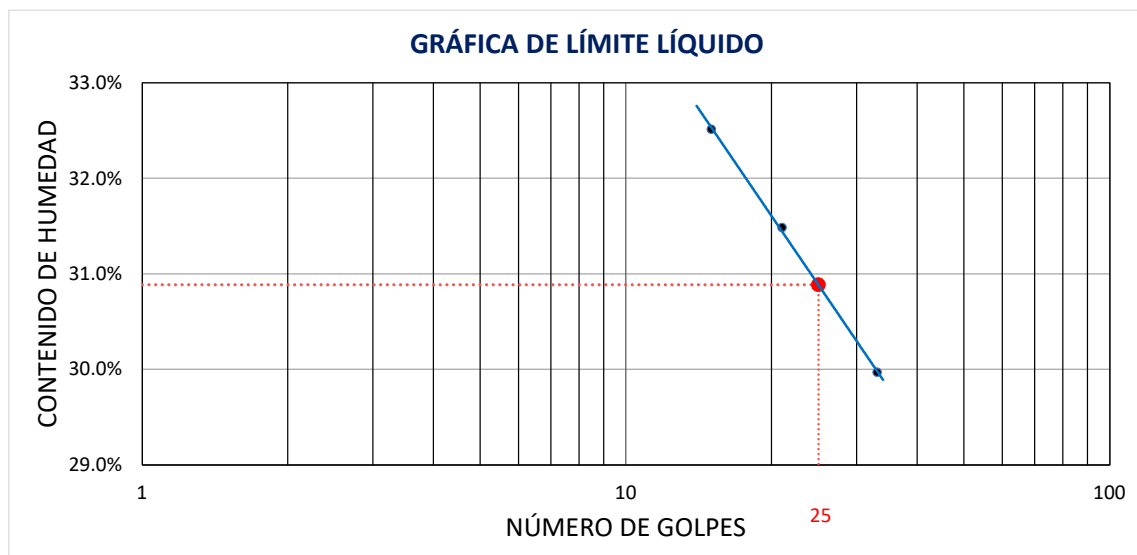

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024	
	LÍMITES DE ATTERBERG			ASTM D4318 AASHTO T 89	
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.				
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.			COORDENADAS DE CALICATA C - 03	
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.80m a 6.00m	774396.00	9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO			
MUESTRA A ENSAYAR		CONTENIDO DE HUMEDAD (ASTM D2216)	
TEMP. DE SECADO:	60 °C	TEMP. DE SECADO:	110 °C
TIPO DE MATERIAL:	Pasa la malla N° 40	TIEMPO DE SECADO:	16 h
AGUA USADA:	Potable		

LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO		
TARA N°	1	2	3	TARA N°	4	5
M tara (g)	10.91	11.34	11.57	M tara (g)	11.23	10.86
Mt+ M.Húmeda (g)	41.68	42.41	42.23	Mt+ M.Húmeda (g)	19.71	19.58
Mt+ M. Seca (g)	34.13	34.97	35.16	Mt+ M. Seca (g)	18.28	18.12
M agua (g)	7.55	7.44	7.07	M agua (g)	1.43	1.46
M M.Seca (g)	23.22	23.63	23.59	M. Muestra Seca (g)	7.05	7.26
W(%)	32.52%	31.49%	29.97%	W(%)	20.28%	20.11%
N.GOLPES	15	21	33	Contenido de Humedad Promedio: 20.2%		

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
31.00%	20.00%	11.00%

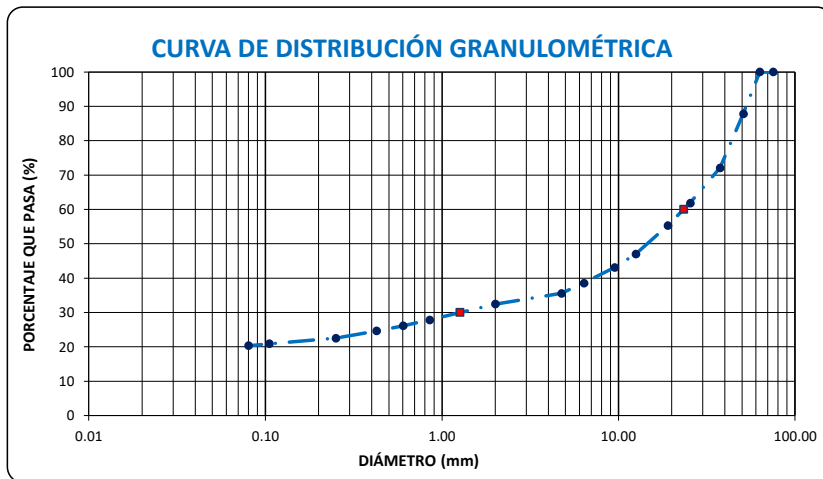


	GUERSAN INGENIEROS S.R.L				
	GI-EMS-025-02-24		FECHA: 20/02/2024		
	ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO		ASTM D6913/D6913M-17 AASHTO T 88		
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".				
UBICACIÓN:					
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.		COORDENADAS DE CALICATA C - 03		
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	ESTE	NORTE
MUESTRA:	M-2	PROFUNDIDAD:	De 2.80m a 6.00m	774396.00	9209464.00

CONDICIONES DEL ENSAYO	
TEMPERATURA DE SECADO DE LA MUESTRA:	110 °C
CONDICIONES INICIALES DE LA MUESTRA	
PESO TOTAL MUESTRA SECA (g)	4000.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA < N° 4 (g)	1423.00
PESO TOTAL MUESTRA SECA > N° 4 (g)	2577.00
CONDICIONES INICIALES FRACCIÓN FINA	
PESO SECO FRACCIÓN FINA (g)	250.00
CORRECCIÓN DE MUESTRA CUARTEADA	0.1423

ANÁLISIS FRACCIÓN GRUESA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
3"	76.20	0.00	0.00	0.00	100.00
2 ½"	63.50	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	488.00	12.20	12.20	87.80
1 ½"	38.10	629.00	15.73	27.93	72.08
1"	25.40	409.00	10.23	38.15	61.85
¾"	19.05	261.00	6.53	44.68	55.33
½"	12.70	331.00	8.28	52.95	47.05
⅜"	9.52	157.00	3.93	56.88	43.13
¼"	6.35	183.00	4.58	61.45	38.55
N°4	4.75	119.00	2.98	64.43	35.58
TOTAL	WG =	2577.00			

