



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles,
en Trujillo, La Libertad, 2023.**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Yalta Fernandez, Jhony Maykel (orcid.org/0000-0001-8333-3000)

ASESOR:

Mg. Sagastegui Vasquez, German (orcid.org/0000-0003-3182-3352)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Innovación tecnológica y desarrollo sostenible

TRUJILLO – PERÚ

2023

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a mi Padre, Joni, quien me enseñó a nunca rendirme, a ser perseverante; quien, con su esfuerzo, a pesar de las circunstancias propias de la Vida, me brindó Educación y Formación, porque con él, desde que fui niño desarrollé mis primeros proyectos de Investigación y de Vida. A mi Madre Gladis, por ser una mujer virtuosa, quien nunca se rinde, quien me enseñó que sin Dios no podemos lograr el éxito en la Vida. A Harel, mi hermana, pues sin su ayuda nunca hubiera podido desarrollar la presente investigación. A mi amada Day, el amor de mi Vida, por su gran esfuerzo en nuestro hogar, y por acompañarme en cada paso que doy. A Mariapaz por ser la luz en mi vida, que envió Dios para confirmarme su Amor.

Jhony Maykel Yalta Fernandez

Agradecimiento

A mi madrecita Victoria, quien fue quien puso la primera piedra para estudiar esta bella Carrera. A mis tíos Melissa y Edgar, que siempre estuvieron en los momentos que más los necesité, y a sus Hijas Maday y Bianca, que son mis hermanas de Vida. A mis tías, Gaby, Maru y Jacky, quienes siempre estuvieron para mí, gracias. A los profesores que tuve tanto en mi vida estudiantil, como laboral, pues sus conocimientos se ven reflejados en la presente investigación. A mi Universidad Cesar Vallejo, quien ha albergado los mejores años de mi Vida juvenil.

Jhony Maykel Yalta Fernandez



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, La Libertad, 2023.", cuyo autor es YALTA FERNANDEZ JHONY MAYKEL, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 15.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 08 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
SAGASTEGUI VASQUEZ GERMAN DNI: 45373822 ORCID: 0000-0003-3182-3352	Firmado electrónicamente por: GSAGASTEGUIVA el 08-07-2023 22:17:59

Código documento Trilce: TRI - 0580520



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad del Autor

Yo, YALTA FERNANDEZ JHONY MAYKEL estudiante de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, La Libertad, 2023.", es de mi autoría, por lo tanto, declaro que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Nombres y Apellidos	Firma
JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ DNI: 72169807 ORCID: 0000-0001-8333-3000	Firmado electrónicamente por: JYALTAF el 08-07-2023 14:39:55

Código documento Trilce: TRI - 0580523

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Declaratoria de autenticidad del asesor	iv
Declaratoria de originalidad del autor	v
Índice de contenidos	vi
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	xii
Resumen	xv
Abstract	xvi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población (criterios de selección), muestra, muestreo, unidad de análisis	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	12
3.5. Procedimientos	14
3.6. Método de análisis de datos	14
3.7. Aspectos éticos	14
IV. RESULTADOS	16
4.1. Objetivo 1: Definición de las propiedades mecánicas del suelo por medio del EMS, y Determinación del Tipo de cimentación.	16

4.2. Objetivo 2: Sistema Estructural más óptimo para una vivienda familiar de 10 niveles y predimensionamiento de los elementos estructurales. _____	18
4.2.1. Sistema estructural del Diseño _____	18
4.2.2. Predimensionamiento de los Elementos Estructurales _____	22
4.3. Objetivo 3: Modelamientos y Diseño de elementos _____	27
4.3.1. Modelamiento Etabs _____	27
4.3.1.1. Análisis Estático _____	31
4.3.1.1.1. Verificación de Irregularidad en Planta _____	32
4.3.1.2. Análisis Dinámico Modal Espectral _____	33
4.3.1.2.1. Verificación de Máximas Derivas _____	34
4.3.1.2.2. Verificación de irregularidades por piso blando y débil _____	36
4.3.1.2.3. Verificación por Rigidez Lateral _____	38
4.3.1.2.4. Verificación de Excentricidad _____	40
4.3.1.2.5. Verificación de Masa Participativa _____	41
4.3.1.2.6. Verificación de Cortante Dinámico y Estático _____	42
4.3.2. Diseño por Resistencia de Columnas Vigas y Muros de Corte _____	43
4.3.2.1. Requisitos de resistencia y de servicio _____	44
4.3.2.2. Diseño de Columnas _____	44
4.3.2.2.1. Por flexo compresión _____	45
4.3.2.2.1.1. Verificación en Etabs de interacciones de columna 30x50 _____	48
4.3.2.2.1.3. Verificación manual de las interacciones de columna 30x50cm _____	49
4.3.2.2.2. Por Corte _____	51

4.3.2.2.2.1. Cálculo manual de refuerzo Requerido	52
4.3.2.2.2.2. Espaciamiento del Refuerzo	52
4.3.2.3. Diseño de Vigas	54
4.3.2.3.1. Diseño por flexión	54
4.3.2.3.2. Por Corte	57
4.3.2.4. Diseño de Muros de Corte	61
4.3.2.4.1. Por flexión	62
4.3.2.4.2. Por Corte	65
4.3.2.4. Diseño de Losa Aligerada	68
4.3.1. Modelamiento Safe	69
4.3.1.1. Cálculo de Acero en Losa de Cimentación	72
V. DISCUSIÓN	75
VI. CONCLUSIONES	79
VII. RECOMENDACIONES	81
REFERENCIAS	82
ANEXOS	92

Índice de tablas

Tabla 1. Capacidad portante y coeficiente de balasto por profundidad de exploración -----	17
Tabla 2. Predimensionamiento de Columnas de Esquinas. -----	22
Tabla 3. Predimensionamiento de Columnas Excéntricas. -----	23
Tabla 4. Predimensionamiento de Vigas Eje X. -----	25
Tabla 5. Predimensionamiento de Vigas Eje Y. -----	25
Tabla 6. Predimensionamiento de Losa Aligerada en Un sentido (Eje x). -----	25
Tabla 7. Distribución de las placas en el Eje X y Y.-----	26
Tabla 8. Valores Asumidos en el Diseño en ETABS 21. -----	28
Tabla 9. Datos para el Análisis Estático. -----	30
Tabla 10. Cortante basal del Análisis Estático en ETABS 21. -----	31
Tabla 11. Porcentaje de la Cortante basal en la dirección del Eje X, que soportan los muros de Corte. -----	31
Tabla 12. Porcentaje de la cortante basal en la dirección del eje Y, que soportan los muros de corte. -----	32
Tabla 13. Verificación por esquina entrante. -----	32
Tabla 14. Verificación por discontinuidad de Diafragma. -----	33
Tabla 15. Verificación de Derivas dirección X. -----	35
Tabla 16. Verificación de Derivas dirección Y. -----	35
Tabla 17. Verificación por Piso blando X. -----	37
Tabla 18. Verificación por piso blando Y. -----	37
Tabla 19. Verificación por piso Débil X -----	38
Tabla 20. Verificación por piso Débil Y. -----	39
Tabla 21. Desplazamientos relativos en el 10mo y 9no Nivel -----	40

Tabla 22. Evaluación de excentricidad de la edificación. -----	41
Tabla 23. Porcentaje de participación de las masas, tanto para el análisis Estático, así como para el Análisis Dinámico Modal Espectral. -----	42
Tabla 24. Cálculo de Cortante Basal después de segundo Análisis en Etabs 21. -----	42
Tabla 25. Porcentaje de Cortante Dinámico respecto al Cortante Estático Inicial. --- -----	42
Tabla 26. Porcentaje de Cortante dinámico respecto al cortante Estático Final. -----	43
Tabla 27. Área de acero requerido en columnas por análisis de flexo compresión realizado en ETABS 21. -----	47
Tabla 28. Cálculo manual de acero colocado en Columna de 30x50cm 1er Nivel. -- -----	48
Tabla 29. P _{máx} y M _{máx} en La Columna para ambas Direcciones. -----	49
Tabla 30. Cálculo de ramas de estribos necesarios en la sección. -----	52
Tabla 31. Cálculo de espaciamiento y Longitud de confinamiento de Estribos -----	53
Tabla 32. Cálculo de acero Longitudinal en Viga 30x40c, 10mo Nivel – 1er Tramo. -----	56
Tabla 33. Cálculo manual de refuerzo transversal en viga -----	58
Tabla 34. Áreas de acero de refuerzo Longitudinal del Muro M10 en 1er Nivel. -----	63
Tabla 35. Cálculo manual del Acero Longitudinal del Muro M10 en 1er Tramo. -----	63
Tabla 36. Reporte Memoria de cálculo, dato C limit (cm), Etabs 21. -----	64

Tabla 37. Cálculo Manual de la Longitud de refuerzo lateral en Muro de Corte M10.	
-----	65
Tabla 38. Cálculo manual de la longitud de refuerzo en loza de cimentación-----	73
Tabla 39. Matriz de Operacionalización de variables-----	93

Índice de figuras

Figura 1. Procedimiento a seguir en la investigación. _____	13
Figura 2. Mapa Sísmico del Perú, Norma E-0.30. _____	16
Figura 3. Topografía del predio a elaborar Diseño. _____	18
Figura 4. Elevación Principal del Diseño Arquitectónico. _____	19
Figura 5. Distribución del Diseño Arquitectónico propuesto. _____	20
Figura 6. Distribución de Placas, columnas y vigas para el Diseño estructural. _____	27
Figura 7. Modelado de Diseño en ETABS 21. _____	29
Figura 8. Vista Render del Diseño en ETABS 21 _____	29
Figura 9. Espectro de Diseño en ETABS – NTE E-0.30. _____	34
Figura 10. Detalle de posición de columna 30x30cm en un muro de corte que interseca con una viga. Intersección Eje 1-1 y Eje E-E. _____	46
Figura 11. Resultados de áreas de acero requeridas en columna 30x50cm – ETABS 21. _____	45
Figura 12. Visualización cuando la sección y Refuerzo de Acero de una Columna se encuentra fuera del rango óptimo de interacciones con las combinaciones de carga (S/O ETABS) y necesita ser balanceada. _____	46
Figura 13. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E.060. – ETABS. _____	49
Figura 14. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E-0.60 – EJE Y – Cálculo Manual. _____	50
Figura 15. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E-0.60 – eje x- Cálculo Manual. _____	50
Figura 16. Áreas de refuerzo por corte establecido por ETABS 21. _____	51
Figura 17. Sección de columna 30x50cm, detalle de refuerzo. _____	53

Figura 18. Sección de Viga 30x40cm, vista en plano EJE A-A primer tramo.	54
Figura 19. Sección de Viga 30x40cm, Modelamiento según ETABS 21.	55
Figura 20. Diagrama de Momentos obtenidos y áreas de refuerzo requerido en la longitud de la Viga ETABS 21.	55
Figura 21. Sección de Viga 30x40cm, vista en plano EJE A-A Segundo Tramo.	57
Figura 22. Diagrama de Cortantes Viga 30x40cm EJE A – 10mo Nivel ETABS 21	58
Figura 23. Refuerzo Transversal Viga 30x40cm EJE A – 10mo Nivel ETABS 21.	58
Figura 24. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A – 10 Nivel.	59
Figura 25. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A – 1 Nivel.	59
Figura 26. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A y EJE B, Del 1er al 10mo Nivel	60
Figura 27. Distribución en planta de Muro de Corte M10 en el Plano de Estructuras.	61
Figura 28. Acero Longitudinal requerido en la cara superior e inferior de las placas, calculado por ETABS 21.	62
Figura 29. Acero Longitudinal requerido en la cara superior e inferior de las placas, calculado por ETABS 21.	63
Figura 30. Acero transversal requerido en la cara superior e inferior de las placas, calculado por ETABS 21.	66
Figura 31. Distribución final del muro de corte M10, acero superior e inferior para el 1er Nivel – Plano estructuras.	67
Figura 32. Plano de Estructuras -Distribución de Acero en Muro M10 1er Nivel.	67

Figura 33. Diseño de muro M10, para los 10 niveles, plano estructural.	68
Figura 34. Modelamiento de losa de cimentación SAFE 21.	70
Figura 35. Mapa de esfuerzos del suelo en SAFE 21.	70
Figura 36. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21. Acero en X cara Superior.	71
Figura 37. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21. Acero en X cara inferior	71
Figura 38. Área de acero por cálculo de elementos finitos EN safe 21. Acero en Y cara superior.	72
Figura 39. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21. Acero en Y cara inferior.	72
Figura 40. Cuantías de acero a colocar en losa de cimentación de acuerdo al requerimiento solicitado por el SAFE 21.	74

RESUMEN

La presente tesis, tiene como objetivo determinar cómo es el Diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles en Trujillo, La Libertad, mediante una investigación Aplicada No experimental, con la técnica Análisis Documentario, con la ayuda de Fichas Resumen, los cuales contribuyeron para determinar el procedimiento de nuestra investigación, así pues, se obtuvieron como conclusiones de nuestra tesis, lo siguiente: Se determinaron las Propiedades mecánicas de Suelo mediante un EMS, así como también se definió el sistema Estructural más óptimo técnica y económicamente, además, se conocieron las dimensiones del modelo propuesto para los elementos estructurales, y se verificó el cumplimiento de los parámetros de la Norma E-0.30 (Sismorresistente) mediante un análisis Estático y un análisis Dinámico Modal Espectral, así finalmente se diseñó por Resistencia todos los elementos estructurales que contempla la presente tesis, tanto para la super estructura y la sub estructura (Losa de cimentación), esto con la ayuda de los softwares ETABS 21 Y SAFE 21.

Palabras clave: diseño estructural, análisis estático, análisis dinámico modal espectral.

ABSTRACT

The objective of this thesis is to determine what the structural design is like for a 10-story multi-family dwelling in Trujillo, La Libertad, through non-experimental applied research, with the Documentary Analysis technique, with the help of Summary Files, which contributed to determine the procedure of our investigation, therefore, the following were published as conclusions of our thesis: The mechanical properties of the soil were determined by means of an EMS, as well as the most technically and economically optimal structural system was defined, addition, they were known the dimensions of the model proposed for the structural elements, and compliance with the parameters of the E-0.30 Standard (Earthquake resistant) was verified through a Static analysis and a Spectral Modal Dynamic analysis, thus finally concluding by strength design all the structural elements that contemplate this thesis, both for the super structure and the sub-structure (Foundation Slab), with the help of ETABS 21 and SAFE 21 software.

Keywords: structural design, static analysis, modal spectral dynamic analysis.

I. INTRODUCCIÓN

La evolución en la construcción de las viviendas se ha visto en constantes cambios, tanto para satisfacer las necesidades de las familias, sino también para poder afrontar los eventos sísmicos, los cuales son el tipo de fenómeno natural más frecuentes, ya que un tsunami, una tormenta eléctrica, un sifón, etc. ocurren bajo ciertas condiciones climatológicas, en cambio los movimientos sísmicos son los que ocurren en cada instante. “Si solo consideramos los sismos registrados en los instrumentos de medición, los que son tan pequeños que nadie los percibe, las cifras superan el millón de terremotos al año” (Arantza, 2016). La humanidad tiene por naturaleza converger y/o reunirse en grupos familiares, los cuales, al ir incrementando la cantidad de familias, van convirtiéndose en pueblos, urbes, y así escaladamente. “Francia representa uno de los principales lugares donde se tiene registro de la innovación para viviendas multifamiliares en occidente, siendo que las viviendas de tres niveles a más surgieron como respuesta a la necesidad de vivienda de la población de las clases no privilegiadas de la Roma imperial. Solo las familias poderosas y muy ricas podían habitar en la domus, viviendas unifamiliares de uno o dos pisos, cuyas estancias se organizaban en torno a un patio central o una serie de patios interconectados, a los que se abrían puertas y ventanas, mientras que los muros ciegos que las rodeaban daban la espalda al espacio público, lo que les brindaba un alto grado de intimidad” (Castro, 2018). Como podemos darnos cuenta, la humanidad ha buscado la mejora continua y obtención de nuevos conocimientos de las ciencias que le brindan una mejor condición de vida, siendo la construcción de edificaciones la que le da seguridad y le permita descansar de sus actividades físicas, específicamente la ingeniería estructural; “una de los más importantes acontecimientos fue cuando la patente del cemento “Portland” fue registrada por el inglés Joseph Aspdin en 1824, dicho nombre se debe a causa del parecido con las rocas calizas de la región de Portland en Inglaterra. Es menester mencionar que es en 1867 Jack Monier, francés, patenta el concreto armado. Desde mediados del siglo XIX ya se habían ejecutado obras en concreto armado de menor volumen como terrazas y/o macetas para plantas (Lambot, 1848). Así también, en el año 1900 François Hennebique construyó el primer edificio, muros y escaleras de concreto armado, siendo aún más conocido

el Auguste Perret, edificio construido en la calle franklin de parís, este también de concreto armado, y en 1905 el garaje Ponthieu”. (Crespo, 2005). Según el Banco Mundial (Como se citó en Ceplan, 2023), “el aumento de la población y el crecimiento urbano a nivel mundial son dos factores que van de la mano. Según estimaciones del Banco Mundial, aproximadamente el 55 % de la población total, es decir 4 200 millones de personas, habitan en ciudades. Se estima que para el año 2050 el número poblacional se duplique y que, de cada 10 personas, 7 vivan en ciudades “. “En el país los procesos de urbanización se están dando a nivel nacional por lo que es necesaria la planificación del territorio como medida para la eliminación de desigualdades y garantizar una óptima calidad de vida. Se debe medir de manera sistemática el estado de las ciudades en el país para poder diseñar mejores políticas urbanas y estar alineados con los objetivos del Desarrollo Sostenible” (Ceplan, 2023). Durante la última década se ha visto en incremento la construcción de edificios multifamiliares, que ostentan ser de un número de pisos mayor a lo que convencionalmente los propietarios proyectaban construir. Adicionalmente a ello, también se han incluido la construcción de sótanos y semisótanos a las edificaciones, siendo estos proyectos modernos muy ambiciosos, ya que ofrecen diseños estructurales sismorresistentes bajo criterios de Diseños más actualizados, así como de un equipamiento y acabados de ensueño que definitivamente brindan una mejor calidad de Vida. “En el 2022, se vendieron alrededor de 16,000 viviendas en Lima y Callao. Además, en los últimos 12 meses se alcanzó un crecimiento del 3% en relación al 2021, según la Asociación de empresas inmobiliarias del Perú (ASEI)” (Diario Gestión, 2023), lo que demuestra un mercado que, a pesar de la crisis política, económica, y el efecto post pandemia, se ha mantenido como uno de los rubros más estables. Cabe mencionar que, aunque la ciudad de Trujillo se encuentra en vías de desarrollo y el crecimiento poblacional es inminente, es obvio que las viviendas multifamiliares de 10 niveles serán construidas en zonas donde se esté permitido, de acuerdo a la zonificación proyectada por las autoridades competentes, así también, donde se cuente con el acceso a los servicios básicos, como luz, agua y desagüe, además, este tipo de edificaciones serán construidas en las cercanías de zonas con alto flujo de tránsito, como son: universidades, institutos, centros financieros, comercios, entidades públicas y privadas, siendo así que a falta de viviendas

familiares y/o alquileres de habitaciones, por estar copadas, y al ser insuficientes, la construcción de edificios de gran cantidad de pisos son la solución, “una tendencia mundial que se sigue en nuestras ciudades es el crecimiento vertical o la construcción de grandes edificios multifamiliares” (Diario Gestión, 2020) Es aquí donde el presente proyecto de investigación busca determinar el diseño estructural para una vivienda multifamiliar de diez niveles, de acuerdo a la normativa vigente y que puede ser considerado para futuros diseños de viviendas multifamiliares. Para la presente investigación hemos identificado la siguiente problemática ¿Cómo es el diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, La Libertad, 2023 ?. En tal sentido, como objetivo principal se tiene realizar el diseño estructural para una vivienda multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, La Libertad, 2023. Siendo los objetivos específicos que ayudarán a cumplir con el principal, los siguientes: Definir las propiedades mecánicas de suelo por medio del EMS (Estudio de mecánica de Suelos), y determinar el tipo de cimentación más óptima para la transferencia de cargas de los 10 niveles hacia el terreno, como segundo objetivo específico establecer el Sistema Estructural más óptimo para una vivienda Multifamiliar de 10 niveles y determinar el predimensionamiento de los elementos estructurales; y como tercer y último objetivo específico, realizar el modelamiento estructural para la superestructura en el software ETABS 21, y verificar las distorsiones máximas y las exigencias de diseño de acorde a lo estipulado en la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente), así mismo realizar el diseño por resistencia de los elementos, posterior a ello, realizar el diseño de la cimentación en el software SAFE 21. De lo anterior nos conlleva a formular la siguiente hipótesis: El Diseño estructural planteado en la presente investigación cumplirá los parámetros establecidos para el diseño de edificaciones descritos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) en su norma E-030 (Diseño Sismo resistente), E-060 (Concreto Armado), E-050 (Suelos y Cimentaciones). La presente investigación se justifica por lo siguiente: la investigación se ha realizado por la necesidad de conocer cuál es el Diseño estructural de una vivienda Multifamiliar de 10 pisos, en la ciudad de Trujillo, que respete y obedezca los parámetros establecidos en el RNE, y las normas conexas que refieren al correcto diseño estructural, diseño sismorresistente, para una edificación multifamiliar. Así también se tiene como justificación: que mi investigación presentará los pasos que se deben

seguir para definir el correcto sistema estructural de una edificación multifamiliar de 10 pisos, en la ciudad de Trujillo, así como todas las verificaciones de diseño sismorresistente, establecido en la normativa vigente, en tal sentido se presentará información importante, descrita de manera sencilla pero técnica, la cual permitirá que futuras investigaciones tomen en cuenta la metodología empleada en esta investigación. Así también la presente investigación busca incrementar la información de diseños estructurales para la construcción de edificios multifamiliares de diez niveles en la ciudad de Trujillo, el cual se encuentre de acorde a las normativas de construcción establecidas en nuestro país, puesto que, aunque existen edificios de varios niveles (de diez a más piso) en nuestra ciudad, la información del diseño de estos es desconocida, pues son elaborados por empresas privadas y personal capacitado escaso, en tal sentido, la presente investigación busca que el diseño estructural de este tipo de edificaciones sea pública y se vuelva de fácil acceso y los propietarios busquen construir edificios con estas características sismorresistentes, y que pueden albergar a mayor cantidad de personas, así también es menester aclarar, que cuanto mejor definido se encuentre el sistema estructural este ayudará a definir correctamente los elementos estructurales, así se evitará gastos innecesarios en el sobredimensionamiento de los elementos estructurales al emplear un sistema no óptimo.

II. MARCO TEÓRICO

Balarezo y Vara (2020), mediante su tesis denominada “Diseño estructural de un edificio de viviendas de 10 niveles ubicado en el distrito de San Isidro”, obtuvieron las conclusiones que se describen a continuación, “buscaron ubicar las placas de concreto armado de manera estratégica en la edificación, con el fin de mantener el centro de rigidez (CR) cerca al centro de masa (CM), evitando problemas de torsión, lo cuales fueron verificados en el inciso 3.5.1. de la tesis, así mismo, dentro de su diseño no fue necesario la utilización del acero máximo para las cuantías en losas macizas y aligeradas, debido a que estas se rigen por cargas de gravedad, las cuales fueron verificadas en la etapa de diseño donde no fueron necesarias. Para el diseño estructural del edificio de 10 pisos, se emplearon zapatas conectadas y combinadas, usando vigas de cimentación, debido a los momentos de volteo que se generan en los muros perimetrales de la estructura, así mismo, el tipo de suelo fue S1 con una capacidad portante de 4kg/cm^2 , tampoco fue necesario la construcción de sótanos para contribuir con la estabilidad de la edificación. La densidad de acero obtenida en el diseño estructural demuestra diámetros de mayor medida para los primeros niveles, así como la reducción de estos conforme se subía de niveles, de igual forma con los núcleos de las placas de concreto, para ambos elementos se respetaron las cuantías mínimas descritas en la normativa. Debido a que el diseño estructural propuesto no considera sótanos, fueron las vigas que se conectan a las placas en el eje x-x, las que reciben la mayor cantidad de cargas de sismo, en tal sentido fueron diseñadas con tal fin” (p. 47). Rosales (2023), mediante su tesis denominada “Modelamiento estructural de un edificio de 10 pisos usando el método pushover en un sistema mixto, urbanización Santa Beatriz, Huaraz – Ancash”, obtuvieron las siguientes conclusiones, “la Distribución arquitectónica usada para la vivienda de diez niveles, cumple a cabalidad el RNE., así también los elementos estructurales diseñados en la tesis en mención, si fueron capaces de soportar las estimulaciones de diseño a las que fueron sometidas y son capaces de garantizar la habitabilidad del mismo ante un fenómeno sísmico. Como conclusión que engloba su investigación denota que, con el análisis estático no lineal, método Pushover, la estructura evaluada en un rango elástico e inelástico cumplen con la relación demanda capacidad, ante un evento sísmico de diseño según la NTE E-030” (p. 100). Celis y Requielme (2021), mediante su tesis

denominada “Diseño estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, urbanizaciones docentes Cajamarca”, se obtuvieron las siguientes conclusiones, pues “se logró realizar el diseño estructural bajo el sistema de ductilidad limitada de muros, cumpliendo lo establecido en la normativa vigente para el diseño de concreto armado, Norma E.060. Con la ayuda del programa ETABS se obtuvieron todos los parámetros para el análisis sísmico de la edificación, como las derivas para ambos ejes, los periodos fundamentales en las tres direcciones (x, y, z), así como para el análisis estático se obtuvieron todos los factores, Z, CX, U, S, R, P, Ip, Ia, así también, se obtuvo la fuerza del cortante basal, se verificó el análisis lineal y elástico con las magnitudes normadas, el cual dio como resultado que las derivas obtenidas son menores en 39.74% respecto al valor de 5/1000. Para el diseño estructural propuesto. En la presente tesis se definieron las cuantías de acero para los elementos estructurales para la cimentación, como para la platea, los muros de los sótanos, siendo el $f'c=280$ kg/cm². Para la superestructura propuesta se utilizaron muros de ductilidad limitada, con un $f'c=210$ kg/cm², siendo necesario el refuerzo por doble capa para ambos sentidos, así como para las vigas y las losas macizas, siendo que se realizaron las verificaciones con la ayuda de los softwares SAFE Y SAP 2000” (p. 199). García (2020), mediante su tesis denominada: “Análisis dinámico no lineal de un edificio de hormigón armado de diez pisos” Obtuvieron las siguientes conclusiones, pues “el modelado utilizado en este estudio, muestra que un modelo no lineal detallado y sofisticado modelo de computadora, es capaz de predecir con precisión las respuestas globales y locales con un alto grado de precisión para un edificio RC tras ser sometido a la excitación del suelo. El modelo analítico tridimensional empleado para la investigación, para los diafragmas del edificio, se utilizó elementos lineales tipo Shell, siendo que otros estudios podrían investigar los efectos de no linealidad en los diafragmas empleando elementos finitos tipo Shell, y determinar la respuesta de la edificación. El estudio de pórticos especiales y muros especiales, los cuales son elementos de gran resistencia a momentos, y sirven para combatir las fuerzas de sismo, el estudio de estos siempre será de gran importancia” (p. 47). Firoz y Manju (2020), mediante su artículo denominado: “Análisis y diseño de componentes estructurales de edificio (g+10) rcc utilizando etabs”, se obtuvieron las siguientes conclusiones, “los muros de corte son las

estructuras que generalmente se construyen para equilibrar las cargas laterales que actúan sobre la estructura. Donde las cargas laterales son predominantemente de viento y cargas sísmicas. Y predominantemente las cargas sísmicas son más intensas en su efecto sobre las estructuras de los edificios. Los muros de corte son rápidos en la construcción, ya que las paredes no necesitan ningún ladrillo especial arreglo o tarrajeo, pues son muy rápidos en su construcción. El mecanismo del programa ETABS 2013 es muy intuitivo. El usuario inicialmente define todas las propiedades del material, propiedades de la sección, cargas, patrones, casos de carga, combinaciones de carga, espectro de respuesta funciones. Las propiedades del material incluyen la definición del grado de Hormigón y barras de refuerzo. Las propiedades de las secciones incluyen definición de secciones de viga, secciones de columna, secciones de losa, muro secciones, etc. El innovador y revolucionario nuevo ETABS es lo último en paquete de software integrado para el análisis estructural y diseño de edificios. Incorporando 40 años de continuo investigación y desarrollo, ETABS ofrece modelado y visualizaciones inigualables basados en objetos 3D, herramientas, poder analítico increíblemente rápido lineal y no lineal, Capacidades de diseño sofisticadas y completas para una amplia gama de materiales y visualizaciones gráficas perspicaces, informes y dibujos esquemáticos que permiten a los usuarios y descifrar y comprender fácilmente el análisis y el diseño resultados. Desde el comienzo de la concepción del diseño hasta la producción de dibujos esquemáticos, ETABS integra cada aspecto del proceso de diseño de ingeniería. Creación de modelos nunca ha sido tan fácil: los comandos de dibujo intuitivos permiten para la generación rápida Análisis y Diseño de Shear Wall para un Edificio Sismorresistente usando ETABS” (p. 6883). Zambenedetti (2020), mediante su tesis denominada: “Estudio del proyecto estructural de un edificio multifamiliar”, se logró obtener las siguientes conclusiones, pues “es esencial la verificación en ciertos puntos para el edificio multifamiliar de 15 pisos en atención en relación a la fase de concepción, tratando de evitar Complicaciones o reelaboraciones en la fase de detallado, como, por ejemplo, anchos de soportes que dificultan el anclaje de las barras y el control de las dimensiones relativas en las regiones de encuentros entre vigas para reducir el refuerzo de suspensión necesario. Es importante enfatizar la relevancia del tema económico en la definición de un arreglo estructural, ya que esta se convierte en una herramienta esencial para

la toma de decisiones del ingeniero y, como hay variaciones en los costos de entrada en todo momento, el mejor diseño puede no ser el mismo en diferentes momentos de la economía. Para posibles trabajos futuros es importante una profundización en el estudio del dimensionamiento de la cimentaciones y evaluación de la interacción suelo-estructura y la comparación entre el área transversal de acero requerido en muros-pilares calculado a través de modelo de placa y por prescripciones NBR 6118 (ABNT, 2014)” (p. 85). Sanchez (2021), en su tesis: “Diseño estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de siete niveles en Miraflores” donde realizó el diseño estructural para un edificio distribuido de la siguiente manera, “un nivel para estacionamiento, siete destinados a vivienda, más una azotea, el cual corresponde para un área de terreno de 1401.61 m² a diseñar, donde obtuvo la siguientes conclusiones: Es de gran importancia respetar los criterios e hipótesis que se denotan en las normativas de diseño, ya que estas ayudarán a sintetizar la concepción del diseño y de la distribución de las fuerzas sísmicas en cada elemento estructural. Así también las derivas obtenidas del cálculo realizado en su tesis cumplen los parámetros descritos en la normativa, siendo que en el eje X se obtuvo 4.66%, en cambio en la dirección Y fue de 6.37%, ambas menos que 7%. También se observó la importancia de verificar el tipo de pórtico a analizar, ya que la diferencia de rigideces que existe entre pórticos compuesto por placas y vigas, generan grandes inversiones en los momentos, y pueden resultar contraproducentes por la fragilidad de las vigas, en tal sentido el método de diseño para este tipo de pórticos, se emplea el criterio de cortante por capacidad. Por otro lado, los pórticos convencionales conformado por vigas y columnas con secciones regulares, toman fuerzas sísmicas mínimas, y solo dependen de las cargas de gravedad. Así mismo, el diseño estructural de sus lozas también depende de las cargas de gravedad, siendo de vital importancia que se respete los criterios de predimensionamiento establecidos en la normativa peruana” (p.114). Wassef y Kanan (2017), en su artículo denominado “Diseño de edificios de concreto armado de gran altura”, donde “realizaron la comparación en análisis y diseño de tres modelos de Sistemas Estructurales para un mismo proyecto, un edificio de gran altura de 28 pisos, siendo el área de los primeros 18 niveles de 25x25m, y los siguientes 10 niveles de 19x19m, mostrando un estilo de torre, considerando losas de 0.25m y 0.20m respectivamente para cada cambio de áreas

de construcción en los niveles descritos, entre otras consideraciones comunes se empleó una sección de 0.40x0.80m para las vigas, además todos los soportes de la estructura fueron consideradas fijas. A continuación, describo los tres modelos de sistemas estructurales considerados por Mustafa e Ibrahim: para el primero se consideró muros estructurales como núcleo central conectada por pórticos resistentes a momentos en las dos direcciones ortogonales; para el segundo modelo, se consideró lo mismo que el primero, sin embargo se le agregó arriostramiento; en cambio para el tercer modelo varió un poco, pues se consideró un sistema por muros de corte, que incluye un muro como núcleo central, dispuestos de manera regular, de 6 metros de lago, conectadas por medio de vigas para formar los pórticos. Como Análisis para los tres modelos descritos anteriormente, se les aplicó los métodos, Análisis Estático y Dinámico, empleando el software ETABS, obteniendo los siguientes resultados comparativos entre ambos métodos: 1) Para los desplazamientos, el segundo modelo, que cuenta con arriostramiento, brinda menores desplazamientos en comparación que los otros dos modelos, este resultado es teniendo en cuenta ambos métodos de análisis, siendo este modelo el mejor para ser utilizado en términos de desplazamientos 2) Con respecto a la Deriva de Piso, se verifica que el segundo modelo brinda el menor valor de deriva, dicho resultado es obtenido de la comparación de ambos métodos de análisis considerados, siendo que el segundo modelo es el mejor para ser utilizado en términos de derivas. 3) Con respecto a la cortante base y Momentos, se obtuvo de ambos análisis que el primer modelo es el que a dado menores valores de cortante y momento, siendo en todo caso que el primer modelo es el mejor para ser utilizado en términos de cortante y momento. Como conclusiones generales de la investigación que describo, se puede indicar que los tres modelos considerados, mantienen resultados muy similares, aplicando tanto el análisis estático y Dinámico, así mismo en términos económicos, es el tercer modelo el que lleva la delantera pues por los refuerzos a emplear es menor que los otros dos modelos, en conclusión un sistema por muros de corte, resulta más económico y eficiente para ser empleado en el diseños de edificios de gran altura, por lo menos para el diseño propuesto en esta investigación” (p.53). Hallebrand y Wilhelm (2020), en su tesis “Diseño estructural de edificios de gran altura”, menciona que “ los elementos que involucran la construcción, independientemente de los materiales, también se

considera el conocimiento y la tecnología, los cuales se encuentran en constante cambio y actualización, sin embargo, los desafíos a los que se enfrenta la construcción de estos edificios son también relevantes, uno de ellos y principales es el aumento de las cargas debido al aumento de la altura de los mismos, se podría decir que es directamente proporcional, así también lo es la importancia del efecto de la carga horizontal, en dicha tesis idealizan la carga lateral como un voladizo que se fija en el terreno, asumiendo que si el viento tiene una distribución homogénea a lo alto de la edificación, entonces el momento en la base aumentará cuadráticamente con la altura, lo que nos indica que se generará un momento en la base mayor, siendo entonces una de las características principales al diseñar un edificio de gran altura, la capacidad que tienen estos para absorber las fuerzas horizontales y transmitir óptimamente el momento resultante a la cimentación. Ante lo descrito consideran en su tesis que una manera efectiva son los muros verticales portantes acoplados, así mismo una fuerza de tensión se generará en los muros, entonces, es el peso propio que debe ayudar a los muros a reaccionar con fuerzas de compresión, es decir la transmisión de las cargas se realizará por la transferencia del peso en las losas y se transmitirán a los muros, así mismo presentan algunas otras propuestas para lidiar con dicha solicitud "(p. 4). Mavros y Panagiotou (2022), en su artículo "Análisis sísmico de un moderno sistema de construcción de muros centrales de concreto armado de 14 pisos utilizando la metodología BTM-Shell", investigaron y obtuvieron los siguientes resultados, "Que un edificio moderno con muros centrales o lo que conocemos como núcleo de muros, donde se alberga ascensores normalmente, que fue diseñado bajo las normativas ASCE 7-16 y ACI 318-14, al haberle realizado un análisis Estático cíclico no lineal, utilizando una versión mejorada del modelo de armadura de vigas (BTM) para los muros, las vigas de acoplamiento y las losas., al haber realizado dicho análisis para dos patrones de cargas, es decir se distribuyeron fuerzas laterales a lo largo de su altura, se buscó conocer el efecto de diferentes niveles de esfuerzos cortantes en el plano de la pared sobre la capacidad sísmica y la capacidad lateral del sistema de construcción. Siendo los principales hallazgos que la capacidad de deformación del edificio se reduce significativamente para patrones de carga de esfuerzos cortantes relativamente altos. Los autores consideran de gran importancia que los límites de esfuerzo cortante actualmente

estipulados en las pautas de evaluación de desempeño pueden no garantizar un comportamiento dúctil adecuado para los edificios de núcleos acoplados con alas de CR. Así pues, como recomendación indican que se emplee la metodología BTM (Beam Truss Model), junto con análisis dinámicos no lineales y que se incluyan movimientos triaxiales del suelo” (p. 1560). Jiménez (2020), en su tesis denominada “Análisis lineal del comportamiento de sistemas estructurales combinados ante sollicitaciones sísmicas”, indica que “El comportamiento lineal de la edificación cuando fue analizada por otros investigadores, muestra un comportamiento menos crítico respecto de las estructuras diseñadas bajo un análisis sísmico empleando otras metodologías y formulas del periodo fundamental, lo cual se corrobora pues en el cálculo de los otros investigadores se obtuvo un limite inferior al cortante basal que rigió el diseño estructural de la edificación, es decir se obtuvieron fuerzas sísmicas de magnitudes más intensas, lo cual se conceptualiza en una estructuración más conservadora, de lo anterior descrito Jiménez indica que el uso de diversas formulas para establecer el periodo fundamental aproximado, establece un valor ínfimo para el cortante basal del diseño, siendo que muchas rigen el diseño estructural, así también advierte que en cantidades y costos, no existen variaciones importantes, pues el dimensionamiento de los elementos prácticamente se mantienen, así también indica que las dimensiones de los muros no varían significativamente” (p. 66).

III. METODOLOGÍA:

3.1. Tipo y diseño de investigación:

3.1.1. Tipo de investigación: El tipo de investigación de la presente Tesis fue Aplicada

3.1.2. Diseño de Investigación: El diseño es de tipo No Experimental, transversal descriptivo simple, puesto que, según Maldonado, una investigación no experimental son las que se elaboran sin la manipulación intencional de las variables en estudio, pues estas son observadas en el ambiente natural donde se desarrollan y se centrará la investigación.

O → M

Dónde:

O= Observación

M= Muestra

3.2. Variables y operacionalización:

Para la presente investigación se consideró la variable independiente diseño estructural, así mismo se ha incluido en el apartado de Anexos (Ver anexos1) la tabla de operacionalización de la variable en mención.

3.3. Población, muestra, muestreo:

3.3.1. Población: Para la presente investigación, la población estuvo dada por el sector Natacha Alta de la provincia de Trujillo.

3.3.2. Muestra: Se consideró como muestra el lote ubicado en la Mz T, Lt 14, calle El Juzgado, Urb. Natasha Alta.

3.3.3. Muestreo: Se consideró un muestreo No probabilístico, a conveniencia, según Elena Abascal dicho tipo de muestreo consiste en obtener una muestra a conveniencia del investigador como propiamente su nombre lo indica, el cual obedece a poblaciones accesibles para el investigador.

3.3.4. Unidad de Análisis: para la presente investigación la unidad de Análisis está dado por el diseño estructural de un edificio multifamiliar de 10 niveles.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

3.4.1. Técnica: En esta investigación se empleó la técnica de Análisis Documental, debido a que se ha hecho uso de antecedentes y revisiones a otras investigaciones similares, con el mismo grado de complejidad o más, así mismo, se utilizó las normas que rigen el diseño estructural de una edificación en nuestro país, siendo así que el diseño estructural para la vivienda familiar de 10 niveles se obtendrá bajo los criterios y conocimientos obtenidos y la aplicación de la normativa vigente en los softwares de diseño y las comprobaciones manuales.

3.4.2. Instrumentos: Para la investigación se empleó fichas de recolección de datos (Ver Anexos 2 – 7 fichas). Siendo que las Herramientas utilizadas en la presente tesis fueron: Software AutoCad, Software Etabs 21, Software Safe 21, Software Ms Office.

3.5. Procedimientos

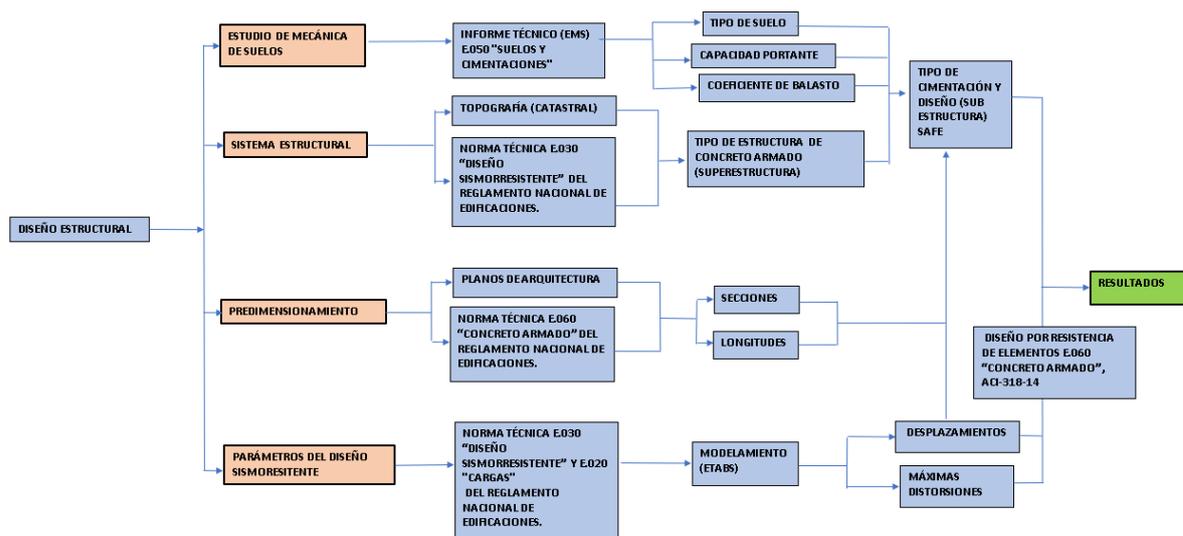


Figura 1. Procedimiento a seguir en la investigación.

En la presente investigación se empleó el siguiente procedimiento: Se inició realizando el EMS (Estudio de Mecánica de suelos), donde para la elaboración de dicho informe técnico se contrató al laboratorio de suelos INGEOMA, en consecuencia, se obtuvo todas las propiedades mecánicas del suelo donde se cimentará nuestra edificación, la cual soportará los 10 niveles proyectados, donde se pudo definir el tipo de suelo, la capacidad portante y el coeficiente de balasto. Se estableció el sistema estructural, con la ayuda de la información topográfica (catastral) de la zona donde se ubicó nuestro proyecto (Obtenida de la Sub gerencia de Habilitaciones Urbanas de la Provincia de Trujillo), ya que sirvió para determinar y corroborar las medidas del predio, siendo esta de forma rectangular con medidas regulares, con ángulos de noventa grados en sus cuatro vértices. Así también, de acuerdo a la Norma E-030 (NTP) y el criterio técnico de los asesores y nuestras referencias de estudio, se definió el sistema estructural, proyectando la existencia de muros de corte en el diseño propuesto, en consecuencia, un Sistema Estructural por Muros de Corte. Se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales, se respetó la distribución planteada en los planos arquitectónicos y con la ayuda de la Norma E-060(NTP) se determinaron las dimensiones tentativas de las secciones y longitudes de cada elemento estructurales, para que de esta manera el diseño estructural cumpla con los requerimientos de la normativa vigente, donde además se consideraron secciones y longitudes de los elementos estructurales que por experiencia es muy probable soporten las solicitaciones a las que va a ser sometido el modelamiento y de esta manera se evite el replanteo de las mismos en reiteradas oportunidades. Se verificó los parámetros establecidos en la Norma E-030 (NTP) el cual obedece a un diseño sismorresistente para las edificaciones, así mismo, con la ayuda de softwares de diseño estructural (ETABS), se obtuvieron los desplazamientos y las distorsiones máximas para cada piso. Así mismo con los resultados finales, y que cumplen con la normativa E-030, se exportó los Datos al software SAFE, para el diseño estructural de la Platea de cimentación.

3.6. Método de análisis de datos:

Se realizó los cálculos matemáticos (Análisis estático y Análisis dinámico modal espectral) con la ayuda de softwares de diseño (ETABS 21 y SAFE 21), para los

elementos estructurales del edificio de 10 niveles, así también se realizó la comprobación, pues si los valores calculados y obtenidos del modelamiento, se encontraron dentro de los parámetros establecidos en la norma E-030 (NTP), como los desplazamientos, las distorsiones máximas de entresijos, y demás verificaciones, además si la superestructura denota un óptimo comportamiento ante simulaciones sísmicas realizadas en el software donde fue modelado. En tal sentido con la ayuda de las fichas de recolección de datos se levantó la información obtenida para su posterior interpretación y validación.

3.7. Aspectos Éticos:

Para la presente investigación se respetó lo estipulado por la Norma ISO 690 y 690-2, la cual garantiza el tratamiento de la información y las referencias citadas, así mismo se siguió el código de ética de la Universidad Cesa Vallejo; además, contando con el reporte de la plataforma Turniti, la cual brinda el soporte para verificar el porcentaje de plagio que puede contener nuestra investigación, así también, se ha realizado una base de datos (Vigilancia tecnológica), donde se registra de que direcciones web fue obtenida la información .

IV. RESULTADOS:

4.1. Objetivo 1: Definir las propiedades mecánicas de suelo por medio del EMS (Estudio de mecánica de Suelos), y determinar el tipo de cimentación más óptimo para la transferencia de cargas de los 10 niveles hacia el terreno.

Se realizó la investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio, para definir la estratigrafía del terreno de fundación, características mecánicas de los suelos predominantes, propiedades y estimación de asentamientos, de acorde a lo establecido en la norma E-050 (Suelos y Cimentaciones) del RNE (Reglamento Nacional de Edificaciones). En el suelo de estudio se encontraron dos estratos, siendo el primero de Arena con aglomerante limoso, con presencia de materiales de relleno. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SM", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0). Así pues, para el segundo estrato fue Arena limpia mal graduada, en el sistema de clasificación de suelos SUCS es un "SP", y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0). El suelo No presenta Nivel freático a la profundidad excavada de 3.00m (A la fecha de exploración). De acorde a los parámetros establecidos en la Norma E.030, se emplearán los siguientes Valores: Factor de Zona (Zona 4): $Z=0.45$, Factor de amplificación de ondas sísmicas: (Tipo S3 (BLANDOS)) $S=1.10$. Periodo de vibración predominante: $T_p=1.00$ s ; $T_I=1.6$, Factor $U=1.00$.



FIGURA N° 1. ZONAS SÍSMICAS

Figura 2. Mapa Sísmico del Perú, Norma E-030

CAPACIDAD PORTANTE, COEFICIENTE DE BALASTO Y TIPO DE CIMENTACIÓN:

Del EMS, nos refiere tres diferentes valores de capacidad portante del suelo, esto en función a la altura del desplante, siendo que el EMS nos indica que la altura mínima de desplante debe ser 1.50m, en tal sentido se ha definido que la profundidad de desplante para nuestro proyecto de investigación será de 2.00m.

Tabla 1. Capacidad portante y Coeficiente de balasto por profundidad de exploración

Df (m)	S (cm)	q adm (kg/cm ²)	C balasto (Kg/cm ³)
1.50	0.71	1.71	3.48
2.00	0.87	1.93	3.87 (A utilizar)
2.50	1.04	2.15	4.3

Nota: De los resultados Obtenidos en el EMS, el Laboratorio Nos brindó los datos necesarios para establecer las propiedades mecánicas del suelo a las diferentes profundidades de exploración y establecer el tipo de cimentación.

Como se verifica en la tabla anterior, tenemos una capacidad portante de 1.93kg/cm² y un coeficiente de balasto = 3.87kg/cm³, a una profundidad de 2.00m, lo que muestra una pobre capacidad del suelo, pero común para la zona costera, además se definió como un suelo S3 (Suelo Blando), en una zona altamente sísmica con $z=0.45$, y un área de terreno rectangular, es decir no es homogénea en sus lados, además que el EMS sugiere el tipo de cimentación una Platea, por toda la información antes mencionada, se ha considerado que para nuestro proyecto se considerará una platea de cimentación, siendo el modelamiento en el software SAFE 21, el que nos brinde la verificación del peralte propuesto y el refuerzo necesario.

4.2. Objetivo 2: Establecer el Sistema Estructural más óptimo para una vivienda Multifamiliar de 10 niveles y determinar el predimensionamiento de los elementos estructurales.

4.2.1. SISTEMA ESTRUCTURAL DEL DISEÑO:

Para determinar el sistema estructural tentativo para iniciar nuestro diseño, se tuvo en consideración lo establecido en la norma E-030, así como la opinión de los asesores, ante una edificación con las características geométricas del terreno.