ANÁLISIS FRACCIÓN FINA					
Tamiz		Peso Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Parcial	Porcentaje Retenido Acumulado	Porcentaje Que Pasa
N°	Abertura (mm)				
N 10	2.00	21.90	3.12	67.54	32.46
N 20	0.85	32.30	4.60	72.14	27.86
N 30	0.60	12.10	1.72	73.86	26.14
N 40	0.43	10.50	1.49	75.35	24.65
N 60	0.25	14.60	2.08	77.43	22.57
N 140	0.11	11.70	1.66	79.10	20.90
N 200	0.08	3.90	0.55	79.65	20.35
Cazoleta	--	--	--	--	--
TOTAL					



PROPIEDADES DE LA MUESTRA			
PORCENTAJE DE GRAVA, ARENAS Y FINOS			100.01
GRAVA (%):	64.43		
ARENA GRUESA (%):	10.93		
ARENA FINA (%):	4.3		
FINOS (%):	20.35		
COEFICIENTES		DÍAMETROS EFECTIVOS	
Cu =	-	D60 =	23.393
Cc =	-	D30 =	1.265
		D10 =	0.000
LÍMITES DE CONSISTENCIA ASTM D4318 / AASHTO T 89			
LÍMITE LÍQUIDO:		31.00%	
LÍMITE PLÁSTICO:		20.00%	
ÍNDICE DE PLASTICIDAD (IP):		11.00%	
CLASIFICACIÓN			
S.U.C.S. :		GC	


OBSERVACIONES:	LA MUESTRA EN ESTUDIO HA SIDO CLASIFICADA UTILIZANDO EL METODO S.U.C.S. Y CORRESPONDE A UNA GRAVA ARCILLOSA DE TM 2 ½", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 15.23% DE ARENA GRUESA A FINA, 20.35% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".
-----------------------	--


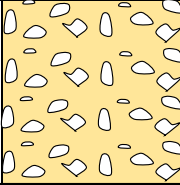
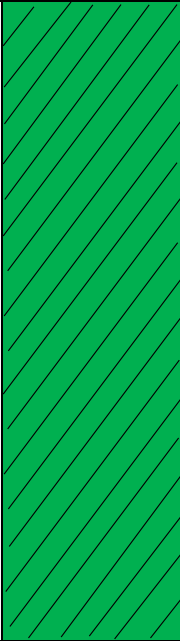
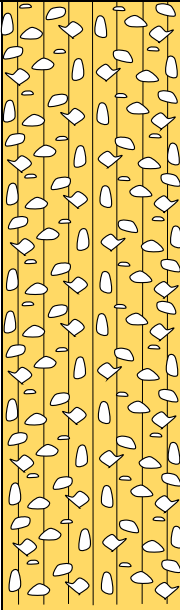
Anexo 2: Perfiles Estratigráficos




GUERSAN INGENIEROS S.R.L.


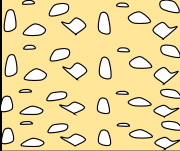
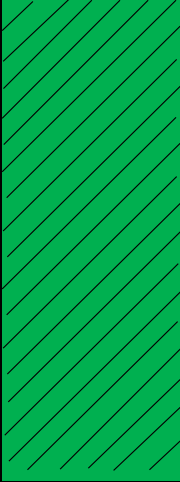
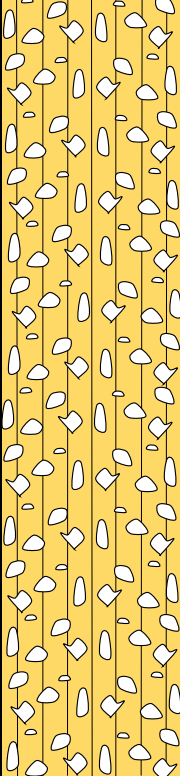

.....
Lesly Jhulisa Chingay Paredes
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 208534

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L					
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024		
PERFIL ESTRATIGRÁFICO EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA						
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.					
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.					
CALICATA:	C - 01	ESTRUCTURA:	ZAPATA	COORDENADAS	ESTE:	774383.00
MUESTRA:	-	PROFUNDIDAD:	-		NORTE:	9209464.00


Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.05	S/M	ASFALTO EXISTENTE	-		-	-	-
0.20	S/M	AFIRMADO	-		-	-	-
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70	M-1	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, MEDIANAMENTE CONSOLIDADA, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 7.92% DE GRAVA DE TM 1 ½" Y 38.93% DE ARENA FINA A GRUESA.	CL		35.33%	31.00	10.00
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60							
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							
3.10							
3.20							
3.30	M-2	GRAVA LIMOSA DE TM 2 ½", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 24.28% DE ARENA GRUESA A FINA, 12.62% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".	GM		21.14%	24.00	5.00
3.40							
3.50							
3.60							
3.70							
3.80							
3.90							
4.00							
4.10							
4.20							
4.30							
4.40							
4.50							
4.60							
4.70							
4.80							
4.90							
5.00							
5.10							
5.20							
5.30							
5.40							
5.50							
5.60							
5.70							
5.80							
5.90							
6.00							



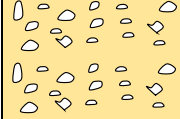
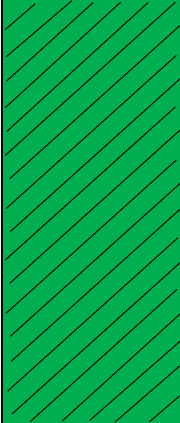
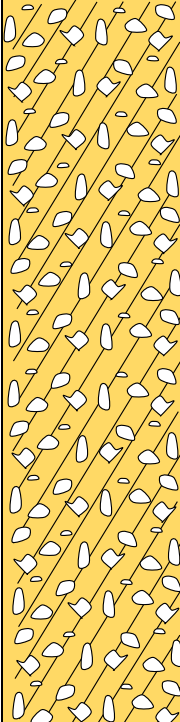
NF=6.00 m

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L					
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024		
	PERFIL ESTRATIGRÁFICO EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA					
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.					
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.					
CALICATA:	C - 02	ESTRUCTURA:	ZAPATA	COORDENADAS	ESTE:	774406.00
MUESTRA:	-	PROFUNDIDAD:	-		NORTE:	9209455.00

Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.05	S/M	ASFALTO EXISTENTE	-		-	-	-
0.20	S/M	AFIRMADO	-		-	-	-
0.30							
0.40							
0.50							
0.60							
0.70	M-1	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 44.44% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.	CL		24.64%	33.00	11.00
0.80							
0.90							
1.00							
1.10							
1.20							
1.30							
1.40							
1.50							
1.60							
1.70							
1.80							
1.90							
2.00							
2.10							
2.20							
2.30							
2.40							
2.50							
2.60	M-2	GRAVA LIMOSA DE TM 2 ½", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 21.18% DE ARENA GRUESA, 12.19% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".	GM		11.62%	25.00	5.00
2.70							
2.80							
2.90							
3.00							
3.10							
3.20							
3.30							
3.40							
3.50							
3.60							
3.70							
3.80							
3.90							
4.00							
4.10							
4.20							
4.30							
4.40							
4.50							
4.60							
4.70							
4.80							
4.90							
5.00							
5.10							
5.20							
5.30							
5.40							
5.50							
5.60							
5.70							
5.80							
5.90							
6.00							

NF=6.00 m

	GUERSAN INGENIEROS S.R.L					
	GI-EMS-025-02-24			FECHA: 20/02/2024		
PERFIL ESTRATIGRÁFICO EXPLORACIÓN GEOTÉCNICA						
PROYECTO:	"DOLLARCITY EVITAMIENTO".					
UBICACIÓN:	DISTRITO DE CAJAMARCA, PROVINCIA DE CAJAMARCA, DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA.					
SOLICITANTE:	DOLLARCITY.					
CALICATA:	C - 03	ESTRUCTURA:	ZAPATA	COORDENADAS	ESTE:	774396.00
MUESTRA:	-	PROFUNDIDAD:	-		NORTE:	9209464.00

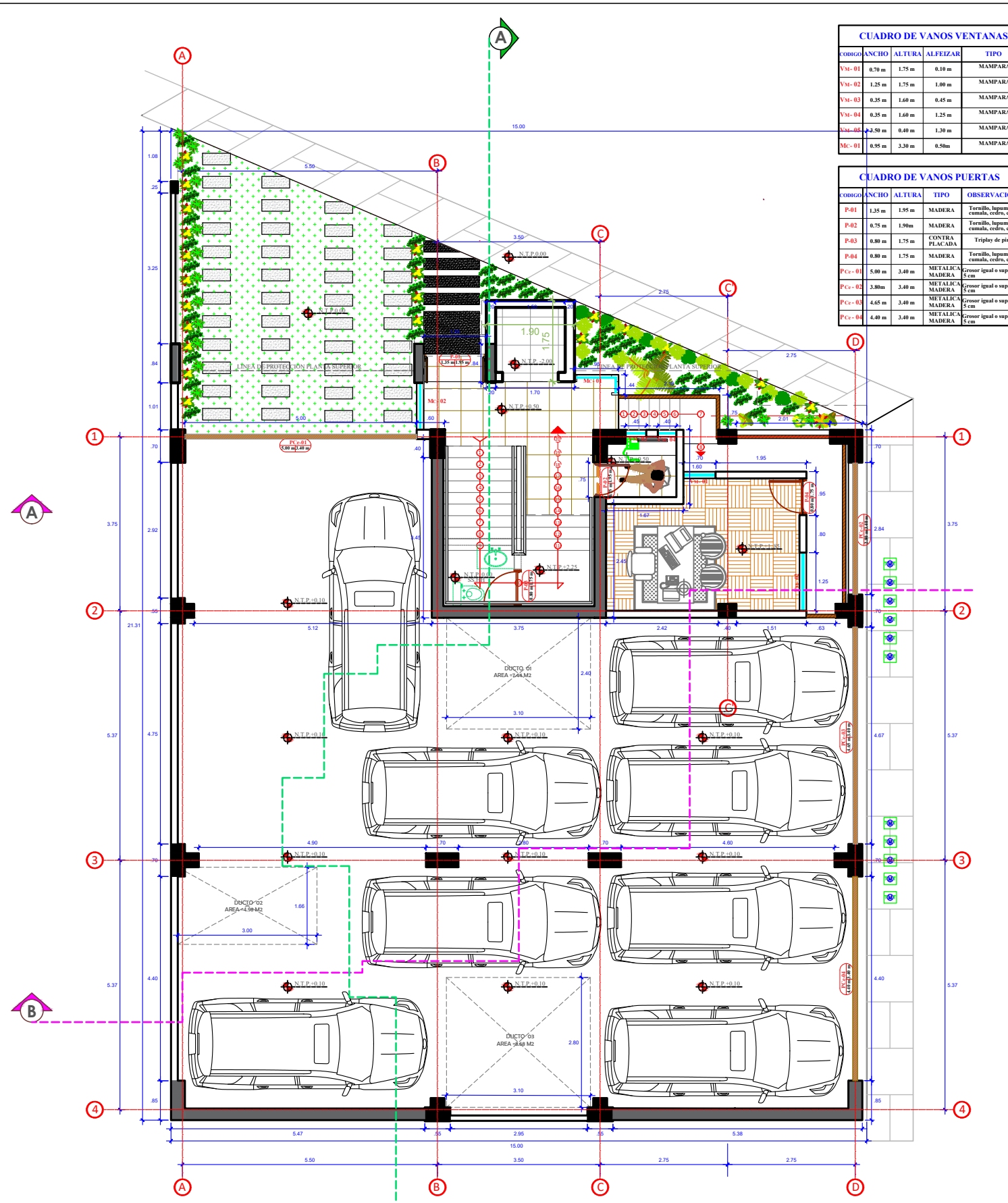
Profundidad (m)	Muestra	DESCRIPCIÓN	Clasificación		Contenido de humedad	Límites de Consistencia	
			Símbolo	Símbolo Gráfico		LL (%)	IP (%)
0.05	S/M	ASFALTO EXISTENTE	-		-	-	-
0.20	S/M	AFIRMADO	-		-	-	-
0.60	S/M	RELLENO GRANULAR	-		-	-	-
1.10	M-1	ARCILLA INORGÁNICA DE BAJA PLASTICIDAD, COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 46.08% DE ARENA FINA A GRUESA Y EXENTA DE GRAVA.	CL		22.76%	34.00	12.00
2.80	M-2	GRAVA ARCILLOSA DE TM 2 1/2", COLOR MARRÓN, MEZCLADA CON 15.23% DE ARENA GRUESA A FINA, 20.35% DE PARTÍCULAS FINAS MENORES QUE 0.075 MM Y CON PRESENCIA DE BOLONERÍA DE 10" A 12".	GC		10.80%	31.00	11.00

NF=6.00 m

GUERSAN INGENIEROS S.R.L.