4.2.1.1. TOPOGRAFÍA DEL TERRENO:

Se obtuvo los datos del plano de Catastro de la Sub Gerencia de Habilitaciones Urbanas de la Municipalidad Provincial de Trujillo, en tal sentido, se verificó que el predio tiene las dimensiones regulares, con ángulos rectos en sus cuatro vértices, así mismo es un terreno totalmente Nivelado, presto a realizar una construcción como la de la presente investigación, tal y como se verifica en la siguiente imagen:

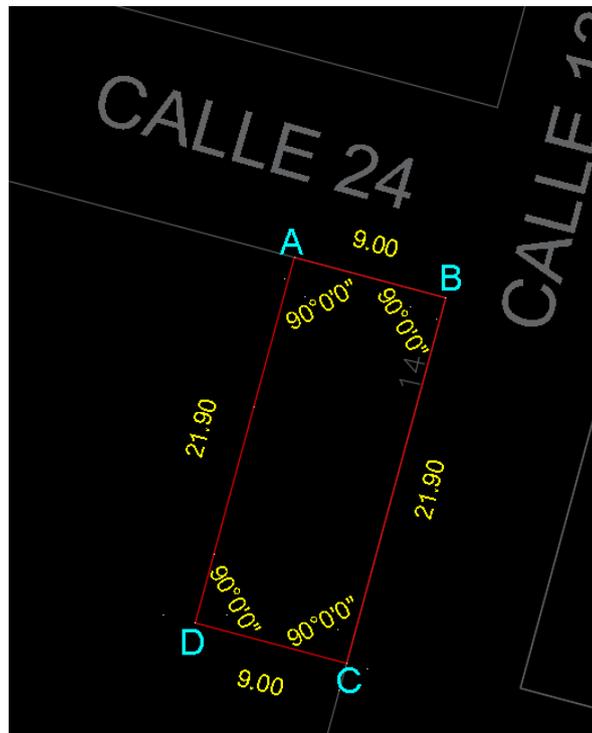
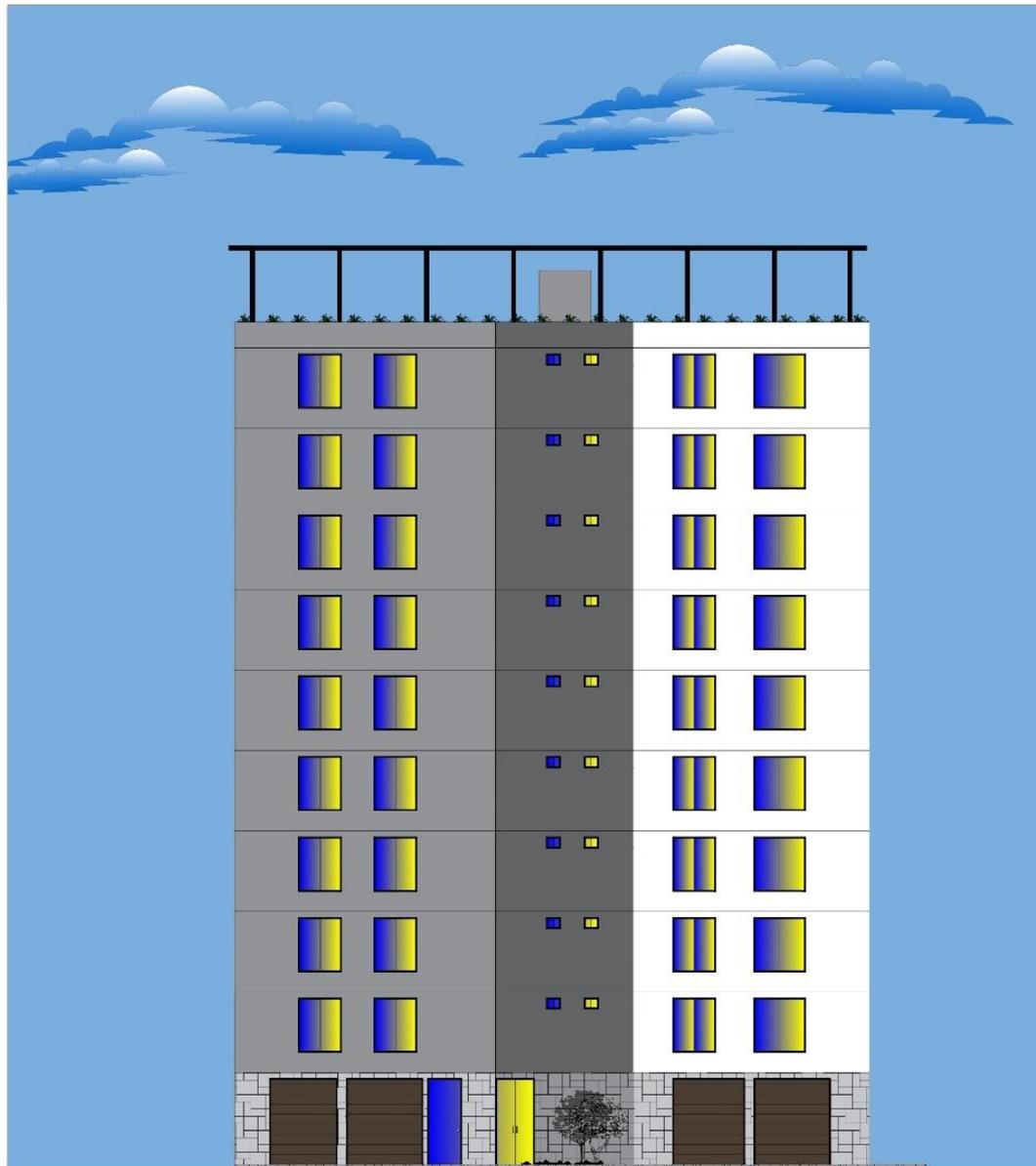


Figura 3. Topografía del Predio a elaborar Diseño.

4.2.1.2. DISEÑO ARQUITECTÓNICO PROPUESTO:

Se puede Observar que el diseño Arquitectónico propuesto demanda mantener áreas libres de columnas en el interior de los ambientes, siendo que se contempla cochera en el primer nivel y 2 departamentos en los siguientes 9 niveles, así mismo se ha considerado un núcleo con muros de corte para los dos ascensores, así como para las escaleras.



ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESC 1/75

Figura 4. Elevación Principal del Diseño Arquitectónico.



Figura 5. Distribución del Diseño Arquitectónico propuesto.

4.2.1.3. SISTEMAS ESTRUCTURALES NORMATIVOS:

Según la Norma E.030 en su artículo 16, existen 4 tipos de sistemas estructurales, siendo estos: Pórticos. **$80\% \geq V_{\text{basal}}$ actúa en las columnas**, Muros Estructurales: **$70\% \geq V_{\text{basal}}$ actúa en los muros**, Dual. **$20\% \geq V_{\text{basal}}$ y $70\% \leq V_{\text{basal}}$ actúa en los muros**, Edificaciones de Muros de Ductilidad Limitada (EMDL). **Hasta 8 niveles**. Los Cuales obedecen a un porcentaje de resistencia de la Cortante basal, es decir que el sistema elegido soporta la mayor intensidad de la fuerza sísmica, siendo que pueden existir otros sistemas en el diseño, pero se considera el que predomina como el sistema estructural integro de la edificación.

4.2.1.4. SISTEMA ESTRUCTURAL MÁS ECONÓMICO:

Según Firoz, Alam y Manju (2020), mediante su artículo denominado: “Análisis y diseño de componentes estructurales de edificio (g+10) rcc utilizando etabs”, menciona que Los muros de corte son rápidos en la construcción, esto debido a que las paredes no necesitan ningún ladrillo especial arreglo o tarrajeo, Adicional a ello, puedo agregar que los muros son fáciles de ocultar y no generan pintos bruscos en los ambientes.

Wassef Mustafa; Kanan (2017) en su artículo denominado “diseño de edificios de concreto armado de gran altura”, donde realizaron la comparación en análisis y diseño de tres modelos de Sistemas, Consideraron que para edificios de gran altura, el sistema que obtuvo mejor desempeño y resistencia ante momentos y cortantes, fue el sistema por muros de corte conectado por vigas, así mismo concluye que en términos económicos este lleva la delantera pues por los refuerzos a emplear es menor que los otros sistemas, en conclusión un sistema por muros de corte, resulta más económico y eficiente para ser empleado en el diseños de edificios de gran altura.

4.2.1.5 SISTEMA ESTRUCTURAL PROPUESTO:

Como bien se ha descrito en los puntos se ha determinado que el sistema estructural de Muros es el que representa alta garantía en resistencia a momentos y corte, así también resulta más económicos por lo práctico de su construcción y refuerzos en menor cuantía y son fáciles de ocultar en los ambientes que se van a habitar, en tal sentido se optará por realizar un diseño que contemple Muros de Corte.

4.2.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES:

Para poder definir el predimensionamiento de los elementos estructurales, se hará uso de las fórmulas descritas en la **Norma E-060** (Concreto Armado) del Reglamento Nacional de Edificaciones, así también de lo descrito en la **Norma ACI 318-14**.

4.2.2.1. PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNAS:

Para el presente diseño se emplearán columnas de 30x30cm en las esquinas donde convergen la unión de dos muros de corte, así también un par de columnas de 30x50cm en el eje 1-1, que sirven como empalme para las vigas que se empotran en un muro de corte.

Tabla 2. *Predimensionamiento de Columnas de Esquinas*

COLUMNAS EN ESQUINAS	DATOS
ÁREA TRIBUTARIA	4.5 m ²
Número de Pisos que soporta	10 pisos
f _c	210 kg/m ³
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C (Edificaciones Comunes)
P de servicio (Asumido) Especialistas Asesores)	1200 Kg/m ² (Recomendación de
Pu	54000 Kg
n Col. Central	0.35 (A.C.I)
A de columna	734.69 cm ² (A.C.I)
Sección a emplear en Modelamiento	30 x 30 = 900cm²
Acero a colocar TENTATIVO 1% (RNE)	900 mm ²
Barras a colocar como propuesta Inicial	
4	3/4 Ø 284 (1136 mm ²) 126% ok

Tabla 3. Predimensionamiento de Columnas Excéntricas

COLUMNA EXCENTRICA EJE 1 Y EJE B, EJE D, EJE F.

ÁREA TRIBUTARIA	9	m ²
Número de Pisos que soporta	10	pisos
f _c	210	kg/m ³
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C	(Edificaciones Comunes)
P de servicio (Asumido) Especialistas Asesores)	1200	Kg/m ² (Recomendación de
P _u	108000	Kg
n Col. Central	0.35	(A.C.I)
A de columna	1469.39	cm ²
Sección a emplear en Modelamiento	30 x 50	= 1500 cm ²
Acero a colocar 1% (RNE)	1500	mm ²

Barras a colocar como propuesta Inicial

8 3/4 Ø	284	(2272 mm²) 151% ok
----------------	------------	--------------------------------------

4.2.2.2. PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS:

Como se determinó que se diseñara un sistema estructural por Muros, las Vigas servirán como conexión entre los muros que sean discontinuos, así como también las encargadas de brindar una armonía en el diseño, puesto que son collarines en cada nivel, en tal sentido se obtuvo una sección por cada sentido de la estructura, siendo para el eje X una viga de 30x40cm, así para el eje Y una viga de 30x50.

Tabla 4. Predimensionamiento de Vigas Eje X

EJE X	DATOS		
Luz Crítica EJE E ENTRE EJE 1- 1 Y 2- 2			
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C	(Edificaciones Comunes)	
L=	3.9	m	
h Viga (L/12)=	0.33	m	
h Viga Asumido = Especialistas Asesores)	0.40	m	(Recomendación de
b Viga Asumido =	0.30	m	(de acorde al ancho de columnas)
Sección a emplear en Modelamiento	30 x 40 = 1200cm²		

Tabla 5. Predimensionamiento de Vigas Eje y

EJE Y	DATOS		
Luz Crítica EJE 4 ENTRE EJE E- E Y F-F			
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C	(Edificaciones Comunes)	
L=	4.75	m	
h Viga (L/12) =	0.40	m	
h Viga Asumido = Especialistas Asesores)	0.50	m	(Recomendación de
b Viga Asumido =	0.30	m	(de acorde al ancho de columnas)
Sección a emplear en Modelamiento	30 x 50 = 1500cm²		

4.2.2.3. PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA:

Para el presente diseño se realizó la verificación del peralte mínimo para las losas, según las luces más críticas del diseño, el cual se obtiene un $h=0.20m$, sin embargo, por recomendación de los asesores, se decidió iniciar para el

modelamiento con un $h=0.25\text{m}$, debido a la gran rigidez de los elementos que se están considerando, y pueden generar fracturas en los diafragmas al ser muy frágiles, así mismo con el análisis estructural se comprobará si esto podría suceder.

Tabla 6. *Predimensionamiento de Losa Aligerada en Un sentido (eje X).*

Luz Crítica EJE B ENTRE EJE 2- 2 Y 4-4	DATOS		
CATEGORÍA DE EDIFICACIÓN	C	(Edificaciones Comunes)	
L=	3.7	m	
h Viga (L/21) =	0.18	m	
h Viga Asumido =	0.25	m	(Recomendación de Especialistas Asesores)

4.2.2.4. PEDIMENSIONAMIENTO DE MUROS:

Existen diferentes métodos teóricos y empíricos para determinar las dimensiones de los muros estructurales, esto de acuerdo a la normativa peruana o a normas internacionales como las ACI. Siendo que existen algunas fórmulas que pueden ofrecer alguna idea de longitudes, sin embargo no se debe garantizar que lo propuesto funcione, en tal sentido no se debe descartar que es necesario proponer un modelo de distribución, ya que predecir el comportamiento de una edificación ante fenómenos físicos naturales, es complejo, sin embargo, hay criterios necesarios para que nuestra propuesta pueda ser la que se utilizará finalmente, o se haga pequeñas modificaciones, siendo entre estas consideraciones, hacer una distribución armoniosa, sin cambios de secciones bruscos, verificando las zonas más vulnerables de la edificación, así evitar excentricidades fuera de lo normado.

Como formula empírica se tomará la siguiente formula donde para encontrar el espesor del muro se divide el ancho del muro proyectado entre el coeficiente 25, siendo que se diseñara un sistema por Muros Cortantes, tomamos el que tiene una mayor longitud, y es el muro M10 ubicado en el Eje 1, a lo largo de los 10 Niveles

del proyecto, siendo que el ancho del muro es de 9.10m, al dividirlo obtenemos $e=Lm/25= 9.10m/25= 0.364m$ de espesor.

De lo antes descrito, se tomará como espesor tentativo para los muros del modelo un $e=0.30m$, siendo distribuidos de la siguiente manera.

Tabla 7

Distribución de las placas en el Eje X y Y.

EJES X	ENTRE EJE Y			Long. (m)
	1-2	2-3	3-4	
A	1.5	1.5	1.75	4.75
B		1.5	1.2	2.7
C		2.75	1.59	4.34
D		2.65		2.65
E		2.65	4.34	6.99
F		1.5	1.2	2.7
G	1.5	1.5	1.75	4.75
TOTAL				28.88

EJES Y	ENTRE EJE X						Long. (m)
	A-B	B-C	C-D	D-E	E-F	F-G	
1					9		9
2				1.4			1.4
3			3.35	1.4			4.75
4			3.35				3.35
TOTAL							18.50

Nota: Como se puede observar la distribución de las placas en cada eje difieren en longitud, es decir no es la misma longitud para cada dirección, esto debido a las particularidades del Diseño, pues se puede producir una gran torsión por el núcleo de los asesores y las escaleras proyectadas, en tal sentido con el fin de prever y evitar torsiones críticas, se distribuyó de manera desigual, mas es buena práctica tratar de colocar la misma cantidad de longitud de muros en un sentido, que en el otro, es decir las particularidades de nuestro proyecto nos lleva a que dicha igualdad se rompa, puesto que predecir comportamientos de un edificio de 10 niveles ya es complicado.

El modelo a ingresar a ETABS independientemente de la distribución de vigas, columnas y muros, tuvo las siguientes consideraciones:

Tabla 8. Valores Asumidos en el Diseño en ETABS 21

Consideraciones del Diseño	Valores
Df=	2.00m
Altura 1er Nivel:	3.2m
Altura 2do al 10mo Nivel	3.00m
f'c=	210.00Kg/cm2
f'y=	42000 kg/cm2
Poisson=	2.00
módulo de elasticidad del concreto	218,819.7889 kg/cm2
Losa Aligerada:	1 sentido (eje x)
Tabiquería =	100.00 kg/m2 NTE E-0.20
Acabados = enchapados)	100.00 kg/m2 NTE E-0.20 (mortero y Solo 10mo piso
S/C = 9no piso)	200.00 kg/m2 NTE E-0.20 (del 1er al
S/c techo terracea, 10 piso)	200.00 kg/m2 NTE E-0.20 (Azotea,

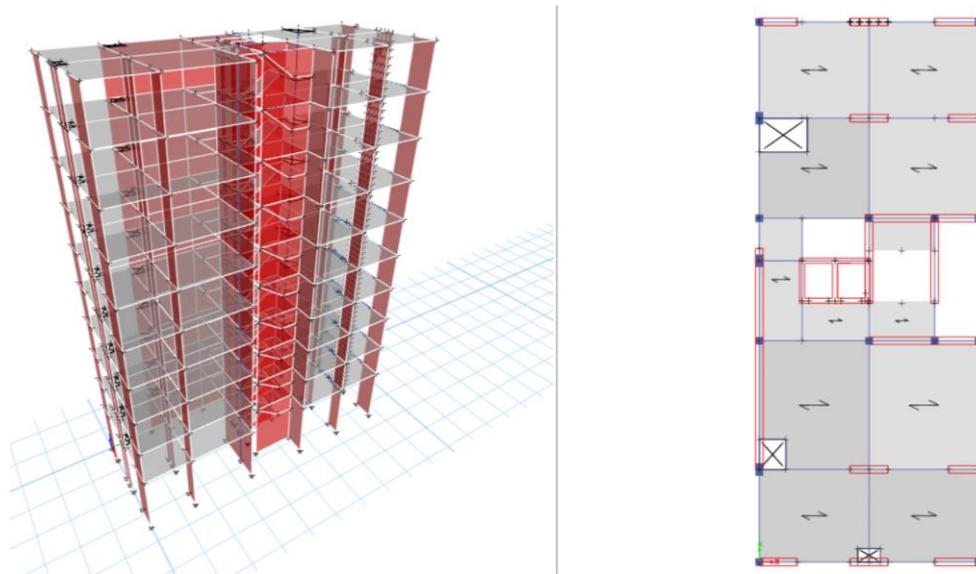


Figura 7. Modelado del Diseño en ETABS 21.

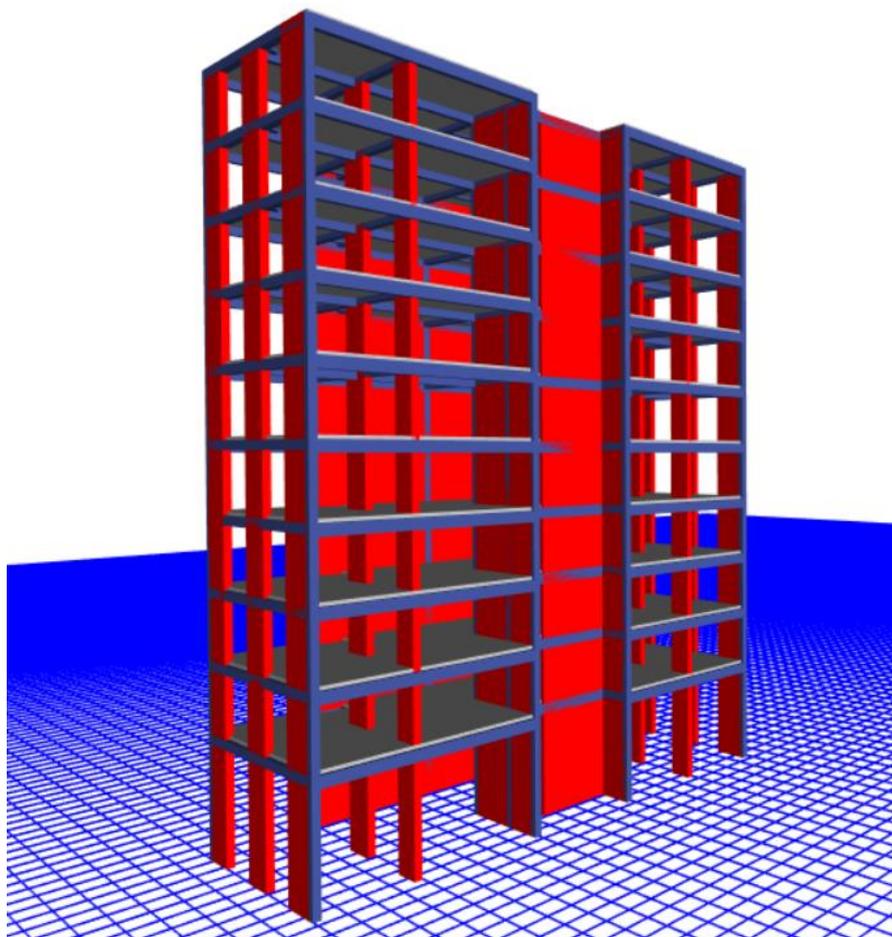


Figura 8. Vista Render del Diseño en ETABS21.

4.3.1.1. ANÁLISIS ESTÁTICO:

Para el análisis estático se procedió de acuerdo a lo Establecido en la norma E-0.30 (Diseño Sismorresistente).

Tabla 9. Datos para el Análisis Estático

DATOS		FUENTE	
Z (Factor de Zona)	0.45	NTE E0.30	EMS
Tipo Perfil de Suelo	S3	NTE E0.30	EMS
Factor de Suelo S	1.10	NTE E0.30	EMS
Periodo Tp	1.00	NTE E0.30	EMS
Periodo TL	1.60	NTE E0.30	EMS
Categoría de Edificación	C	NTE E0.30	Edificación Común
Factor "U"		1.00	NTE E0.30
Coeficiente básico de Reducción "R"		6.00	NTE E0.30
Factor Ia		1.00	NTE E0.30
Factor Ip		0.85	NTE E0.30
Coeficiente de Reducción Física		6.00	NTE E0.30
Ct		45.00	NTE E0.30 pórticos de concreto armado con muros en las cajas de los ascensores
hn		32.30	(10 niveles)
Periodo Fundamental T		0.717778	s 0.66s(ETABS)
T < Tp ----- C=		2.50	
C/R ≥ 0.11		0.42	Ok
Peso de Edificación = MANUAL)		2,096.84	tn (CÁLCULO
V Cortante Basal		0.20625	(Coeficiente Basal ZUCS/R)
T > 0.5 Seg -----K=		1.11 s ≤ 2.00	OK 1.08 (Para el periodo en ETABS 21)

Del Análisis estático realizado en el software ETABS 21 se obtuvo los siguientes resultados, respecto de la Cortante basal, así como también se determinó y se comprobó que el diseño estructural propuesto, que inicialmente se idealizó como

un sistema estructural por muros de Corte, cumple los porcentajes de resistencia respecto a que el elemento estructural en este caso los muros soportan más del 70% de la Cortante basal.

Tabla 10. Cortante basal del Análisis Estático en ETABS 21.

	Output Case	Case Type	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-355.4123	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	0	-355.4123

Tabla 11. Porcentaje de la Cortante basal en la dirección del eje X, que soportan los muros de corte.

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	V2 tonf
NIVEL 1	X1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	12.3041
NIVEL 1	X2	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	10.7579
NIVEL 1	X3	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	13.3916
NIVEL 1	X4	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	7.9475
NIVEL 1	X5	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	5.2343
NIVEL 1	X6	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	74.8827
NIVEL 1	X7	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	14.7545
NIVEL 1	X8	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	34.4952
NIVEL 1	X9	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	114.2306
NIVEL 1	X10	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	10.2629
NIVEL 1	X11	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	6.3868
NIVEL 1	X12	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	15.8371
NIVEL 1	X13	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	13.8441
NIVEL 1	X14	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	16.9253
		98.83%	>	70%	351.2546

Tabla 12. Porcentaje de la Cortante basal en la dirección del eje Y, que soportan los muros de corte.

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	V2 tonf
NIVEL 1	Y15	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	18.7774
NIVEL 1	Y22	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	122.8071
NIVEL 1	Y23	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	138.6973
NIVEL 1	Y27	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	17.988
		84%	> 70%		298.2698

Nota: Se ha verificado que los muros soportan más del 70% del cortante, tanto en la dirección del EJEX y EJE Y, por ende, el sistema estructural se comprueba es por Muros de Corte, en tal sentido el R=6.

4.3.1.1.1. IRREGULARIDADES EN PLANTA:

De acuerdo a lo descrito en la Norma E.030 se ha verificado las irregularidades de la estructura con el fin de determinar el R correcto. De donde se verificó la existencia de irregularidad por esquina Entrante y Discontinuidad de Diafragma, siendo el IP=0.85, el menor de ambos.

Tabla 13. Verificación por esquina entrante

<hr/>					
ESQUINA X	1.75m	(longitud de lado que ingresa en x EJE C-C – Plano Arq))			
LONGITUD X	8.7m	(Longitud en x del área del terreno)			
<hr/>					
	20.11%	>	20%	IP=	0.9 (NTE E.0.30)
ESQUINA Y	4.9m	(longitud de lado que ingresa en x EJE 3-3 – Plano Arq)			
LONGITUD Y	21.6m	(Longitud en x del área del terreno)			
<hr/>					
	22.69%	>	20%	IP=	0.9 (NTE E.0.30)
<hr/>					

Tabla 14. Verificación por Discontinuidad de Diafragma

ESQUINA X **1.7m** (longitud de lado que ingresa en x EJE C-C – Plano Arq)

LONGITUD X **8.7m** (Longitud en x del área del terreno)

19.54% < **25%** IP= **0.85** (NTE E.0.30)

ESQUINA Y **3.2m** (longitud de lado que ingresa en x EJE 2-2 – Plano Arq)

LONGITUD Y **21.6m** (Longitud en x del area del terreno)

14.81% < **25%** IP= **0.85** (NTE E.0.30)

Nota: De los datos obtenidos, se usarán los siguientes valore: R inicial = 6.00; Ip = 0.8; R (Rinicial*Ip) =5.10; Nuevo Cb (coeficiente basal) = 0.242647059, Con este Dato de R se realiza el análisis Dinámico en ETABS para luego verificar las irregularidades y conseguir el R real.

4.3.1.2. ANÁLISIS DINÁMICO – MODAL ESPECTRAL:

La Norma E.030, establece que las edificaciones deben analizarse con ambos análisis (Estático y Dinámico Modal Espectral), así mismo, el análisis Tiempo Historia, aún no es obligatorio para el diseño de edificaciones en el Perú, siendo que, para este tipo de proyecto, 10 niveles, realizar un análisis modal espectral mantiene criterios y rangos muy conservadores, que garantizan un buen desempeño de la edificación. Sin embargo, esto no excluye a que un análisis Tiempo Historia no se pueda realizar, al menos en edificaciones que denoten un diseño irregular, de gran altura, o se tenga un diseño que rete los fenómenos físicos del planeta, ya sea de viento, sismo, nieve, u otros en el tiempo.

Function Name:

Function Damping Ratio:

Parameters

Seismic Zone:

Occupation Category:

Soil Type:

Irregularity Factor, I_a:

Irregularity Factor, I_p:

Basic Response Modification Factor, R₀:

Define Function

Period	Acceleration
0	0.208
0.1	0.208
0.2	0.208
0.3	0.208
0.4	0.208
0.5	0.208

Plot Options

Linear X - Linear Y

Linear X - Log Y

Log X - Linear Y

Log X - Log Y

Function Graph

Figura 9. Espectro de Diseño en ETABS, NTE E-0.30.

4.3.1.2.1. VERIFICACIÓN DE MÁXIMAS DERIVAS

De acuerdo a lo establecido en el artículo 32, tabla N°11, de la Norma E-0.30, se verifica los desplazamientos laterales relativos admisibles que se han producido en la edificación, los cuales son como siguen y se verifican en las siguientes tablas, tanto para la dirección en el Eje X y Eje Y:

Tabla 15. Verificación de Derivas dirección X

Story	Step Type	Direction	Drift	Drift < 0.007
NIVEL 10	Max	X	0.000566	< 0.007 OK
NIVEL 9	Max	X	0.000611	< 0.007 OK
NIVEL 8	Max	X	0.000653	< 0.007 OK
NIVEL 7	Max	X	0.000688	< 0.007 OK
NIVEL 6	Max	X	0.000708	< 0.007 OK
NIVEL 5	Max	X	0.000708	< 0.007 OK
NIVEL 4	Max	X	0.000684	< 0.007 OK
NIVEL 3	Max	X	0.000626	< 0.007 OK
NIVEL 2	Max	X	0.000536	< 0.007 OK
NIVEL 1	Max	X	0.000259	< 0.007 OK

Nota: Como se verifica las derivas obtenidas en la dirección X, cumplen la normativa, pues son menores que el valor establecido para concreto armado.

Tabla 16. Verificación de Derivas dirección Y

Step Type	Direction	Drift	Drift < 0.007
-----------	-----------	-------	---------------

NIVEL 10	Max	Y	0.000365	<	0.007	OK
NIVEL 9	Max	Y	0.000397	<	0.007	OK
NIVEL 8	Max	Y	0.000432	<	0.007	OK
NIVEL 7	Max	Y	0.000465	<	0.007	OK
NIVEL 6	Max	Y	0.000489	<	0.007	OK
NIVEL 5	Max	Y	0.0005	<	0.007	OK
NIVEL 4	Max	Y	0.000493	<	0.007	OK
NIVEL 3	Max	Y	0.000463	<	0.007	OK
NIVEL 2	Max	Y	0.000403	<	0.007	OK
NIVEL 1	Max	Y	0.0002	<	0.007	OK

Nota: Como se verifica las derivas obtenidas en la dirección Y, cumplen la normativa, pues son menores que el valor establecido para edificaciones construidas de concreto armado.

Se ha demostrado que el Diseño Estructural propuesto a superado las demandas por derivas, es decir es lo suficientemente rígido para soportar las estimulaciones por sismo, según el análisis Dinámico Modal Espectral, de acuerdo a lo establecido en la Norma E-0.30 y E-060.

4.3.1.2.2. VERIFICACIONES DE IRREGULARIDADES POR PISO BLANDO Y DEBIL:

De los datos obtenidos en la verificación de derivas, estos nos ayudan a verificar las irregularidades, en tal sentido se realizó dicha verificación.

Tabla 17. Verificación por Piso Blando Dirección X

	IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drift 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/ (PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
10				
9	1.0795053	OK		
8	1.068739771	OK		
7	1.053598775	OK	1.127868852	OK
6	1.029069767	OK	1.088114754	OK
5	1	OK	1.036603221	OK
4	0.966101695	OK	0.975285171	OK
3	0.915204678	OK	0.894285714	OK
2	0.856230032	OK	0.796828543	OK
1	0.483208955	OK	0.420910076	OK

Tabla 18. Verificación por Piso Blando Dirección Y.

	IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drif 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/ (PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
10				
9				
8	1.087671233	OK		
7	1.088161209	OK		
6	1.076388889	OK	1.168341709	OK
5	1.051612903	OK	1.133693972	OK

5	1.022494888 OK	1.082251082 OK
4	0.986 OK	1.017193948 OK
3	0.939148073 OK	0.937246964 OK
2	0.870410367 OK	0.830357143 OK
1	0.496277916 OK	0.441501104 OK

Nota: De los datos obtenidos, se verifica que no existe irregularidad por piso blando en ninguno de los ejes, es decir $IP=1$, se debe aclarar que la verificación se hace con los niveles que tiene niveles posteriores al siguiente, es decir para el noveno y décimo piso, no se exige la verificación.

4.3.1.2.3. VERIFICACIONES POR RIGIDEZ LATERAL

Es necesario que se verifique la rigidez Lateral de la edificación, esto por cada Nivel, de esta manera se verifica las Irregularidades que contempla la Norma E.030 como es la Irregularidad por Piso Débil en ambas direcciones de Diseño, siendo que estas no existen en nuestro diseño estructural por cuanto no cumple los parámetros para que se modifique el IP, es decir $IP=1$.

Tabla 19. Verificación por Piso Débil Dirección X

Story	Output Case	Stiff X	
		tonf/m	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (Stiff 1 nivel/stiff 3 nivel) >80% (0.8)
NIVEL 10	SX ESTATICO	18263.294	

NIVEL 9	SX ESTATICO	39297.245	2.15170631	OK
NIVEL 8	SX ESTATICO	56953.255	1.44929384	OK
NIVEL 7	SX ESTATICO	72123.364	1.2663607	OK
NIVEL 6	SX ESTATICO	86237.566	1.19569528	OK
NIVEL 5	SX ESTATICO	101613.499	1.17829739	OK
NIVEL 4	SX ESTATICO	120545.748	1.18631628	OK
NIVEL 3	SX ESTATICO	146457.642	1.21495486	OK
NIVEL 2	SX ESTATICO	178337.754	1.21767462	OK
NIVEL 1	SX ESTATICO	219864.507	1.23285453	OK

Tabla 20. Verificación por Piso Débil Dirección Y.

Story	Output Case	Stiff Y		
		tonf/m	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (Stiff 1 nivel/stiff 3 nivel)	>80% (0.8)
NIVEL 10	SY ESTATICO	11924.891		
NIVEL 9	SY ESTATICO	26076.23	2.18670594	OK
NIVEL 8	SY ESTATICO	37798.239	1.44952852	OK
NIVEL 7	SY ESTATICO	47810.148	1.26487766	OK
NIVEL 6	SY ESTATICO	57097.766	1.19426039	OK
NIVEL 5	SY ESTATICO	66311.678	1.1613708	OK
NIVEL 4	SY ESTATICO	76980.061	1.16088242	OK
NIVEL 3	SY ESTATICO	92046.162	1.19571433	OK

NIVEL 2	SY ESTATICO	115767.938	1.25771608	OK
NIVEL 1	SY ESTATICO	137607.111	1.18864613	OK

Nota: Al haber verificado en el ítem anterior, donde se observa que la rigidez lateral del nivel a calcular supera el 80% del nivel que está sobre el que le sigue, se ha verificado para cada nivel, que: NO existe irregularidad por Piso débil, en ambos sentidos (X, Y), se empleará IP=1.

4.3.1.2.4. VERIFICACIÓN DE EXCENRICIDAD:

Para determinar la excentricidad de la edificación se va a tomar como referencia, los desplazamientos del 10mo Nivel y 9no Nivel, siendo como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 21

Desplazamientos relativos en el 10mo y 9no Nivel.

	Output Case	Step Type	Ux cm
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Max	1.501135
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Max	1.861718
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Max	1.501135
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Max	1.861718
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Max	1.397318

Story	Output Case	Step Type	Ux cm
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Max	1.355775

NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Max	1.69322
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Max	1.355775
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Max	1.69322
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Max	1.256103

Tabla 22. Evaluación de excentricidad de la edificación.

Desplazamientos (Ux 10nivel Ux 9Nivel)		<1.20
0.14536	1.029352406	OK
0.168498	1.193201855	OK
0.14536	1.029352406	OK
0.168498	1.193201855	OK
0.141215	C.M	CENTRO DE MASAS

Nota: De lo verificado en el cuadro anterior, se puede observar que NO EXISTE EXCENTRICIDAD en el diseño propuesto, puesto que los desplazamientos no superan el 20% del centro de Masa.

4.3.1.2.5. VERIFICACIÓN DE MASA PARTICIPATIVA:

Según lo establecido en la Norma E-030, se debe tener una masa participativa mayor al 90% cuando se trata de una edificación con irregularidades, y como se observó, nuestro diseño tiene irregularidades por equina entrante y discontinuidad de diafragma. Con la ayuda del Software de Análisis ETABS 21, se obtuvo lo siguientes resultados:

Tabla 23. *Porcentaje de participación de las masas, tanto para el Análisis Estático, así como para el Análisis Dinámico Modal Espectral.*

	ItemType	Item	Static %	Dynamic %				
Modal	Acceleration	UX	100	100	>	90%	OK	(NTE. E-0.30)
Modal	Acceleration	UY	100	100	>	90%	OK	(NTE. E-0.30)
Modal	Acceleration	UZ	0	0				

Nota: Del Cuadro Anterior podemos verificar que existe un 100% de Masa Participativa, tanto en el Análisis Estático como en el Dinámico Modal Espectral.

4.3.1.2.6. CORTANTE BASAL FINAL:

Al haber realizado nuevamente el análisis con las modificaciones en el diseño para que se cumplan los parámetros establecidos en la Norma E.030, se ha obtenido un nuevo cortante basal, el cual es el siguiente:

Tabla 24. *Cálculo de Cortante Basal después de Segundo Análisis en ETABS 21.*

Story	Output Case	Case Type	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	618.3929	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	0	525.6339

VERIFICACIÓN DE CORTANTE DINÁMICO Y ESTÁTICO:

De acuerdo a lo establecido en la Norma E-0.30, se debe considerar como mínimo el 90% del Cortante basal Dinámico, respecto del Cortante basal Estático, en tal sentido se verificó lo siguiente:

Tabla 25. *Porcentaje de Cortante Dinámico respecto al Cortante Estático inicial.*

	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic		Bottom	-618.3929	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	-525.6339
NIVEL 1	SX DIN	LinRespSpec	Max	Bottom	38.0227	11.6557
NIVEL 1	SY DIN	LinRespSpec	Max	Bottom	11.6557	28.7065
					6.15%	5.46%

Nota: Como se verifica, se obtuvo los valores para ambos sentidos del análisis dinámico modal espectral, siendo que ninguno de los dos iguala o superan en 90% al cortante basal Estático, en tal sentido, en la Norma E-0.30, se prevé este comportamiento en el análisis, en tal sentido se procede a escalar la cortante basal dinámico al mínimo establecido por la norma, en tal sentido se multiplica el valor obtenido por un factor que permita dar cumplimiento a lo establecido.

Tabla 26. Porcentaje de Cortante Dinámico respecto al Cortante Estático Final.

	Output Case	Case Type	Step Type	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic		Bottom	-618.3929	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	-525.6339
NIVEL 1	SX DIN	LinRespSpec	Max	Bottom	562.7361	172.5039
NIVEL 1	SY DIN	LinRespSpec	Max	Bottom	194.1834	478.251
					91.00%	90.99%

Nota: Como se Verifica se ha escalado la cortante dinámica, obteniendo así los valores mínimos de cortantes establecidos por la Norma E.030, los cuales fueron debidamente escalados en el software de Diseño para realizar el diseño por Resistencia de los elementos estructurales y determinar las cuantías de acero.

4.3.2. DISEÑO POR RESISTENCIA DE COLUMNAS, VIGAS Y MUROS DE CORTE

4.3.2.1. REQUISITOS DE RESISTENCIA Y DE SERVICIO

Según lo establecido en la Norma E-060 (Concreto Armado), se tiene que garantizar que la Resistencia de Diseño (ϕR_n) sea mayor o igual que la Resistencia Última (R_n), es decir $\phi R_n \geq R_u$, Así mismo la norma nos indica las combinaciones de cargas para establecer la resistencia requerida, las cuales se emplearon en el presente Diseño Estructural, y son las que siguen: $U = 1.4CM + 1.7CV$; $U = 1.25(CM + CV) + CS$; $U = 1.25(CM + CV) - CS$; $U = 0.9CM + CS$; $U = 0.9CM - CS$.

4.3.2.2. DISEÑO DE COLUMNAS:

Para nuestro Diseño hemos empleado dos secciones de columnas, 30x30cm(C-1) y 30x50cm(C-2), la primera de ninguna forma trabajará sola, al menos no se ha previsto o se ha idealizado esa posibilidad en nuestro proyecto, la sección de 30x50cm se ha considerado trabaje independiente y también como refuerzo del Muro de corte M10 del proyecto (EJE 1-1). Se ha considerado columnas 30x30cm en dos situaciones, la primera como refuerzos laterales de los muros de corte, es decir forman parte de los muros por estar en la zona extrema final, y la segunda donde se interseca perpendicularmente y se empotran las vigas en los muros.

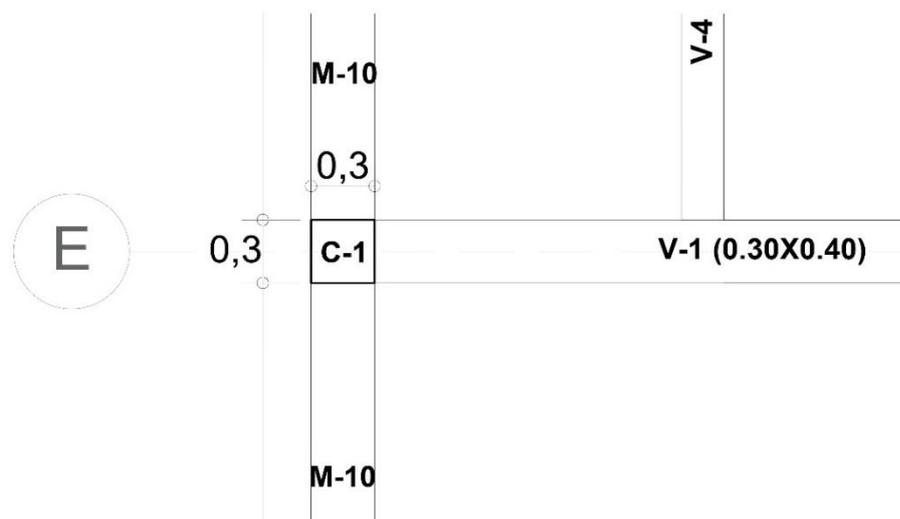


Figura 10. Detalle de posición de columna 30x30cm en un muro de corte que interseca con una viga. Intersección Eje 1-1 y Eje E-E.

Dicha idealización surge de la posibilidad de que el muro falle por tracción, en reacción con la viga, en tal sentido, se ha decidido colocar una columna dentro del muro para apoyar la viga y dar mayor rango de seguridad al diseño. Dicho criterio demanda solo tener en consideración los diámetros de las barras en las columnas y descontarlas del área de acero que necesita el muro, y de esta manera no se generaría un desbalance económico.

4.3.2.2.1. Por Flexo compresión:

Para el cálculo y diseño del **Acero longitudinal** de las columnas se ha realizado bajo el análisis de flexo compresión, en tal sentido ETABS 21, nos ofrece las áreas de acero requeridas por cada nivel, así mismo es buena práctica y necesario realizar algunas verificaciones manuales.

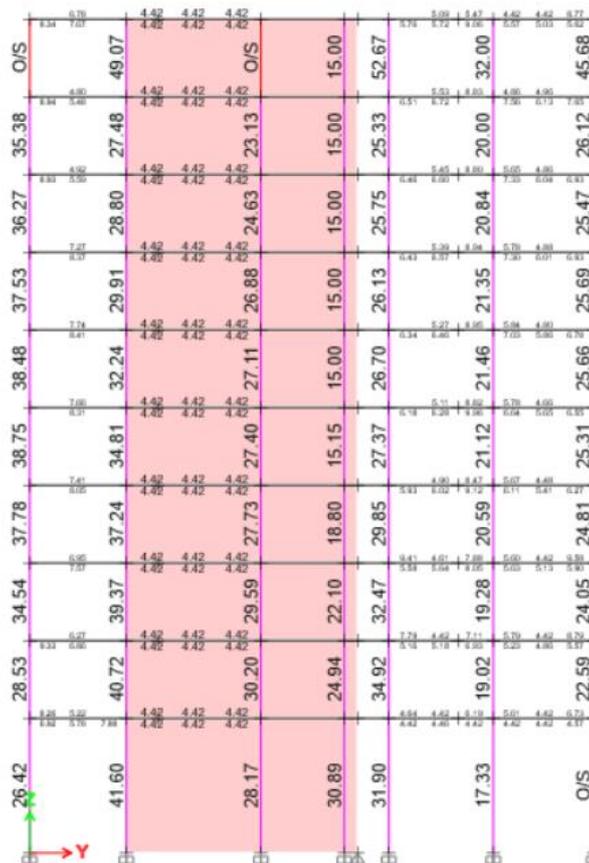


Figura 11. Resultados de áreas de Acero requeridas en Columna 30X50cm – EJE 1 – ETABS 21.

Como podemos observar de los valores obtenidos de las áreas de acero, estas varían, pues cada columna y nivel tiene solicitaciones independiente dentro de un comportamiento integral de todos los elementos, así mismo, podemos observar que existen algunos elementos verticales que describen el texto O/S, que significa Overstressed o sobrecargado, en tal sentido ello no indica que Todo el diseño este mal, es solo un indicador de que se necesita balancear la cuantía de acero, puesto que ETABS colocó una cuantía de área de acero por Defecto, o también, el modelador consideró una cuantía inicial que no satisfizo el Diseño, una solución ante ello puede ser aumentar un refuerzo longitudinal dependiendo del espaciamiento disponible, si este supera el mínimo espaciamiento, se debe considerar aumentar la sección. Todo esto se origina porque el refuerzo propuesto ya sea por el programa o el modelador, No ha cumplido con soportar alguna Combinación de Carga estipulada en el reglamento, y eso se puede verificar en los diagramas de interacción.

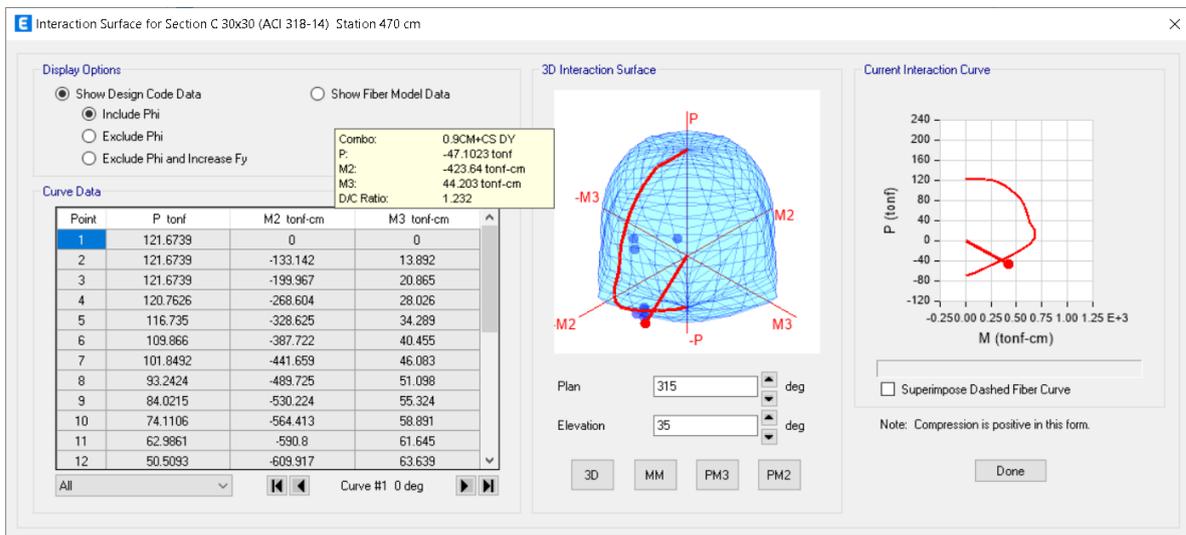


Figura 12. Visualización cuando la sección y Refuerzo de Acero de una Columna se encuentra fuera del rango óptimo de interacciones con las combinaciones de carga (S/O ETABS) y necesita ser mejorado.

Tabla 27. Área de acero requerido en Columna del Eje B-B por análisis de flexo compresión realizado en ETABS 21.

NIVEL	As req (cm ²) ETABS
1	17.34
2	19.55
3	19.64
4	21.02
5	21.73
6	22.21
7	22.18
8	21.79
9	20.99
10	36.05

Para realizar el Diseño de la Columna C-2 (30X50cm) del Eje B-B, como se verifica en la tabla anterior se ha observado que el área de acero va incrementándose mínimamente de manera ascendente, salvo el ultimo Nivel, que denota mayor área de acero en toda la columna, en tal sentido lo que se debe hacer es tratar de homogeneizar las cuantías de acero por Niveles, es decir se mantiene una cantidad de barras y en cuanto haya una reducción de requerimiento de área de acero, pues la sección cambia a un refuerzo diferente, esto si fuere el caso, es buena práctica mantener los diámetros de los aceros de las esquinas de la columna a lo largo de toda la altura del proyecto, es decir solo van cambiando los refuerzos longitudinales intermedios, si es que es posible.

Tratando de homogeneizar el diseño de la columna C-2 (30X50), tomaremos para toda la columna desde el 1er hasta el 10mo Nivel, un área requerida de **22.21cm²**, el mayor de todos los niveles, ya para el ultimo Nivel, se buscará reforzar solo ese Nivel.

Tabla 28. Cálculo manual de Acero colocado en Columna de 30x50cm Eje C-C

C-13	PISO	1	
As=	22.21 cm2	ETABS	
As=	2,221 mm	ETABS	
In=	3.2 =	3 Longitud de entrepiso	
SECCIÓN	30	50	1500 cm2
Asmin (1%)	15.00 cm2		
	1500.00 mm2		
# de Barras	∅	área de barra	Área total (mm2)
8	3/4"	284	2272
	As a colocar	=	2,272.00 mm2
As min	1500.00	<	2,272.00 OK
As req (ETABS)	2,221mm	<	2,272.00mm OK

Nota: Del cuadro anterior podemos verificar que el área de acero colocado final de 2.27cm2 (2,272mm) que corresponde a 8 barras de 3/4", satisface el porcentaje mínimo exigido por la norma (1%min y 6% Max) para una sección de 30x50 y supera en mínima diferencia lo solicitado por el programa ETABS 21.

4.3.2.2.1.1. VERIFICACIÓN EN ETABS DE INTERACIONES COLUMNA 30X50CM

Como se verifica en la siguiente imagen, de los momentos máximos y cargas en las diferentes combinaciones, se ha obtenido que la sección de 30x50cm con 8 barras de 3/4 "cumple con las solicitaciones, en tal sentido la sección y la distribución de acero es óptima.