Lesly Jhulisa Chingay Paredes
INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 208534

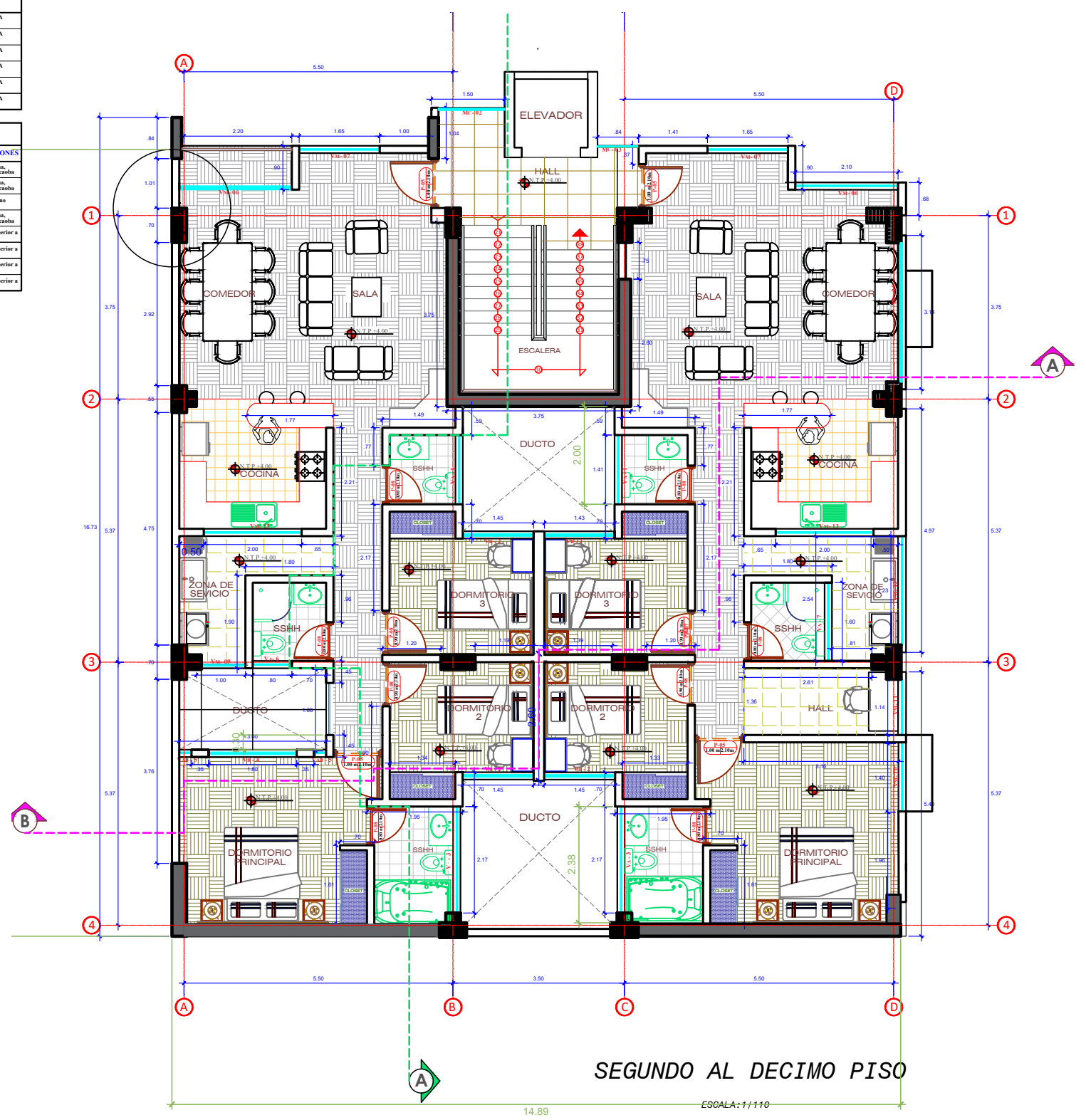
**ANEXO F. PLANOS DEL EDIFICIO CORDILLERA DORADA
CAJAMARCA**