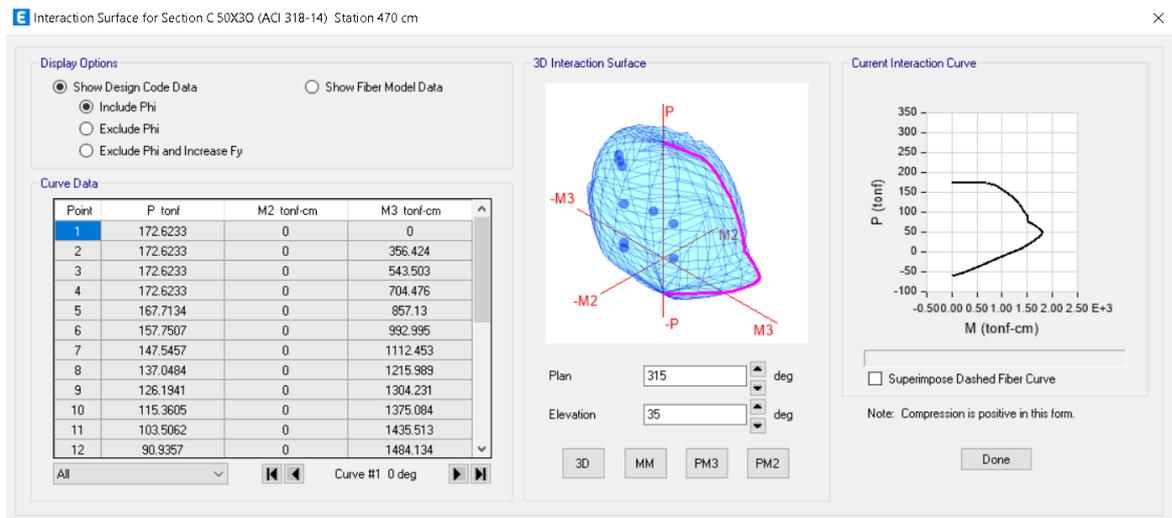


Figura 13. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E.060. – ETABS.

4.3.2.2.1.2. VERIFICACIÓN MANUAL DE LAS INTERACCIONES COLUMNA 30X50CM

Como bien se ha mencionado, es necesario realizar algunas comprobaciones manuales, es así que realizar la comprobación manual de las Interacciones por flexo compresión es una buena práctica, siendo que se puede programar hojas de cálculo que nos entreguen los resultados que se necesitan evaluar, pudiendo utilizar Python, Excel o cualquier software que se pueda programar, es así que para la verificación es necesario conocer los P_{max} y M_{max} , resultados que se pueden obtener en ETABS 21.

Tabla 29. P_{max} Y M_{max} en la Columna para ambas Direcciones.

Story	Column	Output Case	Case Type	Step Type	P tonf	M3 tonf-cm
NIVEL 1	C13	Live	LinStatic		-9.2767	-0.604
NIVEL 1	C13	PESO PROPIO	LinStatic		-35.3263	2.591
NIVEL 1	C13	SY DIN	LinRespSpec	Max	45.5108	97.23
NIVEL 1	C13	SX DIN	LinRespSpec	Max	35.8849	197.863

Nota: De la Tabla anterior podemos establecer las Interacciones a las solicitaciones máximas a la que va a estar sometido las columnas, en tal sentido para una verificación manual es necesario conocer los valores de P_{max} y M_{max} , una vez obtenidos se ingresan a la hoja de cálculo programada para tal fin, Para este caso empleamos la hoja programada por el Ing. Danilo Saavedra.

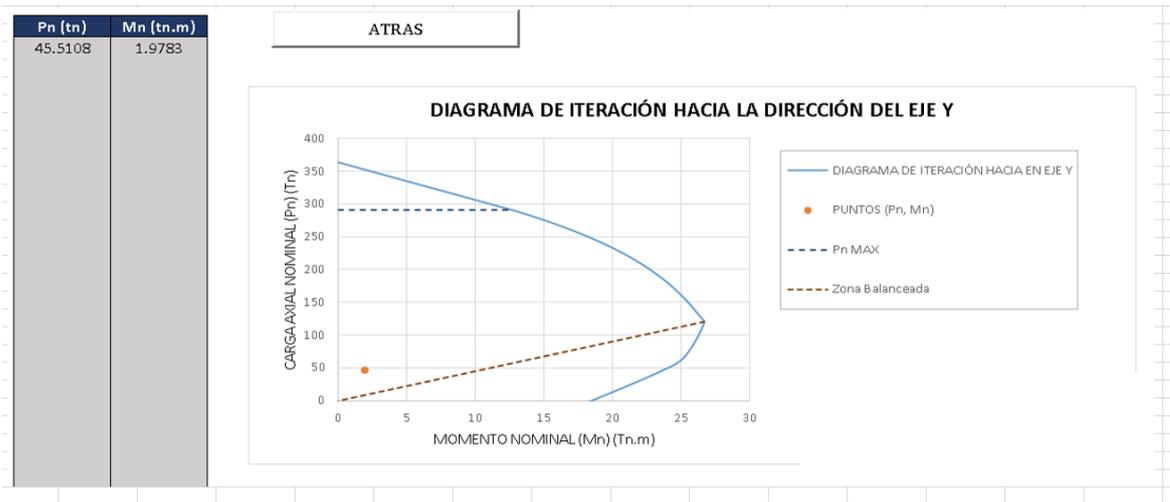


Figura 14. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E.060.- EJE Y - Cálculo Manual.

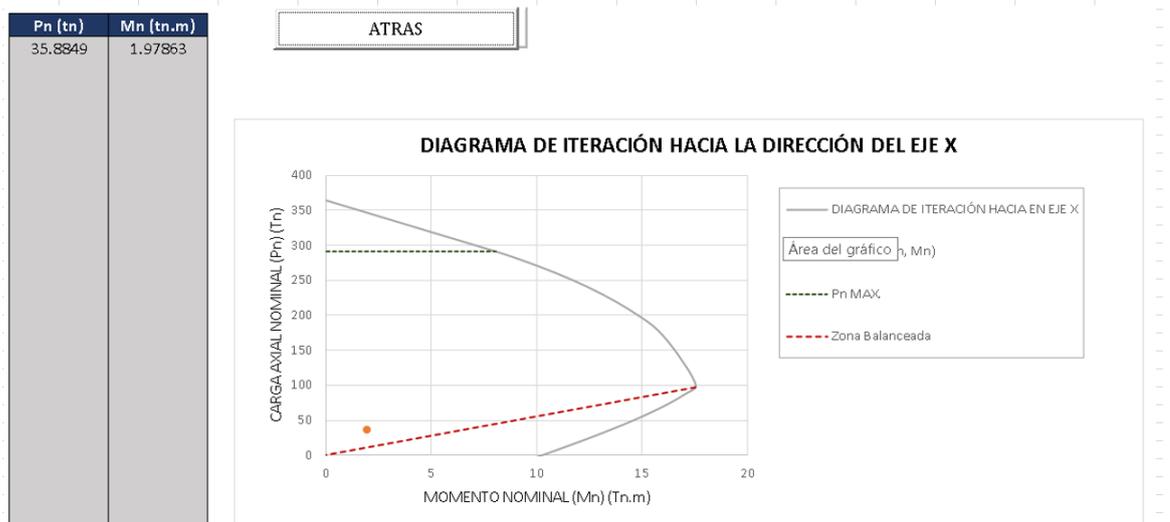


Figura 15. Interacciones de la columna con las combinaciones establecidas en la Norma E.060.- EJE X- Cálculo Manual.

Como comportamiento ideal, se debe esperar que los puntos ingresados en el diagrama de interacciones, se encuentren cerca al Eje Y y al Eje X, puesto que corresponden a una cuantía balanceada (Falla simultanea del acero y el concreto), siendo que encontrarse al borde de las curvas, denota que se encuentren fuera de ese rango y la falla se pueda dar en el concreto antes que, en el acero, así que no solamente se trata de aumentar la cuantía.

4.3.2.2.2. Por Corte:

Para el cálculo del acero de refuerzo, o estribos, se realizará bajo los criterios establecidos en el Diseño por corte, así mismo, el Software ETABS 21 nos ofrece los resultados para un diseño por corte, y el área de Acero Necesario para cubrir las demandas por corte a las que estará sometido las columnas, producto de las combinaciones de Cargas establecidas por la Norma, de igual forma para establecer las Longitudes del refuerzo y/o la distribución de los estribos, se empleará el cálculo manual, bajo las fórmulas establecidas en el ACI-318-2014.



Figura 16. Áreas de refuerzo por corte establecido por ETABS 21.

4.3.2.2.2.1. CÁLCULO MANUAL DEL REFUERZO REQUERIDO

Para el cálculo del Acero colocado es necesario conocer el As mínimo, El As Requerido (Dato obtenido del ETABS 21), en tal sentido se empleó las fórmulas establecidas en el Código ACI 318-14.

Tabla 30. Cálculo de ramas de estribos necesarios en la sección.

0.3*Ag*f'c=	94.5	tn	
Pu=	136.2827	tn	(ETABS)
PU	>	0.3*Ag*f'c	(ACI)
Pu=	136.2827	Tn	
bc=	25.52375	cm	
hc=	45.52375	cm	
Ag=	1500	cm ²	
f'c=	210		
f'y=	4200		
Ach=	1161.93681	cm ²	
s=	7.5	cm	
Ash1=	0.835	cm ²	acero por corte mínimo
Ash2=	0.861	cm ²	acero por corte mínimo
Max Acero	0.861		
Ø de barra de Estribo	3/8"=	0.71	cm ²
#Ramas	=	1.21	= 2 ramas

Nota: De los Datos obtenidos, se tiene que el diámetro para las barras de los estribos será de 3/8", siendo solo necesario 2 ramas en la sección, es decir una colocación convencional de estribos, no necesitando ningún gancho intermedio.

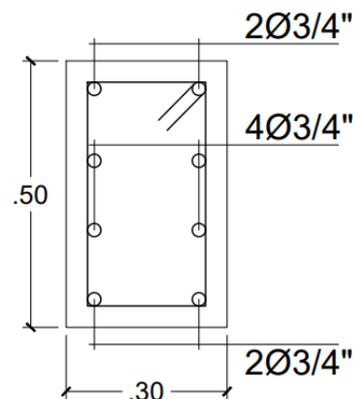
4.3.2.2.2.2. ESPACIAMIENTOS DEL REFUERZO:

Para determinar los espaciamientos del refuerzo se puede emplear las fórmulas que nos ofrece el Código ACI 318-14.

Tabla 31. Cálculo de espaciamento y longitud de confinamiento de estribos.

s=	1/4 Bmin	=	7.5 cm
s=	6db long	=	11.43 cm
s=	10+(35-hx)/3	=	18.17 cm
		s=	7.5 cm
Lo=	b max	=	30 cm
Lo=	ln/6	=	50 cm
Lo=	45cms	=	45 cm
		Lo=	50 cm

Nota: De los valores obtenidos en el cálculo manual, tanto para determinar cuántas ramas debe tener cada estribo, así como los espaciamentos que se encuentran los estribos y en que longitud, se tiene como diseño final de la columna 30x50 la siguiente imagen.



C 30x50

$\varnothing 3/8''$; 1@0.05; 7@0.075; RTO @ 0.15 A/E

Figura 17. Sección de Columna 30x50cm, detalle de refuerzo.

De lo anterior se realizó el cálculo de acero de las columnas de 30x30 y 30x50 restantes, de las que se puede verificar que el refuerzo por corte mantiene un espaciamento mínimo de 7.5cm en el primer tercio de las columnas, como se observa en la imagen anterior, a pesar de que el sistema estructural sea de Muros

estructurales, se entiende que las columnas también soportan fuerzas cortantes de gran magnitud, puesto que el sistema es Integral con todos sus elementos.

4.3.2.3. DISEÑO DE VIGAS:

Para el Diseño de Vigas se empleará los resultados obtenidos del Acero requerido calculados por el Software ETABS, así mismo, se hicieron las comprobaciones manuales para realizar el diseño de las Vigas.

4.3.2.3.1. Diseño por Flexión:

Se empleó el método de diseño por flexión para realizar el diseño de las barras longitudinales de las vigas, como evidencia del cálculo realizado se tomó como ejemplo el diseño de la Viga 30x40m en el Eje A-A, 10mo nivel, en tal sentido se obtuvieron los siguientes resultados:



Figura 18. Sección de Viga 30x40cm, vista en Plano EJE A-A primer tramo.

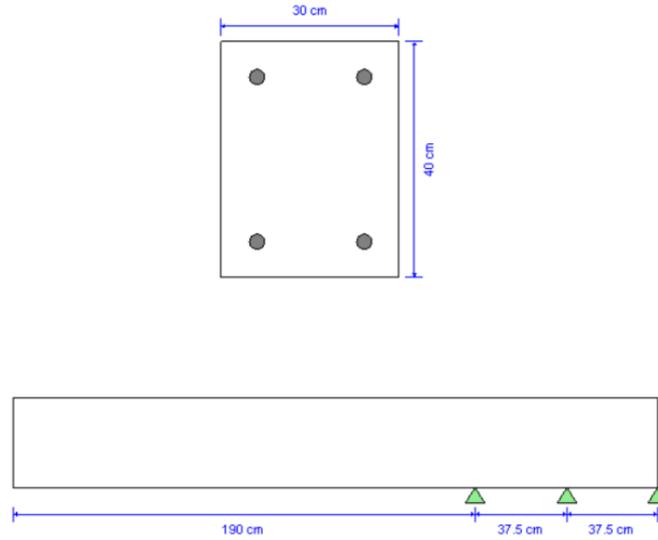


Figura 19. Sección de Viga 30x40cm, Modelamiento según ETABS21.

De los resultados del Modelamiento total del Diseño de Vigas propuesto en ETABS se obtuvieron Valores de Áreas de Acero requerido, los cuales fueron contrastados por cálculo manual sobre cuantías mínimas.

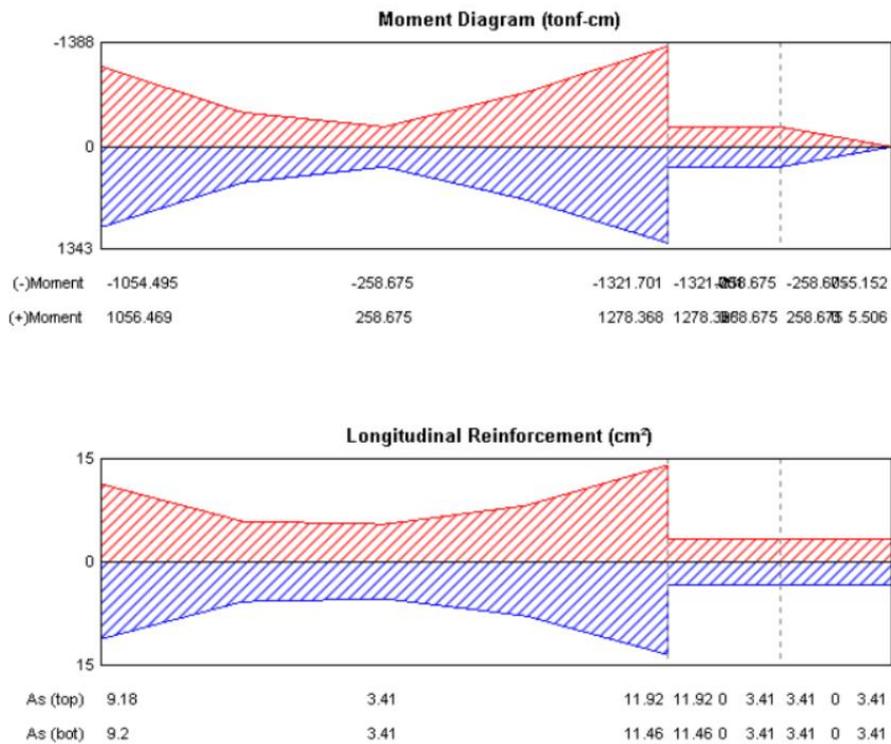


Figura 20. Diagrama de Momentos Obtenidos y Áreas de refuerzo requerido en la longitud de la Viga ETABS 21.

De lo datos obtenidos, se realizó el Diseño de la Viga, y se calculó el acero longitudinal de manera Manual.

Tabla 32. Cálculo de acero longitudinal en Viga 30x40cm 10mo Nivel 1er Tramo.

EJE				
2				
As cortante Máx (+)		9.18 cm ² =	918 mm ²	Etabs
As cortante Máx (-)		9.2 cm ² =	920 mm ²	Etabs
SECCIÓN				
	30	40	1200 cm ²	
As min	4.85 cm ²	(E-060)		
	484.64 mm ²			
# de Barras	∅	área de barra	Área total (mm ²)	
6	5/8"	199	1194	
	As a colocar	=	1,194.00	mm²
As min	484.64	<	1,194.00	OK
As req	920.00	<	1,194.00	OK
MEDIO				
As cortante Máx (+)		3.41 cm ² =	341 mm ²	Etabs
As cortante Máx (-)		3.41 cm ² =	341 mm ²	Etabs
SECCIÓN				
	30	40	1200 cm ²	
As	4.85 cm ²	(E-060)		
	484.64 mm ²			
# de Barras	∅	área de barra	Área total (mm ²)	
6	5/8"	199	1194	
	As a colocar	=	1,194.00	mm²
As min	484.64	<	1,194.00	OK
As req	341.00	<	1,194.00	OK
3				
As cortante Máx (+)		11.92 cm ² =	1192 mm ²	Etabs
As cortante Máx (-)		11.46 cm ² =	1146 mm ²	Etabs

SECCIÓN	<u>30</u>	<u>40</u>	1200 cm ²	
As	4.85 cm ²	(E-060)		
<hr/>				
	484.64 mm ²			
# de Barras	∅	área de barra	Área total (mm²)	
6	5/8"	199	1194	
	As a colocar	=	1,194.00	mm²
<hr/>				
As min	484.64	<	1,194.00	OK
As req	1,192.00	<	1,194.00	OK
<hr/>				

Nota: De igual forma se hace el cálculo y el análisis para el siguiente tramo de Viga 30x40cm en el EJE A-A.



Figura 21. Sección de Viga 30x40cm, vista en Plano EJE A-A Segundo tramo.

4.3.2.3.2. Por Corte

Para determinar el refuerzo por corte, o estribos, se tomó en consideración lo calculado por ETABS 21, sin embargo, también se hicieron cálculos manuales.

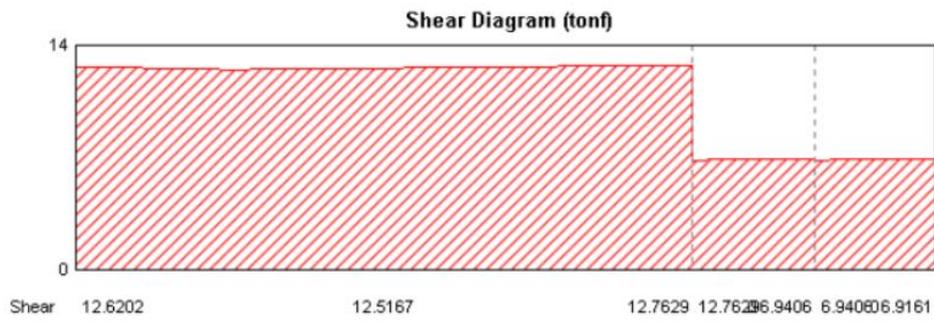


Figura 22. Diagrama de Cortantes Viga 30x40cm EJE A – 10mo Nivel ETABS 21.

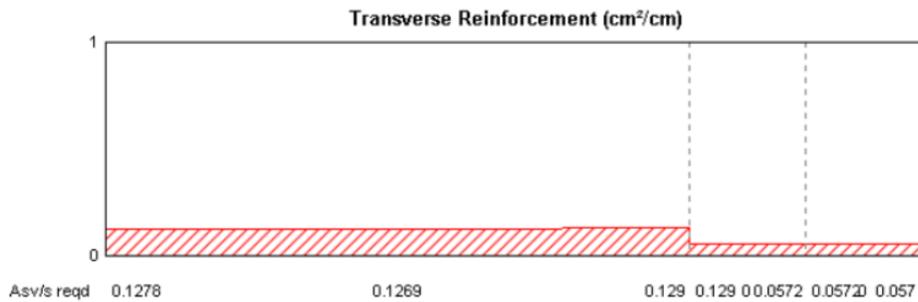


Figura 23. Refuerzo Transversal Viga 30x40cm EJE A – 10mo Nivel ETABS 21.

Tabla 33. Cálculo manual de refuerzo transversal en viga.

REQUERIMIENTO		VALORES	
La longitud del Confinamiento es 2H		=	80 cm
Además, el diámetro mínimo de las barras para los estribos debe ser =			7.9 mm < 3/8"
d= 40cm - 4cm - 0.9525cm - 0.9525cm			
d= 34.095 cm			
S	<	d/4	= 8.52375 cm (ACI)
S	<	6 ∅ barra	= 5.715 cm (ACI)
S	<	150mm	= 15 cm (ACI)
El espaciamiento mínimo que se optará en la zona de confinamiento será de		5.7	= 5 cm
en Una longitud de			80 cm

La cantidad de estribos a utilizar será

16 estribos

Entonces la distribución de estribos será 1@0.5;
16@0.5

Nota: Del cuadro anterior, se ha obtenido la distribución del confinamiento de estribos para vigas, Obteniendo Como resultado el siguiente Esquema final de la Viga 30x40cm en el Eje A-A.

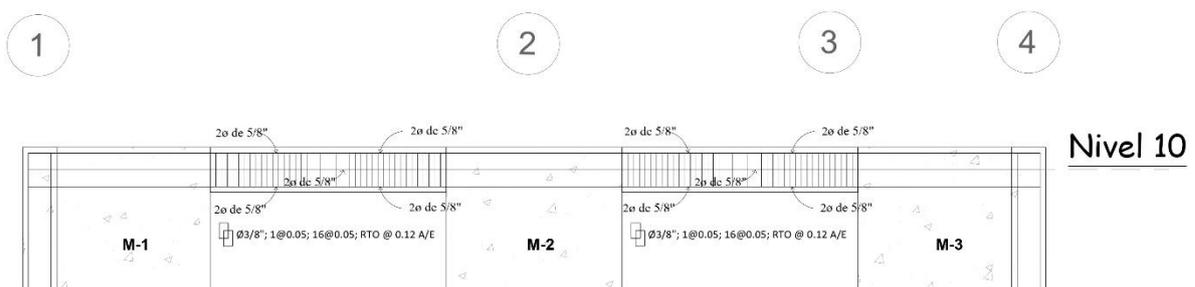


Figura 24. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A – 10 Nivel

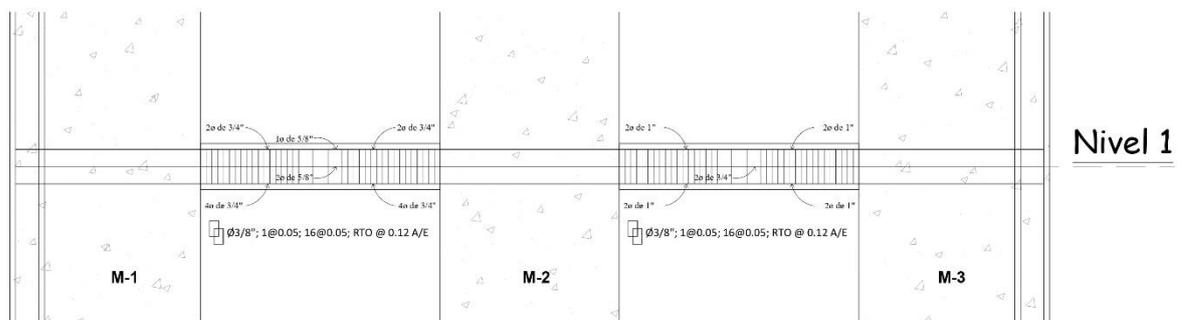


Figura 25. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A – 1 Nivel

De los valores obtenidos se verificó que para el 10mo Nivel, las cuantías de acero para el refuerzo longitudinal son de diámetros de dimensiones intermedios (5/8"), a comparación de los aceros que se pueden colocar en los primeros niveles (3/4"), así mismo no es necesario colocar barras de refuerzo en la cara negativa de la Viga

en el 10mo Nivel, por cuanto la cuantía considerada para toda la longitud de la Viga cumple y sobrepasa la cuantía solicitada por ETABS 21, en tal sentido se diseñó correctamente y de manera óptima la sección de la Viga 30x40cm en el EJE A-A. Otro detalle que es válido mencionar es que es que el espaciamiento de los estribos de las Vigas es de 5 cm para una longitud de 2H en el primer tercio de la Viga, es decir existe gran esfuerzo por cortante en las vigas del proyecto, por cuanto unen elementos de gran rigidez como los Muros de Corte. Así pues, se realizó el cálculo para todas las Vigas de Cada Eje del Diseño.

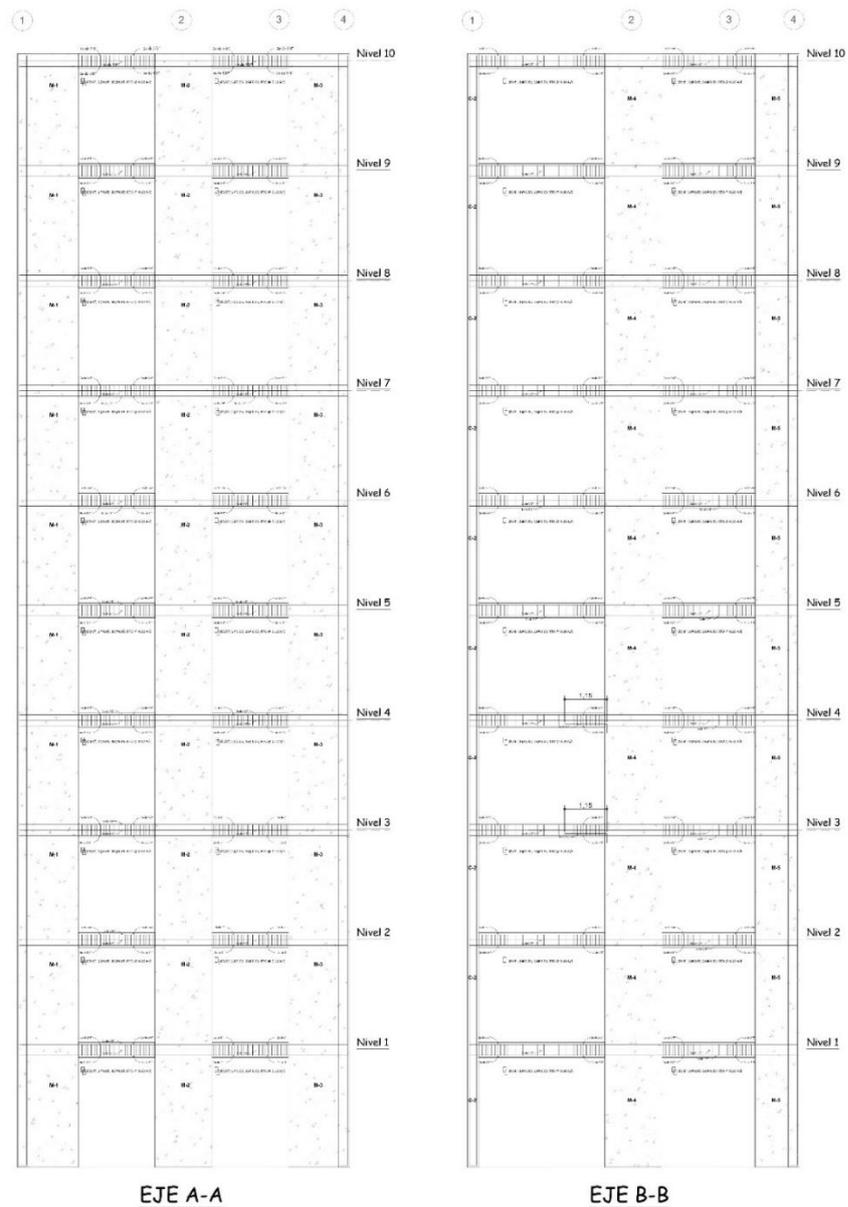


Figura 26. Distribución Final de acero en Vigas de 30x40 EJE A y EJE B, Del 1er al 10mo Nivel.

4.3.2.4. DISEÑO DE MUROS DE CORTE:

Como bien se ha realizado en todo los análisis de esta tesis, también se ha realizado el diseño de los refuerzos de cada nivel para cada Muro de Corte. Por fines prácticos y académicos se diseñó el muro M10 de 9.10m de Ancho que se encuentra a lo alto de los 10 niveles del proyecto, ubicado en el EJE 1 y es el que se muestra a continuación.

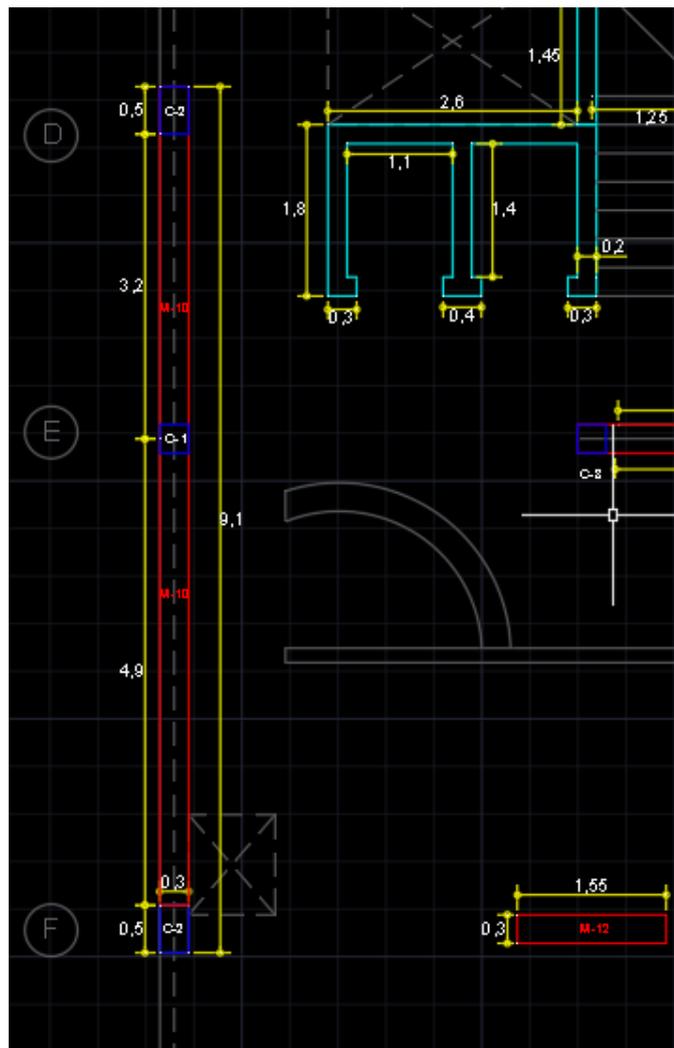


Figura 27. Distribución en Planta de Muro de Corte M10 en el plano de Estructuras.



Figura 28. Acero Longitudinal requerido en la cara superior e inferior de las placas, calculado por ETABS 21.

4.3.2.4.1. POR FLEXIÓN: CÁLCULO MANUAL DEL REFUERZO LONGITUDINAL PARA MURO DEL 1ER NIVEL:

Para el cálculo de los aceros a colocar en la sección del Muro M10, se ha trabajado con los valores obtenidos del análisis por elementos finitos que ofrece ETABS con los elementos tipo Wall.

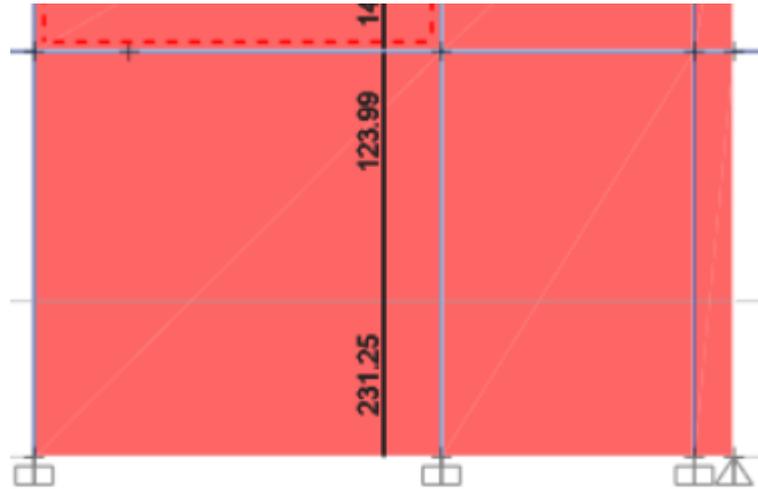


Figura 29. Acero Longitudinal requerido en la cara superior e inferior de la placa, calculado por ETABS 21.

Tabla 34. Áreas de acero de refuerzo Longitudinal del Muro M10 en 1er Nivel (ETABS 21).

1ER NIVEL		
A de muro=	5.2	9.1
As Superior		
=	123.99 cm²	(ETABS)
As Inferior		
=	231.25 Cm²	(ETABS)

Tabla 35. Cálculo manual del Acero Longitudinal del Muro M10 en 1er Nivel (ETABS 21).

DISTRIBUCIÓN DE ACEROS - PARTE INFERIOR						
CARA EXTERIOR	31	1"	5.1 cm ²	=	158.1	@ 0.29354839 m = 0.30
CARA INTERIOR	31	1"	5.1 cm ²	=	158.1	@ 0.29354839 m = 0.30
					316.2 > 231.25 OK	
DISTRIBUCIÓN DE ACEROS - PARTE SUPERIOR						

CARA EXTERIOR	31	3/4"	2.84	cm ²	=	88.04	@	0.29354839	m = 0.30
CARA INTERIOR	31	3/4"	2.84	cm ²	=	88.04	@	0.29354839	m = 0.30
						176.08	>	123.99	OK

Nota: Se obtuvieron las cuantías de acero longitudinal para el muro M10, tanto en la parte superior como inferior, y en sus dos caras, barras que logran superar el área de Acero requerido por ETABS 21.

De la memoria de cálculo del análisis realizado por ETABS 21, también obtenemos la longitud de los refuerzos laterales en los extremos del muro.

Tabla 36. Reporte Memoria de cálculo, dato C limit (cm), ETABS 21.

Station	Edge	Governing	P _u	M _u	C Depth	C Limit
Location	Length (cm)	Combo	tonf	tonf-cm	cm	cm
Top-Left	140.706	1.25CM+1.25CV+CS DX	817.8732	- 129826.799	229.206	196.667
Top-Right	140.706	1.25CM+1.25CV+CS DX	817.8732	111989.973		196.667
Bottom-Left	149.619	1.25CM+1.25CV+CS DX	859.2912	- 203067.424	238.119	196.667
Bottom-Right	149.619	1.25CM+1.25CV+CS DX	859.2912	185697.827	238.119	196.667

Nota: Para la obtención de la longitud del refuerzo que necesitan los muros de corte en los extremos para evitar fallas por corte, se verifica la longitud Edge Length que calcula ETABS 21, sin embargo, se pueden hacer comprobaciones manuales para realizar un ajuste a la longitud y colocar el refuerzo necesario, las fórmulas se pueden encontrar en la norma ACI 318-14.

Tabla 37. Cálculo manual de la longitud de refuerzo lateral en Muro de Corte M10.

REQUERIMIENTO	VALORES
Lw=	9.1
c=	1.97m (ETABS) 196.667cm
Lwb=	c - 0.1Lw 1.06 m (ACI)
Lwb=	c/2 = 0.98 m
Lwb=	1.06 m
lwb=	1.1 m

Nota: Como se verificó en la tabla anterior solo se necesita 1.10m de refuerzo en las partes laterales del Muro, en tal sentido, el diseño propuesto se realizará con dicha medida, así también se verificó en el diseño en ETABS, que dicha longitud es la que cumple los mínimos de refuerzos laterales en cada piso, es decir se optó por mantener la longitud de 1.10m de refuerzo en cada extremo del muro M10 a lo alto de los 10 niveles, siendo que lo único variable son los espaciamientos del refuerzo vertical y los diámetros de las barras.

4.3.2.4.2. POR CORTE: CÁLCULO ACERO TRANSVERSAL:

Como bien se ha verificado ETABS 21 ofrece los datos y análisis de los elementos estructurales muy confiables, en este caso para el cálculo del refuerzo transversal solicita un área mínima de 0.75cm², en el primer nivel, siendo que el mínimo para la norma ACI, es 7.5cm², sin embargo, se optará por colocar un refuerzo de 5/8", debido a que los aceros longitudinales son de 1" y 3/4" para los primeros niveles, posterior a ello, conforme el acero longitudinal disminuya en diámetro, se colocará un acero transversal de 1/2". Con el fin de guardar armonía con los diámetros de las barras, puesto que empalmar diámetros que difieren bruscamente no guarda armonía con el diseño, y además se percibe como más inseguro.

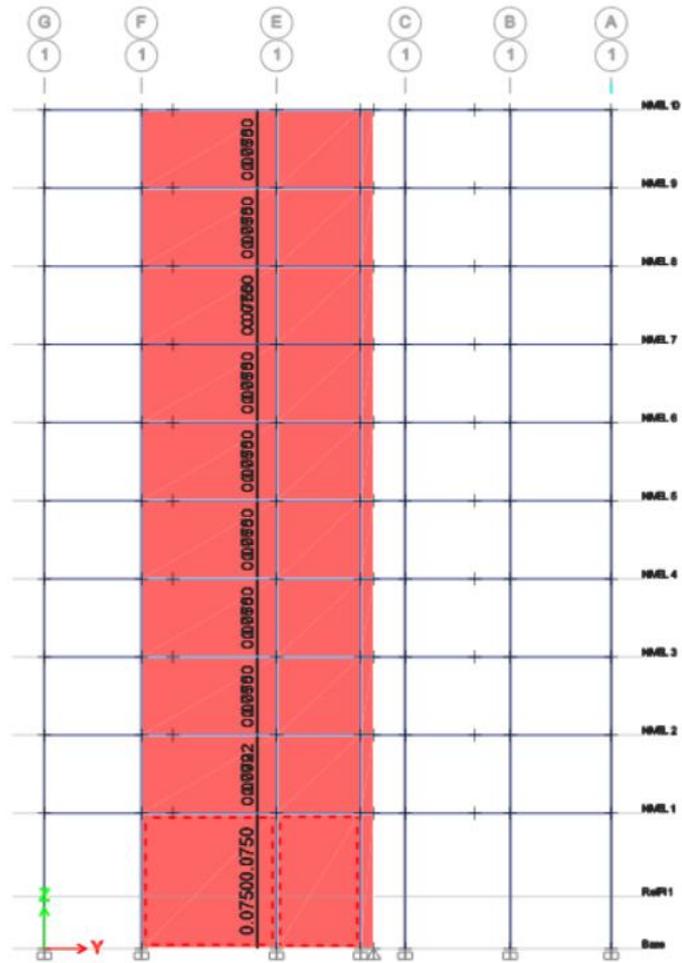
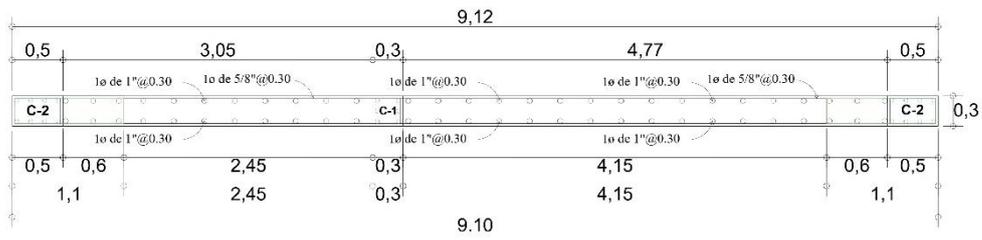


Figura 30. Acero transversal requerido en la cara superior e inferior de las placas, calculado por ETABS 21.

Como diseño final del Muro M10, en 1er Nivel, se obtuvo los siguientes detalles en sus refuerzos:

M1 1er Nivel - DISTRIBUCIÓN INFERIOR



M1 1er Nivel - DISTRIBUCIÓN SUPERIOR

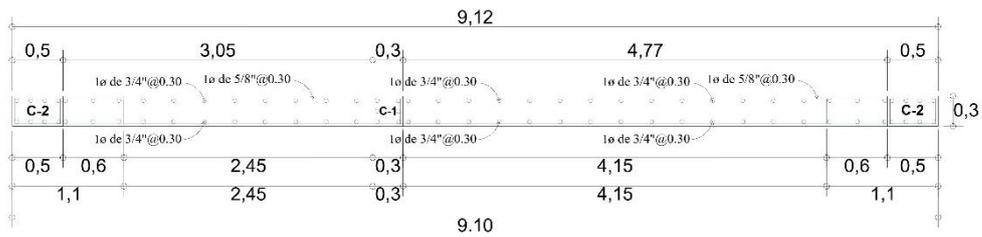


Figura 31. Distribución final del muro de corte M10, acero superior inferior para el 1er Nivel - Plano de Estructuras.

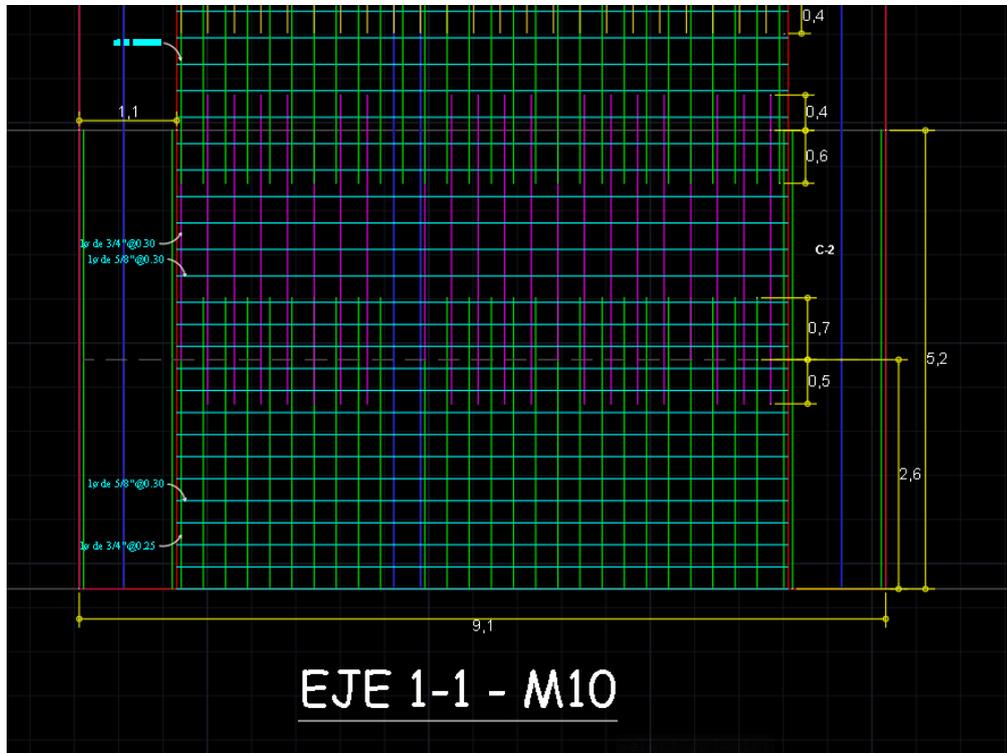


Figura 32. Plano de Estructuras – Distribución de Acero en Muro M10 1er Nivel.

De la misma manera se ha realizado el diseño de la placa para todos los niveles y para todas las placas.

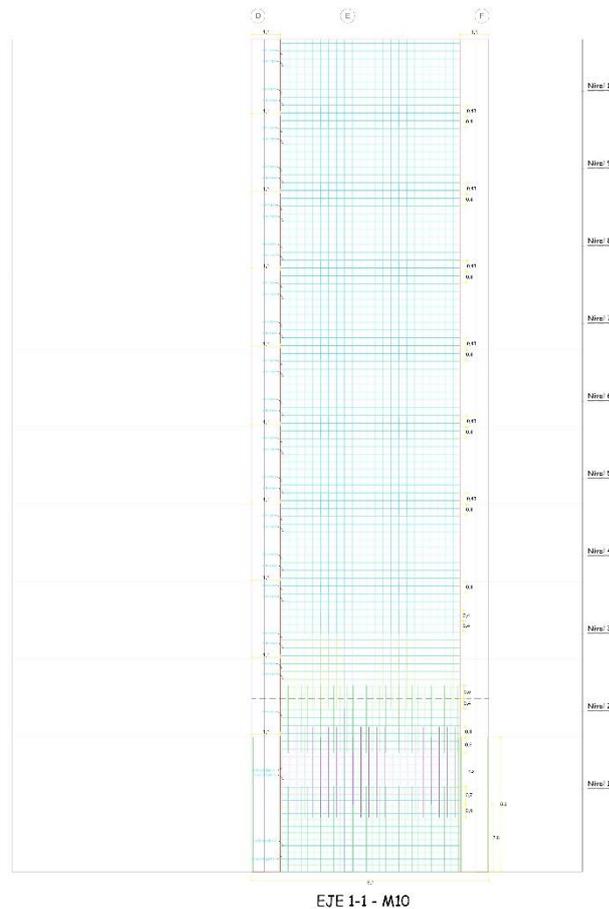


Figura 33. Diseño de muro M10, para los 10 Niveles, Plano Estructural.

Como se puede verificar existe una variación en los diámetros de las barras de refuerzo longitudinales, y también en las separaciones, conforme van subiendo de nivel, Lo que demuestra que la cortante en los primeros niveles es mayor que en los niveles superiores.

4.3.2.4. DISEÑO DE LOSA ALIGERADA

Para el diseño de la losa aligerada, se consideró un peralte de 25cm, el cual cumplió los parámetros establecidos en la norma respecto a las derivas, en tal sentido, se diseñó una losa aligerada en un sentido (eje x), con acero para las

viguetas con barras de 1/2", así también con acero de temperatura @0.30m en ambos ejes, es importante que de acuerdo a las luces se mantenga las luces de desarrollo de los bastones del acero positivo.

4.3.1. MODELAMIENTO SAFE: (SUBESTRUCTURA - CIMENTACIÓN):

Para el Modelamiento realizado en ETBAS 21, se ha realizado el diseño de su cimentación, haciendo uso del software de Diseño SAFE 21, otro programa de análisis que se usa de manera masiva en el diseño estructural, en el caso de cimentaciones. Al tener un suelo de una baja capacidad portante, y al estar ubicado en una zona altamente sísmica, además que el sistema estructural de muros representa una alta demanda por punzonamiento, y de acorde a lo recomendado por el EMS realizado en el terreno, se decidió y se optó por realizar el modelamiento para una LOSA DE CIMENTACIÓN (PLATEA). Como peralte tentativo se consideró un $h=0.70\text{m}$ para la losa de cimentación. Se Realizó la exportación de todos los datos obtenidos en el modelamiento de ETABS 21, hacia el SAFE 21, cabe recordar que se consideran y se mantienen las cargas por gravedad, así como cargas laterales por sismo. Obteniendo así un diseño más óptimo para el diseño de la losa de cimentación. Como peralte tentativo se consideró un $h=0.70\text{m}$ para la losa de cimentación. Se considero los siguientes datos en el modelamiento: $f'c=210.\text{kg/cm}^2$, $f'y=4200 \text{ kg/cm}^2$, Poisson= 2, $q \text{ ult}=1.93 \text{ kg/cm}^3$ (EMS), Coeficiente de balasto = 3.87 kg/cm^3 (EMS), $S/C= 200 \text{ kg/m}^2$.

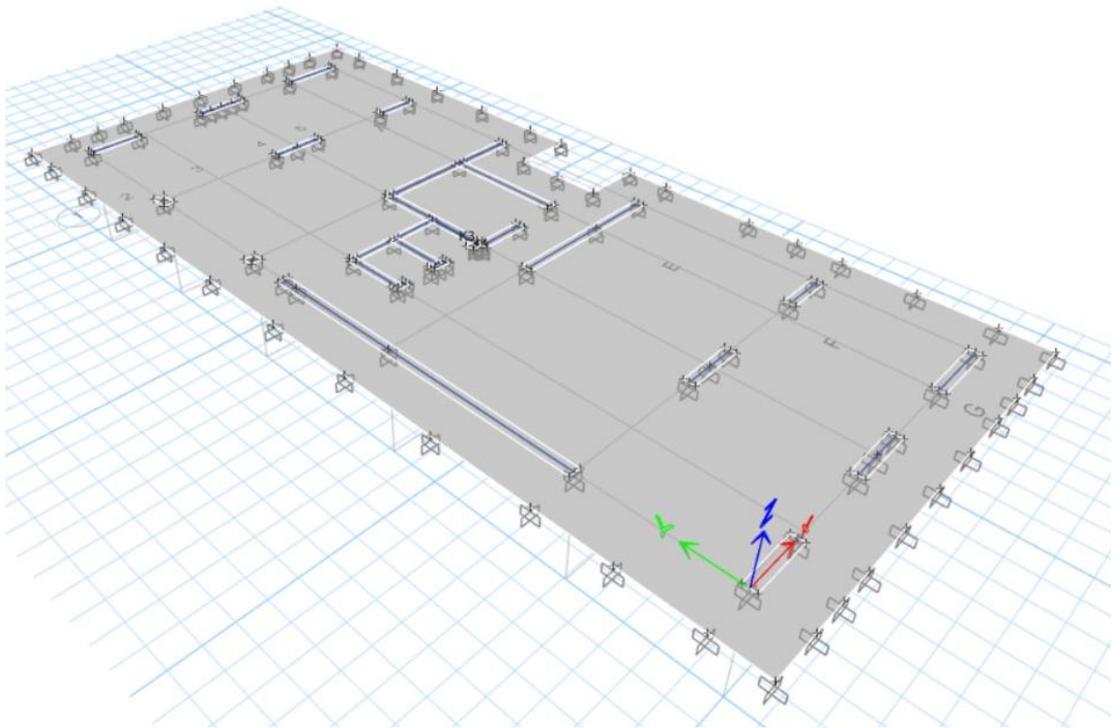


Figura 34. Modelamiento de losa de cimentación en SAFE 21.