PRIMER PISO
ESCALA: 1/110

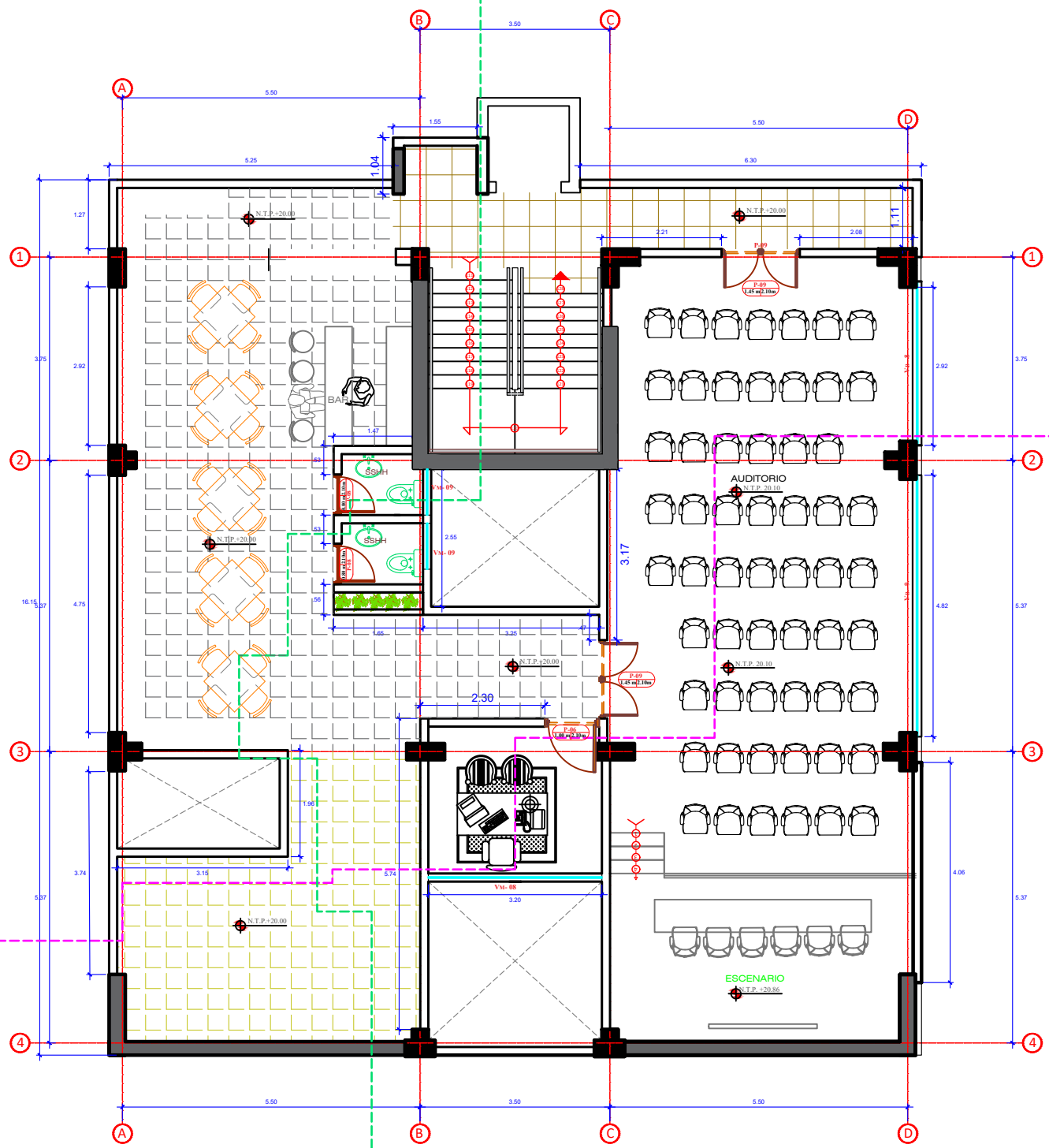
CUADRO DE VANOS VENTANAS				
CODIGO	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR	TIPO
Vm-01	0.70 m	1.75 m	0.10 m	MAMPARA
Vm-02	1.25 m	1.75 m	1.00 m	MAMPARA
Vm-03	0.35 m	1.60 m	0.45 m	MAMPARA
Vm-04	0.35 m	1.60 m	1.25 m	MAMPARA
Vm-05	2.50 m	0.40 m	1.30 m	MAMPARA
Mc-01	0.95 m	3.30 m	0.50m	MAMPARA

CUADRO DE VANOS PUERTAS				
CODIGO	ANCHO	ALTURA	TIPO	OBSERVACIONES
P-01	1.35 m	1.95 m	MADERA	Tornillo, hoja, cernido, centro, cambio
P-02	0.75 m	1.90m	MADERA	Tornillo, hoja, cernido, centro, cambio
P-03	0.80 m	1.75 m	CONTRA PLACADA	Triplay de pino
P-04	0.80 m	1.75 m	MADERA	Tornillo, hoja, cernido, centro, cambio
Pc-01	5.00 m	3.40 m	METALICA MADERA	Gruesor igual o superior a 5cm
Pc-02	3.80m	3.40 m	METALICA MADERA	Gruesor igual o superior a 5cm
Pc-03	4.65 m	3.40 m	METALICA MADERA	Gruesor igual o superior a 5cm
Pc-04	4.40 m	3.40 m	METALICA MADERA	Gruesor igual o superior a 5cm



SEGUNDO AL DECIMO PISO
ESCALA: 1/110

	PROYECTO :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR		L A M I N A N° A 01
	PROPIETARIOS:	BIERA CORPORATION		
	PLANO :	PRIMER PISO Y SEGUNDO PISO		
	DIBUJO:			
	FECHA: 30, Septiembre 2022	REV.		
		<small>ARQ: MARIO SERGIO CACHO SANCHEZ URRELLO CAP 19181</small>		<small>PLANO: 01 DE 02</small> <small>Proyecto N°:017-2022</small>