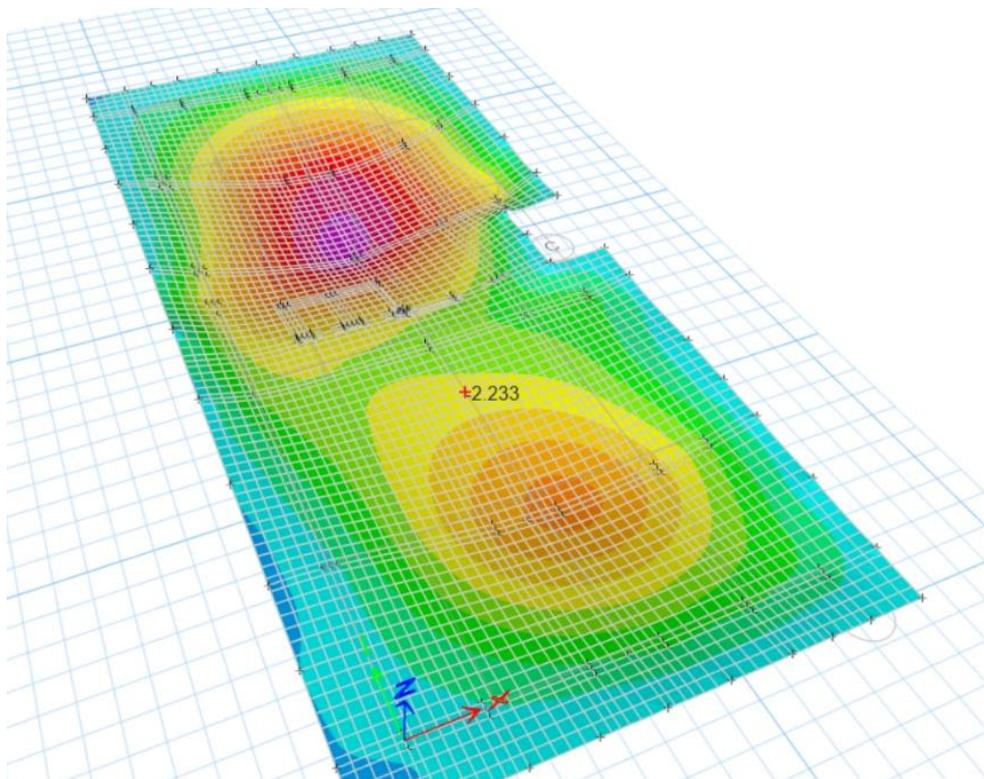


Figura 35. Mapa de esfuerzos del suelo en SAFE 21.

Del diseño realizado, se le pidió al software que realice el cálculo de áreas de acero bajo el criterio de elementos finitos, entregándonos así los mapas de áreas, donde se verifica el refuerzo necesario por cada parte de la losa de cimentación, logrando así optimizar el diseño, y colocar las cuantías requeridas únicamente con los diámetros que son necesarios, evitando así sobredimensionamientos.

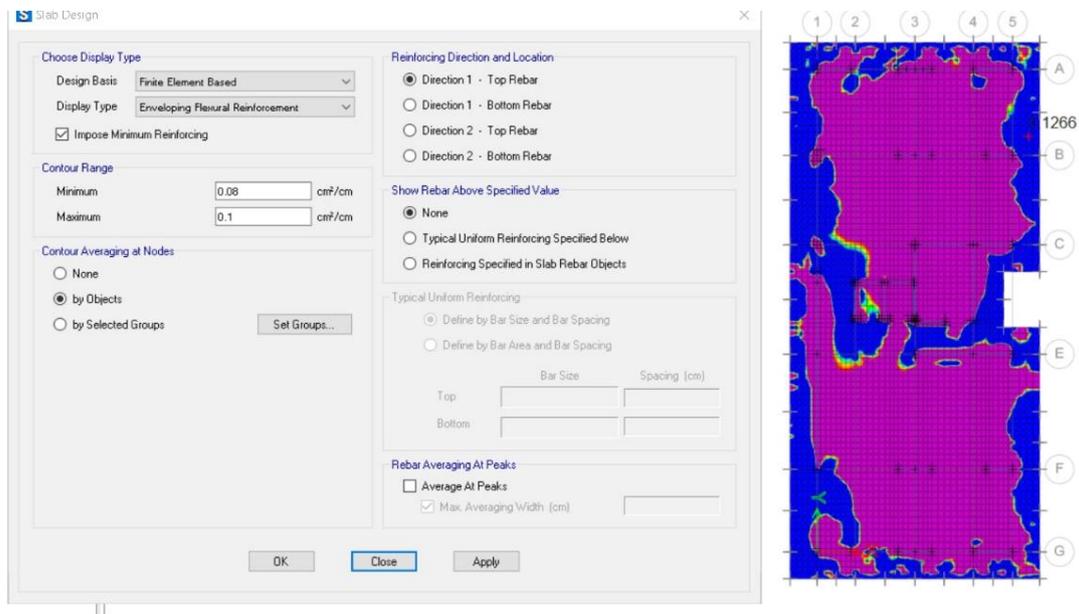


Figura 36. área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21. Acero en X cara Superior.

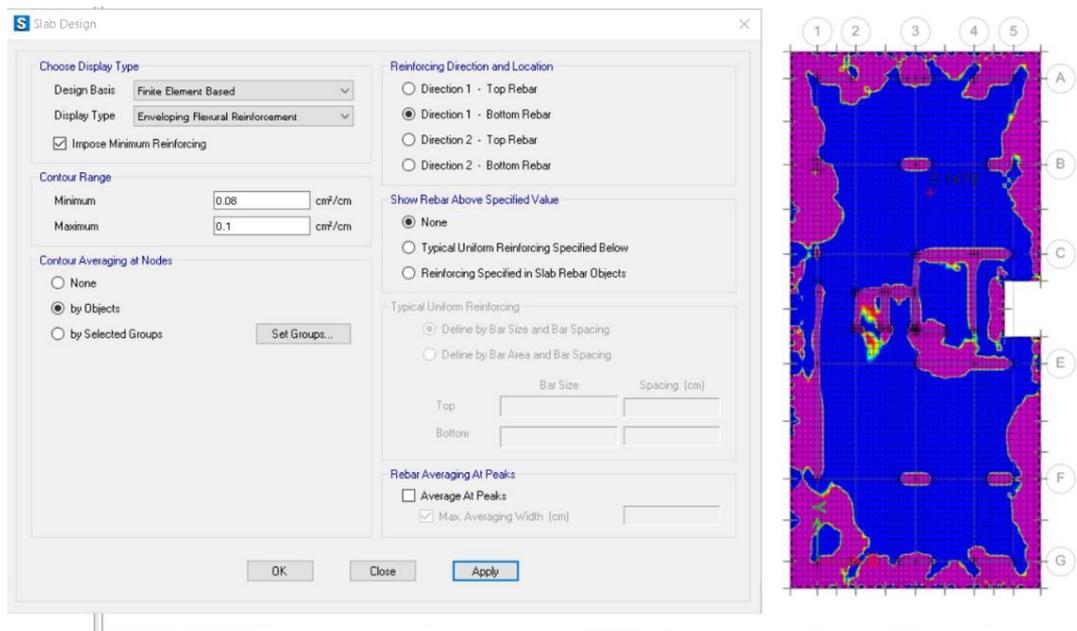


Figura 37. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21. Acero en X cara Inferior.

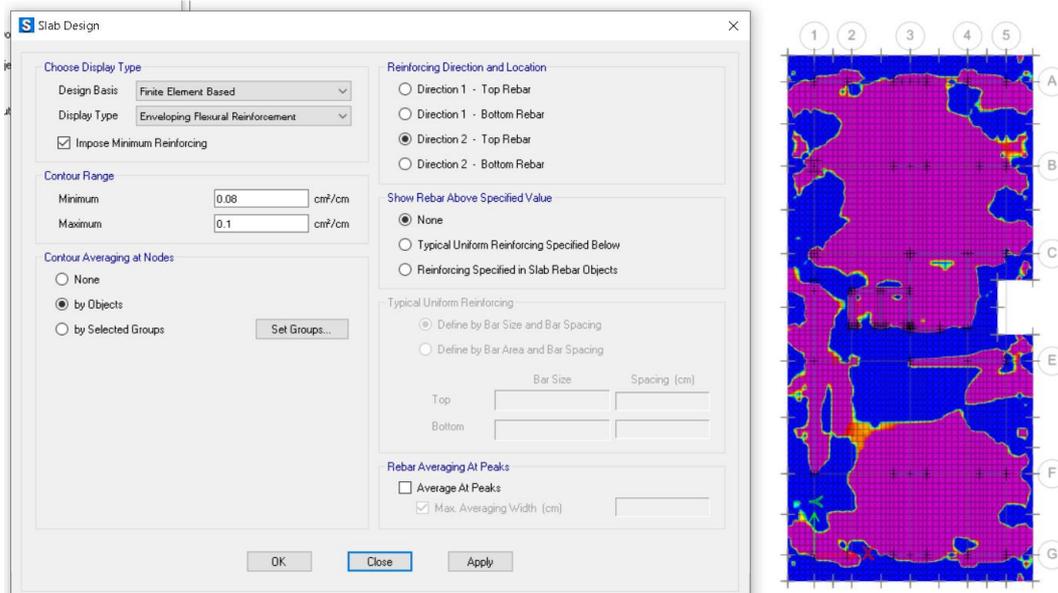


Figura 38. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE

21. Acero en Y cara Superior.

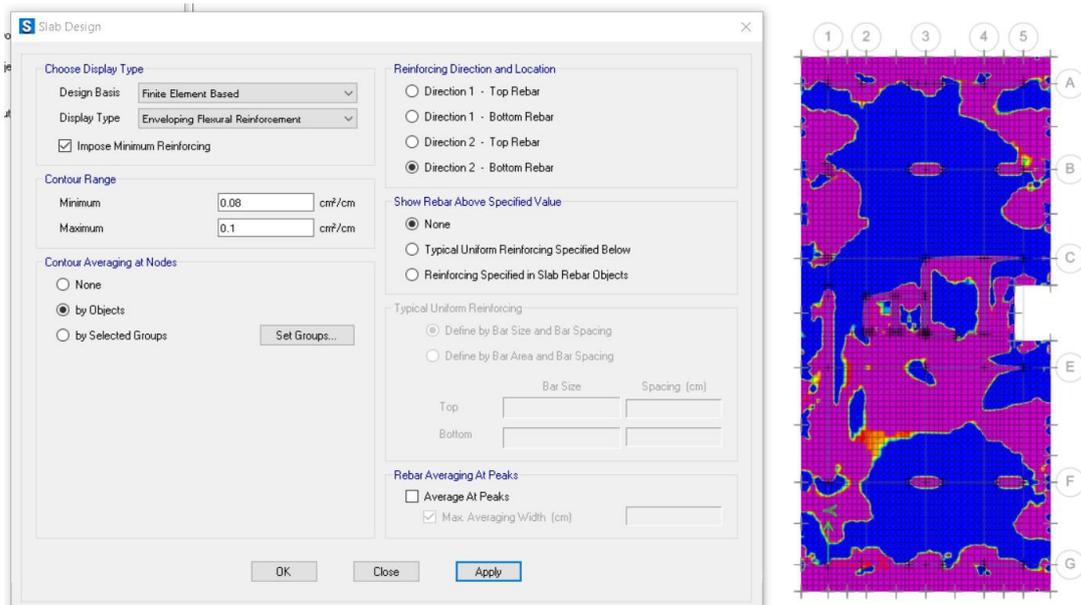


Figura 39. Área de acero por cálculo de elementos finitos en SAFE 21.

Acero en Y cara Inferior.

4.3.1.1. CÁLCULO DE ACERO EN LOSA DE CIMENTACIÓN:

El Software SAFE 21, trae la disposición de calcular las áreas de acero por el método de elementos finitos, es decir, nos ofrece una alta precisión en dicha

disposición, en tal sentido, las figuras mostradas en el punto anterior, nos muestran las zonas donde existe la necesidad de colocar una barra de diámetro mayor, es decir en código de colores de SAFE, el azul nos muestra donde es necesario barras de mayor diámetro, y el morado muestra donde se necesita barras de acero de menor diámetro, cabe aclarar que se puede inspeccionar cada cuadrante de la losa y verificar la necesidad, y obviamente los valores van variando de un movimiento al otro, sin embargo estos se encuentran en rangos que permiten homogeneizar los diámetros y colocarlos a ciertas distancias que se pueden medir en el modelamiento, es así que se puede colocar las barras de acero con los diámetros solamente necesarios donde realmente se los requiere, y no uniformizar un solo diseño con un solo tipo de barra, el cual puede generar un perjuicio económico en el momento de construir, en tal sentido a continuación se hará el cálculo manual de las barras requeridas de acuerdo al área solicitada en el SAFE 21.

Tabla 38. *Cálculo manual de la longitud de refuerzo en Losa de cimentación.*

REQUERIMIENTO	VALORES
Arequerida=	0.145 cm²/cm (Valor tomado de un área color Azul)
Espaciamiento propuesto=	25 cm
Diámetro de barra requerida =	0.145 cm²/cm * 25cm
Diámetro de barra a colocar =	4.4 cm²
Barra comercial que cubre la cuantía =	1" = 5.1 cm² > 4.4 cm² (ok).

Nota: El cálculo manual anterior es una representación de la evaluación de la losa de cimentación, con la ayuda de los gráficos obtenidos del SAFE 21, se analiza el acero en ambas direcciones, y para la parte superior e inferior. Es decir, en el caso del ejemplo anterior la zona de la losa de cimentación donde exista un rango de Acero requerida de 0.145 cm²/m más o menos centesimales, se colocará acero de 1" cada 25 cm en la cara y en el eje analizado, así mismo cuando esta área de acero requerida varíe demasiado, se recalculará con otro espaciamento si fuere necesario y se colocará el diámetro de las barras que cumplan la cuantía.

Como consideración final al diseño, se recomienda considerar un solado de 10cm de $f'c=100 \text{ kg/cm}^2$, puesto que existen zonas centrales con asentamientos que superan lo permitido por el EMS, en tal sentido es necesario buscar que la transmisión de las cargas se dé de la manera más homogénea posible.

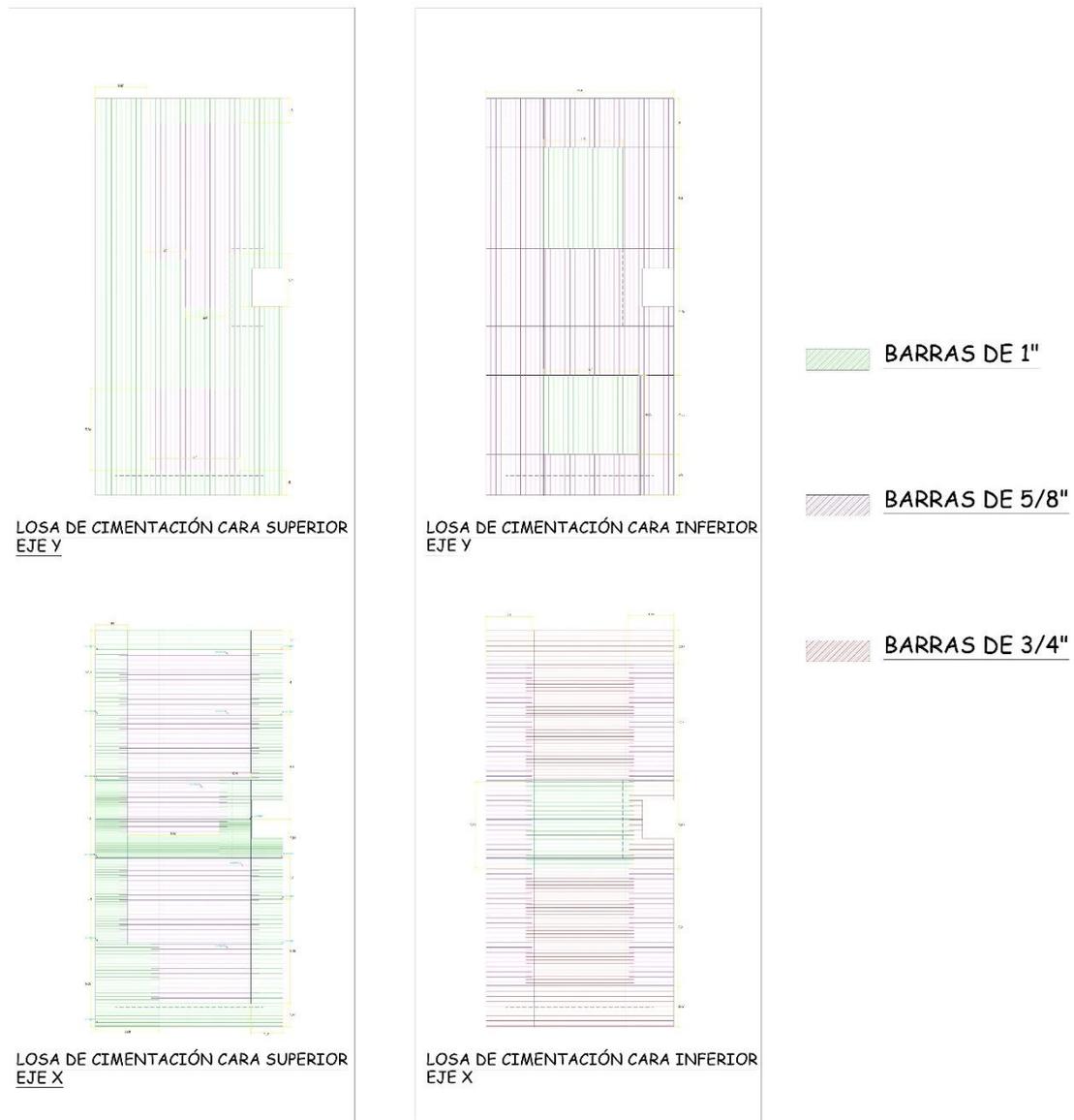


Figura 40. Cuantías de acero a colocar en losa de cimentación de acuerdo al requerimiento solicitado por el SAFE 21.

V. DISCUSIÓN

Objetivo Específico 1: Definir las propiedades mecánicas de suelo por medio del EMS (Estudio de mecánica de Suelos), y determinar el tipo de cimentación más óptimo para la transferencia de cargas de los 10 niveles hacia el terreno.

Balarezo y Vara (2020), mediante su tesis denominada “Diseño estructural de un edificio de viviendas de 10 niveles ubicado en el distrito de San Isidro”, indica que para el diseño de la cimentación es necesario tener un EMS, así también describe que el suelo obtenido para su investigación es Grava mal graduada (GP), que mantiene una capacidad portante de $q_{adm}=4\text{kg/cm}^2$, así, optó por zapatas aisladas y combinadas con 70cm de peralte, con vigas de conexión, esto para una zona clasificada como S1. Así, para la presente investigación se ha obtenido un $q_{adm}=1.93\text{kg/cm}^2$, con un coeficiente de balasto= 3.87kg/cm^3 , a 2.00 metros de desplante según el EMS, que es la profundidad elegida en el presente diseño, del cual se puede decir que el suelo tiene una baja capacidad portante adicional por ser tipo S3(blandos), en tal sentido, para el presente diseño, no se puede emplear zapatas aisladas, ni combinadas, pese a que se puede considerar zapatas conectadas con vigas de cimentación, aun siendo así, a recomendación del EMS y nuestra evaluación, se optó por diseñar una platea de cimentación con un peralte de 70cm.

Objetivo Específico 2: Establecer el Sistema Estructural más óptimo para una vivienda Multifamiliar de 10 niveles y determinar el predimensionamiento de los elementos estructurales.

Firoz y Manju (2020), mediante su artículo denominado: “Análisis y diseño de componentes estructurales de edificio (g+10) rcc utilizando etabs”, menciona que Los muros de corte son rápidos en su construcción, esto debido a que las paredes no necesitan ningún ladrillo especial arreglo o tarrajeo. Apreciación con la que concuerdo totalmente, además puedo agregar que los muros son fáciles de ocultar y no generan pintos bruscos en los ambientes, algo también impórtate es que es necesario que se respete los diseños Arquitectónicos, estos garantizan la comodidad de las personas que ocuparán los ambientes. Puedo decir que buscar solucionar con un sistema Estructural óptimo y evitar la construcción de columnas

en ambientes que necesitan ser libres de columnas, ayudarán que el diseño sea funcional en todos sus extremos, tanto en Diseño Arquitectónico, así como en Diseño estructural.

Wassef y Kanan (2017), en su artículo denominado “Diseño de edificios de concreto armado de gran altura”, realizó la comparación en análisis y diseño de tres modelos de Sistemas estructurales, Consideraron que para edificios de gran altura, el sistema que obtuvo mejor desempeño y resistencia ante momentos y cortantes, fue el sistema por muros de corte conectado por vigas, así mismo, concluye que en términos económicos este lleva la delantera pues por los refuerzos a emplear es menor que los otros sistemas. En la presente investigación se ha llegado a establecer de similar forma que un sistema por muros de corte, resulta más económico y eficiente ante las solicitaciones a la que es sometida durante una estimulación sísmica, es decir es un sistema estructural óptimo para ser empleado en el diseño de edificios de 10 niveles.

Como bien se ha descrito en los puntos anteriores se ha determinado que el sistema estructural de Muros de Corte es el que representa alta garantía en resistencia a momentos y corte, así también resulta un sistema más económico, por lo práctico de su construcción y refuerzos en menor cuantía, además son fáciles de ocultar en los ambientes, es decir guarda armonía con la arquitectura o es un sistema más amable con los diseños arquitectónicos. que se plantean, en tal sentido se optó por realizar un diseño que contemple Muros de Corte.

Objetivo Específico 3: Realizar el modelamiento estructural en el software ETABS para la superestructura, así como verificar los desplazamientos y las distorsiones máximas, de acorde a lo descrito en las Norma E.030 (Diseño Sismorresistente NTP) y posterior a ello, realizar el diseño de la cimentación en el software SAFE.

Firoz y Manju (2020), mediante su artículo denominado: “Análisis y diseño de componentes estructurales de edificio (g+10) rcc utilizando etabs”, Indica que el mecanismo del programa ETABS en su versión 13 es muy intuitivo. El usuario inicialmente define todas las propiedades del material, propiedades de la sección, cargas, patrones, casos de carga, combinaciones de carga, espectro de respuesta funciones. Las propiedades del material incluyen la definición del grado de

Hormigón y barras de refuerzo. Las propiedades de las secciones incluyen definición de secciones de viga, secciones de columna, secciones de losa, muro secciones, etc. ETABS es lo último en paquete de software integrado para el análisis estructural y diseño de edificios. Incorporando 40 años de continuo investigación y desarrollo, ETABS ofrece un modelado y visualizaciones basados en objetos 3D, herramientas, poder analítico increíblemente rápido lineal y no lineal, Desde el comienzo de la concepción del diseño hasta la producción de dibujos esquemáticos, ETABS integra cada aspecto del proceso de diseño de ingeniería, los comandos de dibujo intuitivos permiten para la generación rápida Análisis y Diseño de Shear Wall para un Edificio Sismorresistente usando ETABS. De igual forma para nuestra investigación, se realizó el modelamiento de nuestro diseño en la plataforma ETABS en su versión 21, que es una versión más actualizada, y que contempla las variedades de Normas Internacionales en los diferentes continentes, así también una plataforma más intuitiva que en versiones pasada, lo que permitió verificar todos los parámetros establecidos en la Norma E-030 (Diseño Sismorresistente), en tal sentido, lo manifestado por Firoz y Manju también fue corroborado en la presente investigación.

Así también se hizo uso del software SAFE en su versión 21, una de las más actualizadas, la cual brinda la posibilidad de exportar los datos de la plataforma ETABS con total seguridad, puesto que, en versiones anteriores, se realizaban demasiadas maniobras manuales para poder pasar las cargas laterales del ETABS como es el sismo Dinámico. Así pues, también la plataforma nos ofrece las verificaciones contempladas en la Norma E.060 Concreto Armado, y nos brinda las cuantías de Acero necesarias tanto para los longitudinales y los de refuerzo, de igual manera que ETABS, realizando un análisis por Elementos finitos, el cual brinda gran precisión o también advierte posibles mejoras al diseño.