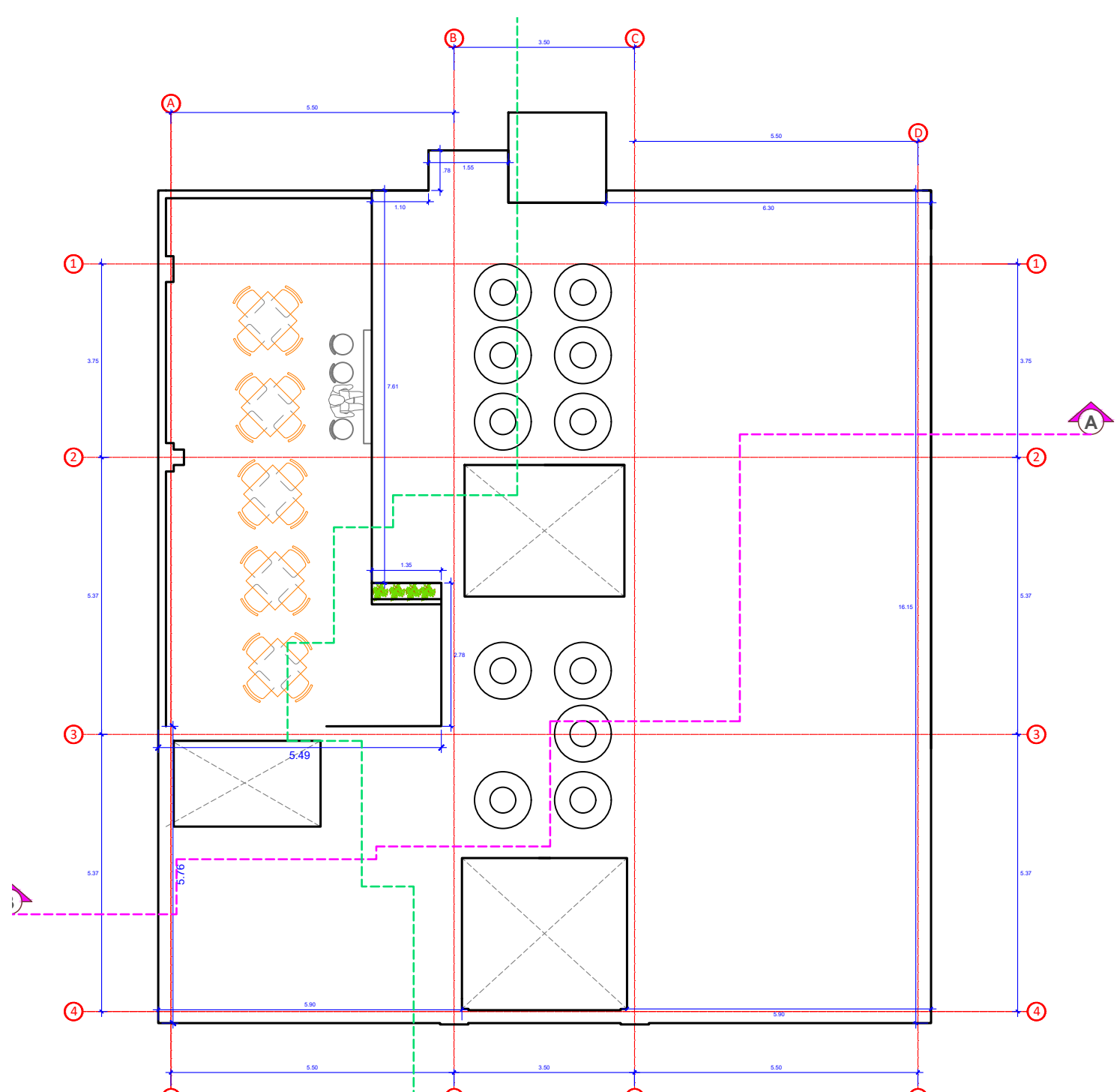


TERRAZA

ESCALA: 1/50



CUADRO DE VANOS VENTANAS			
Codigo	ANCHO	ALTURA	ALFEIZAR TIPO
Vni-01	0.70 m	1.75 m	0.10 m MAMPARA
Vni-02	1.25 m	1.75 m	1.00 m MAMPARA
Vni-03	0.35 m	1.60 m	0.45 m MAMPARA
Vni-04	0.35 m	1.60 m	1.25 m MAMPARA
Vni-05	3.50 m	0.40 m	1.30 m MAMPARA
Mc-01	0.95 m	3.30 m	0.50m MAMPARA

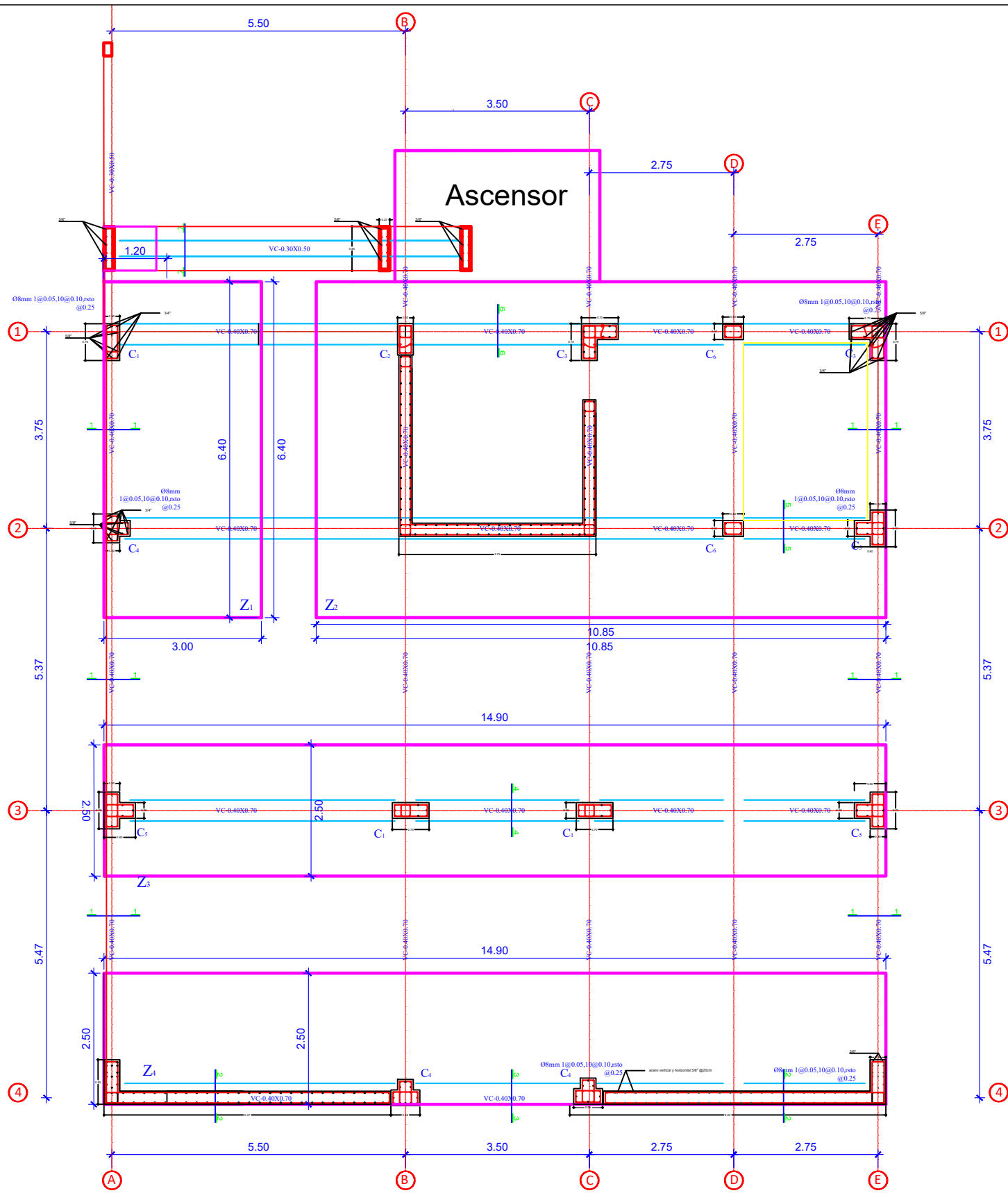
CUADRO DE VANOS PUERTAS			
Codigo	ANCHO	ALTURA	TIPO OBSERVACIONES
P-01	1.35 m	1.95 m	MADERA Torallillo, lupanero, cumala, cedro, caoba
P-02	0.75 m	1.90m	MADERA Torallillo, lupanero, cumala, cedro, caoba
P-03	0.80 m	1.75 m	CONTRA PLACADA Triplay de pino
P-04	0.80 m	1.75 m	MADERA Torallillo, lupanero, cumala, cedro, caoba
Pc-01	5.00 m	3.40 m	METALICA MADERA Grosor igual o superior a 5 cm
Pc-02	3.80m	3.40 m	METALICA MADERA Grosor igual o superior a 5 cm
Pc-03	4.65 m	3.40 m	METALICA MADERA Grosor igual o superior a 5 cm
Pc-04	4.40 m	3.40 m	METALICA MADERA Grosor igual o superior a 5 cm



TECHO

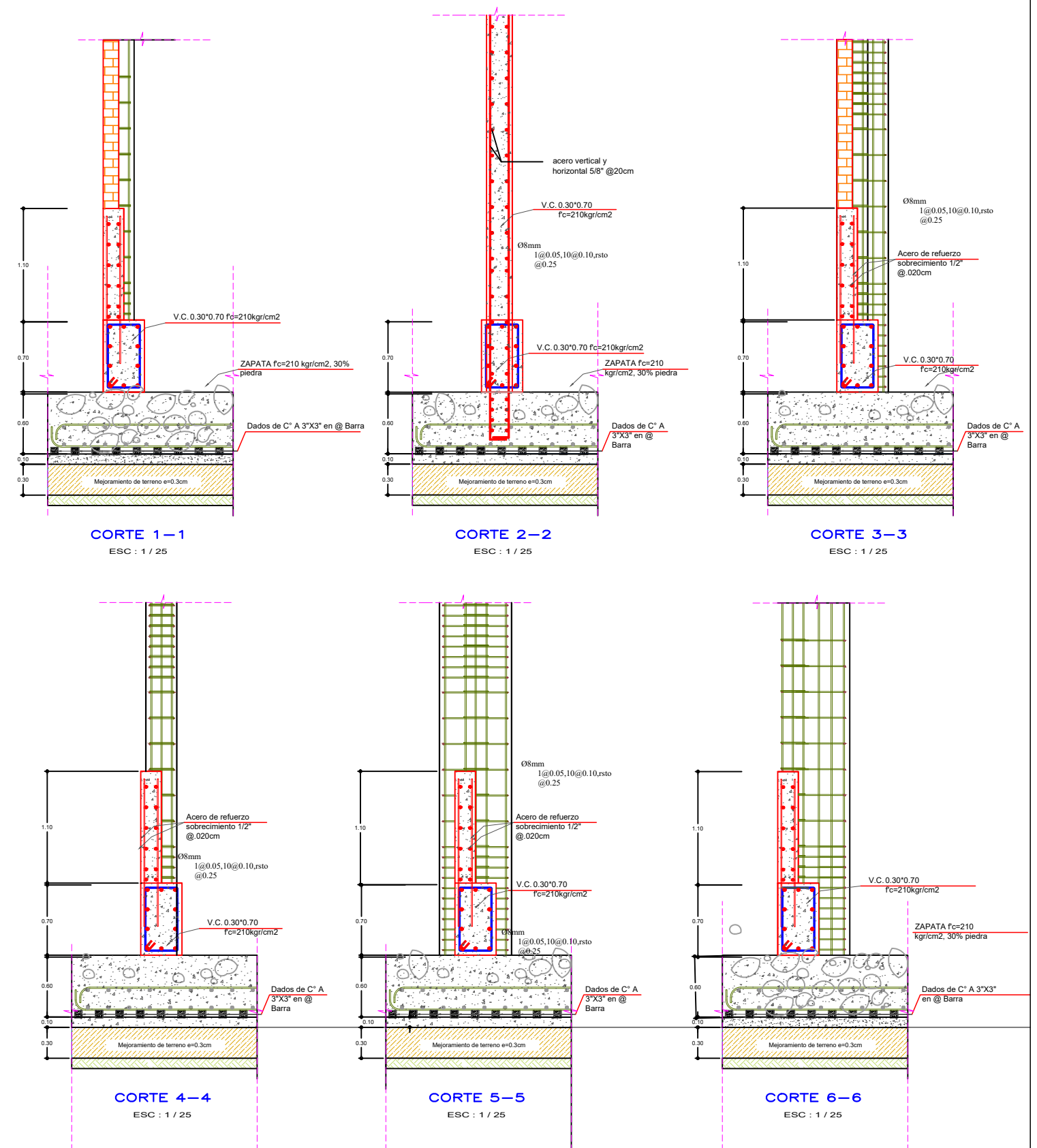
ESCALA: 1/50

	PROYECTO :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR			LAMINA N° A 02
	PROPIETARIOS:	BIERA CORPORATION			
	PLANO :	TERRAZA Y TECHOS			
	DIBUJO:				
	FECHA: 30,Setiembre 2022	REV.	ESCALA: 1/110		
				ARQ: MARIO SERGIO CACHO SANCHEZ URRELLO	CAP 19181
				PLANO: 01 DE 02 Proyecto N°:017-2022	

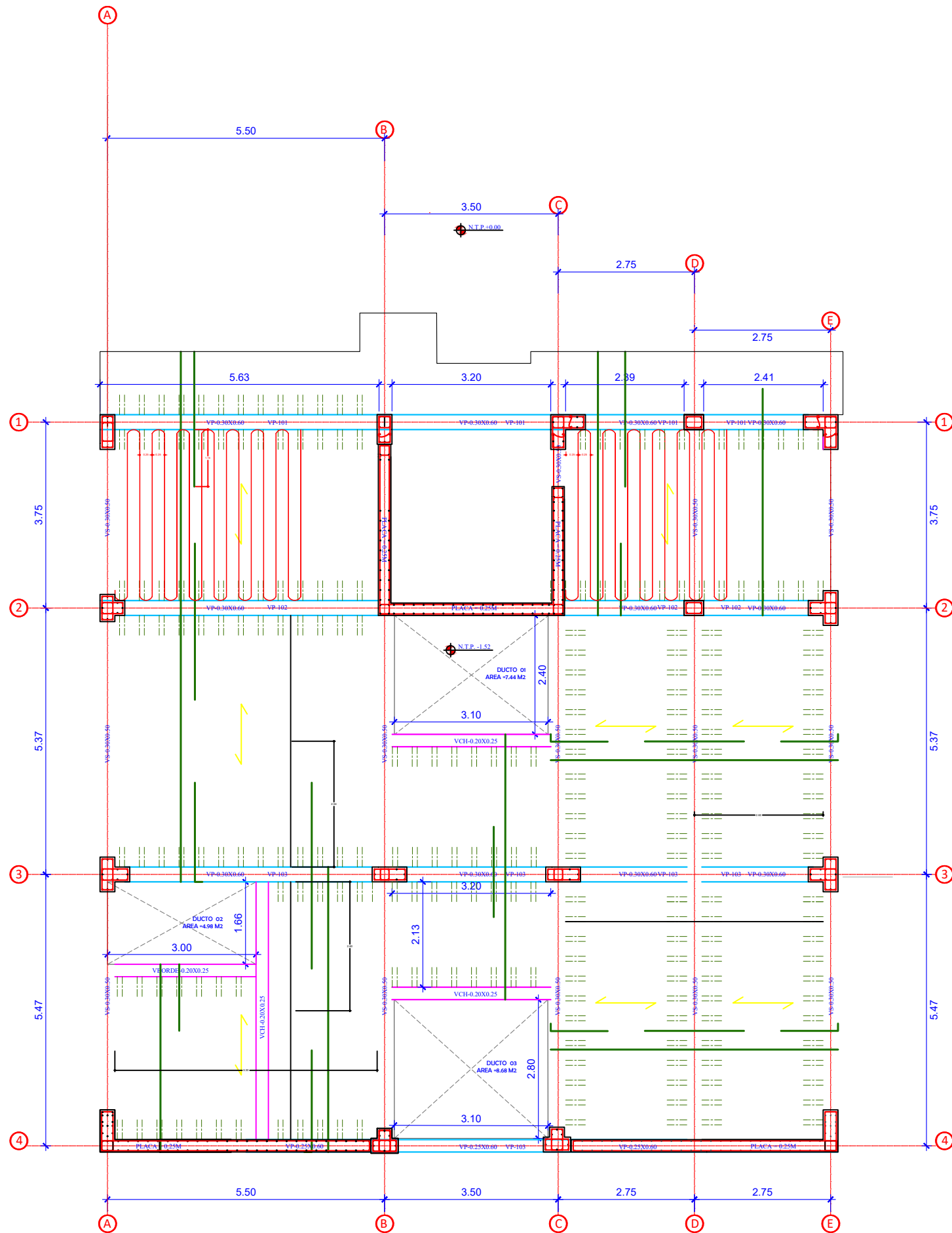


CIMENTACIÓN

ESCALA: 1/100



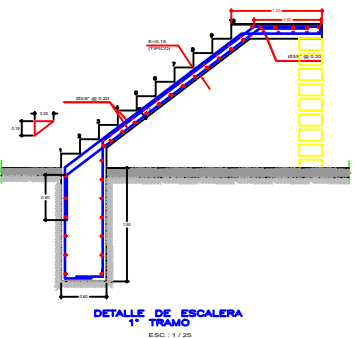
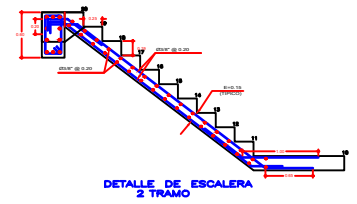
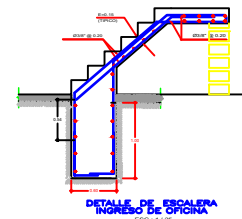
	PROYECTO :	VIVIENDA MULTIFAMILIAR		LAMINA N°
	PROPIETARIOS :	BIERA CORPORATION		C 01
	PLANO :	CIMENTACIONES		
	DIBUJO :			
	FECHA: 30,Setiembre 2022	REV.		
			PLANO: 01 DE 01	
			Proyecto N° :017-2022	



LOSA ALIGERADA
TERCER NIVEL
ESCALA: 1/50

CUADRO DE COLUMNAS							
PISO	TIPO	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
DETALLE PRIMER PISO	BxT	.30x.70	-	-	-	-	-
	REF. PRINC.	6#5/8" 4#3/4"	6#5/8" 4#3/4"	11#5/8" 5#3/4"	10#5/8" 6#3/4"	10#5/8" 6#3/4"	4#1/2"
	REF. TRANSV.	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25
DETALLE 2,3,4,5,6,7	BxT	.30x.70	-	-	-	-	-
	REF. PRINC.	6#5/8" 4#3/4"	6#5/8" 4#3/4"	11#5/8" 5#3/4"	10#5/8" 6#3/4"	10#5/8" 6#3/4"	-
	REF. TRANSV.	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25	-

CUADRO DE PLACAS		
PISO	TIPO	PLACA
DETALLE	BxT	-
	REF. PRINC.	6#5/8" 4#3/4"
	REF. TRANSV.	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25
DETALLE	BxT	-
	REF. PRINC.	6#5/8" 4#3/4"
	REF. TRANSV.	Ø8mm 1@0.05,10@0.10,resto @0.25

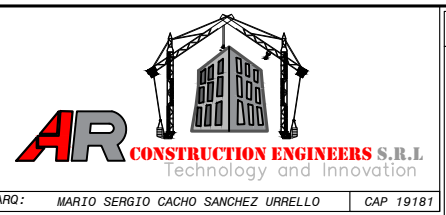


TABLAS DE SECCIONES DE VIGA DE ORIENTACIÓN			
DESCRIPCION	GEOMETRIA	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS
VC 1 0.40x0.70		4#3/4" 6#5/8"	1@80,8@150@0.25
VC 2 0.30x0.50		8#1/2"	1@80,8@150@0.25

TABLAS DE SECCIONES DE VIGA DE ORIENTACIÓN			
DESCRIPCION	GEOMETRIA	ACERO LONGITUDINAL	ESTRIBOS
VP- .30x.60		4#3/4" 6#5/8"	1@80,8@150@0.25
VS- .30x.50		4#3/4" 6#5/8"	1@80,8@150@0.25
VCH- .20x.25		4#5/8"	1@80,8@150@0.25



PROYECTO : **VIVIENDA MULTIFAMILIAR**
 PROPIETARIOS : **BIERA CORPORATION**
 PLANO : **ALIGERADOS**
 DIBUJO :
 FECHA: 30,Setiembre 2022 REV. ESCALA: 1/100



LAMINA N°
E 01
 PLANO: 01 DE 01
 Proyecto N°:017-2022