Mavros y Panagiotou (2022), en su artículo “Análisis sísmico de un moderno sistema de construcción de muros centrales de concreto armado de 14 pisos utilizando la metodología BTM-Shell”, concluye que un edificio moderno con muros centrales o lo que conocemos como núcleo de muros, donde se alberga ascensores normalmente, como contempla el diseño de nuestro proyecto, se distribuyeron fuerzas laterales a lo largo de su altura, se buscó conocer el efecto de diferentes

niveles de esfuerzos cortantes en el plano de la pared sobre la capacidad sísmica y la capacidad lateral del sistema de construcción. Siendo los principales hallazgos que la capacidad de deformación del edificio se reduce significativamente para patrones de carga de esfuerzos cortantes relativamente altos. Así pues, como recomendación indican que se emplee la metodología BTM (Beam Truss Model), junto con análisis dinámicos no lineales y que se incluyan movimientos triaxiales del suelo, un análisis que en la presente investigación no se llegó a emplear, así mismo la Normativa peruana aún no la contempla.

Jiménez (2020), en su tesis denominada “Análisis lineal del comportamiento de sistemas estructurales combinados ante solicitaciones sísmicas”, indica que el uso de diversas fórmulas para establecer el periodo fundamental aproximado, establece un valor ínfimo para el cortante basal del diseño, siendo que muchas rigen el diseño estructural, así también advierte que en cantidades y costos, no existen variaciones importantes, pues el dimensionamiento de los elementos prácticamente se mantienen, así también indica que las dimensiones de los muros no varían significativamente, en la presente investigación se determinó el periodo de la edificación tanto de manera Manual según lo establecido en la Norma E-0.30. así como según lo obtenido del análisis del ETABS 21, siendo que se trabajó inicialmente con el valor del cálculo manual, el cual ayudo a determinar ciertos parámetros para realizar un predimensionamiento de algunos elementos, como los muros de corte, siendo que al ser remplazados por el periodo “real” calculado por ETABS 21, mantenía diferencia mínima en los resultados, puesto que ambos son valores de los periodos son muy cercanos

Es necesario que la Norma peruana incluya los parámetros del análisis NO Lineal, el cual aún no se usa de manera obligatoria en el Perú, que, aunque existen investigaciones que buscan conocer los modelamientos bajo análisis Tiempo – Historia, aún carecen de veracidad por cuanto no demuestra procedimientos ni verificaciones con credibilidad, es así que es necesario que las instituciones Nacionales que representan al RNE, como el Colegio de Ingenieros, busquen capacitar a los Estudiantes, y profesionales del rubro ante tales metodologías, puesto que con el pasar de los años, será de vital importancia garantizar los modelos con verificaciones de análisis Dinámicos no lineales.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Se logró definir las propiedades mecánicas de suelo por medio del EMS (Estudio de mecánica de Suelos), y determinar el tipo de cimentación más óptimo para la transferencia de cargas de los 10 niveles hacia el terreno. Siendo, el suelo de tipo S3 (Suelos Blandos), con una capacidad portante $q_{adm}=1.93 \text{ kg/cm}^2$ con un Coeficiente de balasto= 3.87 kg/cm^2 a una profundidad de 2.00 de desplante, así mismo se estableció que la cimentación más óptima para el presente proyecto sea una Platea de Cimentación (Losa de cimentación) pues las propiedades del suelo son bajas y el proyecto se encuentra ubicado en una zona altamente sísmica.

6.2. Se logró establecer el Sistema Estructural más óptimo para una vivienda Multifamiliar de 10 niveles y determinar el predimensionamiento de los elementos estructurales, pues se ha considerado un diseño con sistema Estructural por Muros de Corte (Clasificación de la Norma E-0.30), al ser un sistema que interactúa eficientemente ante las cargas y momentos generados por los movimientos sísmicos, además que se comprobó con el Análisis estático que los muros del diseño soportan más del 70% del cortante basal, tanto en la dirección x como en y, así también se consideró un sistema estructural por muros al ser un sistema más económico, de fácil construcción y además que generalmente no demanda refuerzos con formas complejas o diámetros de barras No comerciales, y arquitectónicamente favorece las distribuciones en planta por permitir luces mayores. Así también se definieron los predimensionamiento de nuestros elementos estructurales como son en Columnas, Vigas, Losa Aligerada, Muros de Corte, de acorde a lo establecido en la Norma E-0.60 y la Norma ACI 318-14.

6.3. Se Realizó el modelamiento estructural para la superestructura en el software ETABS 21, y verificar las distorsiones máximas y las exigencias de diseño de acorde a lo estipulado en la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente), así mismo realizar el diseño por resistencia de los elementos, posterior a ello, realizar el diseño de la cimentación en el software SAFE 21. Siendo así, que se obtuvo que las derivas del Modelo propuesto cumplen lo establecido en la Norma E-030, es decir son menores que 0.007 (Edificaciones de Concreto Armado), esto en todos los niveles, así también, se verificó las exigencias de la Norma E.030, y se realizaron las verificaciones correspondientes, siendo estas: las participaciones de la masa

para edificaciones irregulares ($\geq 90\%$ para el análisis estático y dinámico), como fue nuestro modelo, por tener irregularidades por diafragma discontinuo y de esquina entrante, así también, se verificó la excentricidad, no existiendo dicha condición en nuestro modelo, también, se realizó la verificación por volteo, obteniendo valores favorables y como verificación final en el Software ETABS 21, se escalaron las Cortantes basales de análisis Dinámico Modal Espectral como una proporción mínima del 90% del Cortante Basal del Análisis dinámico. Se realizaron los diseños por Resistencia de los elementos estructurales. Finalmente se realizó el modelamiento de una losa de cimentación (Platea) en el software SAFE 21, obteniendo una losa que cumple con las verificaciones por punzonamiento y corte, así también, se realizó el diseño por resistencia del elemento estructural y se obtuvo las cuantías de acero necesarias para garantizar su funcionamiento, las cuales están distribuidas en la cara inferior y superior de la losa, así como en ambos sentidos (Eje x y Eje y), es decir existen cuantías de acero diversas en toda el área de la losa, por cuanto se ha buscado colocar solo las barras con el diámetro necesario, puesto que existen diferentes sollicitaciones de cargas, de acuerdo a la distribución de los elementos estructurales verticales (Muros, columnas) y su área de afectación. Así mismo se recomienda cimentar la losa sobre un solado de 10cm con $f'c=100\text{kg/cm}^2$, buscando que la transmisión de la carga sea lo más homogéneamente posible, puesto que existen asentamientos que superan ligeramente lo establecido en el EMS.

Se realizó el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 10 niveles, bajo un sistema estructural de muros de corte, los cuales cumplen los parámetros establecidos en las Normas de diseño, (E-0.30, E-0.60), pues las derivas obtenidas son menores a 0.007 en cada nivel, así también se realizó la verificación de irregularidades, no existiendo irregularidades en altura como de piso débil y blando, rigidez lateral ni excentricidad en el diseño final, ni participación de masas, así también se diseñaron los elementos principales por resistencia, tanto por flexión como por corte, finalmente se determinó que el tipo de cimentación para el diseño será una platea de cimentación de 0.70cm con doble malla para la cara superior como inferior, siendo la resistencia del concreto $f'c=210\text{ kg/cm}^2$ y $f'y=4,200\text{kg/cm}^2$ para todo el diseño de la vivienda multifamiliar de 10 niveles.

VII. RECOMENDACIONES

Se debe considerar no solamente la capacidad portante del Suelo como dato esencial en un EMS, además del tipo de suelo, se debe considerar el Coeficiente de Balasto, pues es de gran importancia por lo que indica, que es la proporción entre la carga y el asentamiento del suelo que la recibe, así también es necesario dicho dato para ingresarlo en los softwares de Diseño como SAFE en cualquiera de sus últimas versiones, pues es el que nos permitirá obtener datos más exactos en nuestros cálculos.

Para definir un Sistema Estructural se debe considerar no solamente la alta resistencia a sollicitaciones Sísmicas del sistema, sino también la cantidad de Niveles a construir, los ambientes que se proyectarán en la Arquitectura, el tiempo con el que se necesita que la edificación entre en servicio al 100%, así como el que resulte más favorable económicamente.

Aunque para la presente investigación la Norma peruana E-0.30 solo exige análisis Estático y Dinámico Modal Espectral, y solo propone el análisis tiempo-historia (Análisis NO lineal) para verificaciones, se debe empezar a considerar normar ciertos parámetros No lineales que la normativa Internacional, ya considera en su análisis, con el fin de capacitar a más profesionales peruanos en el cumplimiento de las nuevas exigencias que se formularían.

REFERENCIAS

HALLEBRAND, Erik y Jakobsson. Diseño Estructural de edificios de gran altura. Tesis (Magister en Mecánica Estructural). Suecia: Lund University, 2016.

Disponible en <https://www.byggmek.lth.se/fileadmin/byggnadsmekanik/publications/tvsm5000/web5213.pdf>

ISSN: 0281-6679

GARCÍA, Carlos. Análisis dinámico no lineal de un edificio de concreto armado de diez pisos. Tesis (Magister en Ciencias). EE.UU: University of California, 2020.

Disponible en https://escholarship.org/content/qt3mg342q2/qt3mg342q2_noSplash_cd35df6a631f2d77bbf9a275e38d7f34.pdf

WASSEF, Mustafa y Kanan. Diseño de Edificios de Concreto Armado de Gran Altura. *Civil and Environmental Research* [en línea]. Vol.9, n°.12, 2017. [Fecha de Consulta: 13 de abril del 2023].

Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/234678639.pdf>

ISSN: 2225-0514

CASTRO, Silvia. Orígenes y evolución de las agrupaciones. Universidad Nacional De Colombia. *Arkitekturax* [en línea]. Vol. 1, n°.1. 23 de noviembre 2018. [Fecha de Consulta: 13 de abril del 2023].

Disponible en <https://revistas.uamerica.edu.co/index.php/ark/article/view/199>

ISSN: 2619-1709

BALAREZO, Andrés y Vara. Diseño estructural de un Edificio de viviendas de 10 niveles ubicado en el Distrito de San Isidro. Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2020.

Disponible en <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17728>

BAZZANO, Juan y Pérez. Introducción al Análisis No Lineal de Estructuras [en línea]. Uruguay: Universidad de la República de Uruguay. Diciembre de 2017 [Fecha de Consulta: 14 de abril del 2023].

Disponible en, https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/22106/1/Bazzano_P%C3%A9rezZerpa_Introducci%C3%B3n_al_An%C3%A1lisis_No_Lineal_de_Estructuras_2017.pdf

ISBN: 978-9974-0-1525-8.

CRESCO, Isabel. Control gráfico de formas y Superficies de transición. Tesis (Doctorado). España: Universidad Politécnica de Catalunya, 2005.

Disponible en <https://www.tdx.cat/handle/10803/6559#page=1>

ISBN: 8468917451

BULLER, Jorge y Neciosup. Análisis Estadísticos de predios tugurizados [en línea]. Perú: Congreso de la República del Perú. 19 de junio de 2008. [Fecha de Consulta: 15 de abril del 2023].

Disponible en [https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Administracion/UAnalisis.nsf/vf04web/513316AE2A1C5E850525748D005E2D01/\\$FILE/Informedecoyuntura032-2007-2008.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/Sicr/Administracion/UAnalisis.nsf/vf04web/513316AE2A1C5E850525748D005E2D01/$FILE/Informedecoyuntura032-2007-2008.pdf)

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma E.030 Diseño Sismorresistente, DS.19. 2020.

Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma E.020 Cargas, DS.19, DS.19. 2020.

Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

MINISTERIO de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (Perú). Norma E.050 Suelos y Cimentaciones. DS.19. 2020.

Disponible en <https://www.gob.pe/institucion/sencico/informes-publicaciones/887225-normas-del-reglamento-nacional-de-edificaciones-rne>

PINEDA, Luis y Ponce. Análisis comparativo de la respuesta estructural del análisis sísmico de un edificio multifamiliar mediante la Norma E-0.30-2003 y e-0.30-2019, Trujillo. Tesis (Pregrado) Perú: Universidad Cesas Vallejo, 2021.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/70749>

DANATZKO, Joseph. Diseño Estructural Sostenible. Tesis (Maestría en Ciencias) EE. UU: The Ohio State University, 2010.

Disponible en https://etd.ohiolink.edu/apexprod/rws_etd/send_file/send?accession=osu1275406390&disposition=inline

ROSALES, Carlos. Modelamiento Estructural de un edificio de 10 pisos usando el método pushover en un sistema mixto, Urbanización Santa Beatriz, Huaraz – Ancash. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2023.

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/110495>

MORGENTAL, Rodrigo. Estudio del proyecto estructural de un edificio Multifamiliar. Tesis (Pregrado). Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul Porto Alegre, 2021.

Disponible en <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/240275/001140329.pdf?sequence=1>

CELIS, Kevin y Requelme. Diseño Estructural de una edificación de ocho niveles dos sótanos con sistema de muros de ductilidad limitada, Urbanización Docentes. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad Cesar Vallejo, 2021

Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/79891>

FIROZ, Alam y Manju. Análisis y Diseño de componentes Estructurales de (G+10) Planta edificio RCC utilizando ETABS. International Journal For Technological Research In Engineering [en línea]. Vol 7, n°10. junio 2020. [Fecha de Consulta: 22 de abril del 2023].

Disponible en <https://ijtre.com/wp-content/uploads/2021/09/2020071001.pdf>

ISSN 2347 – 4718

FRANCO Coto y Loli. Origen y Evolución del Edificio Multifamiliar en Lima, 1949 – 1970 [en línea]. Reseña de investigación. Perú: Universidad de Lima, 2016. [Fecha de Consulta: 22 de abril del 2023].

Disponible en <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/5286>

SANCHEZ, Eddie. Diseño Estructural de un edificio multifamiliar de concreto armado de siete Niveles en Miraflores. Tesis (Pregrado). Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2021.

Disponible en <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/179068>

CARDENAS, Braulio. Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas E-0.30 2003. 206 y 2018. Tesis (Pregrado), Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2019.

Disponible en <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/16394>

CÁCERES, Julissa y Madge [et al.]. Diseño y Construcción del edificio de vivienda multifamiliar las cumbres. Tesis (Magister en PM). Perú: Universidad ESAN, 2018.

Disponible en <https://repositorio.esan.edu.pe/handle/20.500.12640/1378>

GRANDE, Ildelfonso y Abascal. Análisis de Encuestas. *Esic Editorial* [en línea]. 2005. [Fecha de Consulta: 25 de abril del 2023].

Disponible en https://www.google.com.pe/books/edition/An%C3%A1lisis_de_encuestas/qFczOOiwRSgC?hl=es-419&gbpv=1&dq=muestreo+no+probabilistico&pg=PA69&printsec=frontcover

ISBN: 84-7356-420-0

INSTITUTO Nacional de Estadística e Informática. (Perú). Resultados Definitivos de los Censos Nacionales 2017.2018.

Disponible en https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib157/5/

REBOREDO, Agustín. El Diseño Estructural 1ed. *CP67 Librería Técnica* [en línea]. 2016. [Fecha de Consulta: 25 de abril del 2023].

Disponible en https://www.google.com.pe/books/edition/El_dise%C3%B1o_estructural/irszEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1

ISBN 978-987-4000-83-5

MALDONADO, Tohiber. Investigaciones Descriptivas No experimentales. Calaméo [en línea]. Octubre 2016. [Fecha de Consulta: 8 de abril del 2023].

Disponible en <https://www.calameo.com/read/0048329507d8ee25d9a6c>

JIMÉNEZ, Andrés. Análisis Lineal del comportamiento de sistemas estructurales combinados ante solicitaciones sísmicas. Tesis (Pregrado). Colombia: Universidad de Los Andes. 2020.

Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/44985/u831310.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SÁNCHEZ, Victor y Vargas. Análisis y Diseño de edificios de concreto Armado considerando la Rigidez. Tesis (Pregrado). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.

Disponible en https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624981/s%C3%A1nchez_ev.pdf?sequence=1&isAllowed=y

NAMPALLI, Prerana y Sangave. Análisis Lineal y No lineal de hormigón armado con Marcos con miembros de Inercia Variable. *IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering* [en línea]. Octubre 2015. [Fecha de Consulta: 20 de abril del 2023].

Disponible en <https://www.iosrjournals.org/iosr-jmce/papers/vol12-issue5/Version-1/F012515059.pdf>

ISSN: 2278-1684

FAHJAN, Ym y Kubin. Métodos de análisis no lineal para edificios de hormigón armado con muros de cortante. *14 European Congress of Chemical Engineering and 7th European Congress of Applied Biotechnology* [en línea]. 2010. [Fecha de Consulta: 20 de abril del 2023].

Disponible en [https://www.protasoftware.com/documents/publications/Nonlinear Analysis Methods for Reinforced Concrete Buildings with Shearwalls.pdf](https://www.protasoftware.com/documents/publications/Nonlinear_Analysis_Methods_for_Reinforced_Concrete_Buildings_with_Shearwalls.pdf)

LOURENCO, Paulo y Gaetani. Análisis de elementos finitos para la evaluación de Edificios. *Taylor & Francis Group* [en línea]. 2022. [Fecha de Consulta: 21 de abril del 2023].

Disponible en [https://www.google.com.pe/books/edition/Finite Element Analysis for Building Assessment/wadnEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=LINEAR+ANALYSIS+OF+REINFORCED+CONCRETE+BUILDINGS&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Finite_Element_Analysis_for_Building_Assess/wadnEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=LINEAR+ANALYSIS+OF+REINFORCED+CONCRETE+BUILDINGS&printsec=frontcover)

ISBN: 978-367-35767-2 (hbk)

STELIOS, Antoniou. Rehabilitación sísmica de Edificios de Hormigón Armado Existentes. *John Wiley & Sons* [en línea]. 2023. [Fecha de Consulta: 23 de abril del 2023].

Disponible en [https://www.google.com.pe/books/edition/Seismic Retrofit of Existing Reinforced Concrete Buildings/oB2rEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=LINEAR+ANALYSIS+OF+REINFORCED+CONCRETE+BUILDINGS&pg=PA39&printsec=frontcover](https://www.google.com.pe/books/edition/Seismic_Retrofit_of_Existing_Reinforced_Concrete_Buildings/oB2rEAAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&dq=LINEAR+ANALYSIS+OF+REINFORCED+CONCRETE+BUILDINGS&pg=PA39&printsec=frontcover)

Yoshitaka y Hiroshi. Aplicabilidad del Análisis Lineal equivalente a muros de cortante de Hormigón Armado.. *J Stage* [en línea]. 2022. [Fecha de Consulta: 23 de abril del 2023].

Disponible en https://www.jstage.jst.go.jp/article/taesj/21/1/21_J20.038/pdf/-char/ja

MAVROS, Marios y Panagiotou. Análisis sísmico de un moderno sistema de construcción de muros centrales de Hormigón armado de 14 pisos utilizando la metodología BTM -Shell. *John Wiley & Sons c.* 2022. [Fecha de Consulta: 14 de abril del 2023].

Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/eqe.3627>
[51:1540–1562](#)

ARUMUGAN, Vi y Keshav. Evaluación sísmica de Estructuras Avanzadas de concreto Armado. *Hindawi Publishing Corporation.* 2022. [Fecha de Consulta: 14 de abril del 2023].

Disponible en <https://www.hindawi.com/journals/amse/2022/4518848/>

ID 4518848

BOHARA, Birendra y Hussain. Efecto de la Posición del arriostramiento de acero en edificios de hormigón armado en forma de L. *Research on Engineering Structures & Materials.* 2021. [Fecha de Consulta: 20 de abril del 2023].

Disponible en <http://jresm.org/archive/resm2021.295st0519.pdf>

8(1): 155-177.

Hoja de cálculo para Diagrama de interacción de columnas. [Blog]. Saavedra, D. 2020. [Fecha de Consulta: 20 de abril del 2023].

Disponible en <http://excel-ingenieria-civil.blogspot.com/2015/05/xls-hoja-de-calculo-excel-para-diseno.html>

HONORATO, Agler. Análisis de la Estabilidad Global de un Edificio de Hormigón Armado cuando adopta un Núcleo Rígido. Brazil: Universidade federal Do Pampa, 2022.

Disponible en https://repositorio.unipampa.edu.br/bitstream/riu/6930/1/AGLER_HONORATO_MARQUES-2022.pdf

RECEP, Erdem y Koçali. Evaluación de desempeño y fortalecimiento de edificios de hormigón armado. *Revista de la Construcción*. 2022. [Fecha de Consulta: 20 de abril del 2023].

Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/rconst/v21n1/0718-915X-rconst-21-01-53.pdf>

RDLC.21.1.53.

MEDINA, Ricardo y Music. Determinación del Nivel de desempeño de un Edificio Habitacional estructurado en base a muros de Hormigón Armado y diseñado según la normativa chilena. *Universidad Católica del Norte, dep. de Ingeniería Civil*. 2018. [Fecha de Consulta: 5 de mayo del 2023].

Disponible en <https://www.scielo.cl/pdf/oyp/n23/0718-2805-oyp-23-0063.pdf>

SERVICIO Nacional de Capacitación para la industria de la capacitación SENCICO. (Perú). Comentarios a la Norma Peruana E.030 Diseño Sismo. 2020.

Disponible en https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1129512/COMENTARIOS_A_LA_NORMA_PERUANA_E.030_DISEÑO_SISMORRESISTENTE.pdf

AMERICAN Concrete Institute (EE. UU). Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural (ACI 318S-14). 2015.

Disponible

en

https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 39.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
DISEÑO ESTRUCTURAL	Es el proceso que parte de datos obtenidos de un problema que tiene como fin el construir, siendo el objeto principal sostener un edificio, puente, avión o lo que sea. El Diseño estructural no solo involucra la parte numérica la cual debe cumplir ciertos parámetros, sino también el diseño estructural como concepción de la estructura, no siendo ni existiendo una sola solución ante un problema durante el proceso de diseño. (REBOREDO, 2016)	Para realizar el diseño estructural de una vivienda multifamiliar de 10 niveles, se utilizará los resultados obtenidos del Estudio de mecánica de suelos (EMS), se hará uso de la normativa vigente de concreto armado E-060, así como del diseño sismorresistente E-030, y todas las normativas vinculantes del RNE, así como también se empleará softwares para el modelamiento virtual del diseño propuesto y la comprobación de los parámetros establecidos (ETABS, SAFE).	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	Capacidad Portante, Coeficiente de balasto, tipo de suelo, Asentamientos.	Ordinal
			PREDIMENCIONAMIENTO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES	Dimensiones mínimas – Norma E-060 y ACI 318-14/19	Ordinal
			MODELAMIENTO DIGITAL	Verificación de Derivas, Verificación de Irregularidades la, lp.	Ordinal

ANEXOS 2

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Universidad César Vallejo

N° 001

TESIS : **Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.**

TESISTA: **Yalta Fernandez, Jhony Maykel**

ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO

DATOS PARA ANÁLISIS	VALORES	OBSERVACIONES
Z (Factor de Zona)		NTE E0.30 EMS
Tipo Perfil de Suelo		NTE E0.30 Suelos Blandos EMS
Factor de Suelo S		NTE E0.30 EMS
Periodo Tp		NTE E0.30 EMS
Periodo TL		NTE E0.30 EMS
Categoría de Edificación		NTE E0.30 Edificación Común
Factor "U"		NTE E0.30
Coefficiente básico de Reducción "R"		NTE E0.30
Factor Ia		NTE E0.30 NO IRREGULARIDADES
Factor Ip		NTE E0.30 NO IRREGULARIDADES
Coefficiente de Reducción Física		NTE E0.30
Ct		NTE E0.30 porticos de concreto armado con muros en las cajas de los ascensores
hn		
Periodo Fundamental T	s	s (ETABS)
$T < T_p$ ----- C=		
$C/R \geq 0.11$	Ok	
Peso de Edificación =	tn	(CÁLCULO MANUAL)
		(Coefficiente Basal ZUCS/R)
V Cortante Basal	tn	
$T > 0.5 \text{ Seg}$ -----K=	s ≤ 2.00	OK

FIRMA DE ESPECIALISTAS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



N° 004

TESIS : **Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.**

TESISTA: **Yalta Fernandez, Jhony Maykel**

ANÁLISIS DINÁMICO

VERIFICACIONES DE DERIVAS DIRECCIÓN X

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Z	Drift < 0.007		IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drift 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/(PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
						m						
NIVEL 10						32.2	<	0.007	OK			
NIVEL 9						29.2	<	0.007	OK			
NIVEL 8						26.2	<	0.007	OK			
NIVEL 7						23.2	<	0.007	OK			
NIVEL 6						20.2	<	0.007	OK			
NIVEL 5						17.2	<	0.007	OK			
NIVEL 4						14.2	<	0.007	OK			
NIVEL 3						11.2	<	0.007	OK			
NIVEL 2						8.2	<	0.007	OK			
NIVEL 1						5.2	<	0.007	OK			

FIRMA DE ESPECIALISTAS

**FICHA DE
RECOLECCIÓN DE**



Universidad César Vallejo

N° 002

TESIS :	Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA:	Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS ESTÁTICO

CORTANTE BASAL INICIAL

Story	Output Case	Case Type	Location	VX	VY

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN X

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	P	V2
					tonf	tonf

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN X

% > 0.7 (SISTEMA DE MUROS CORTANTES) R=6

FIRMA DE ESPECIALISTAS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



N° 007

TESIS : **Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.**

TESISTA: **Yalta Fernandez, Jhony Maykel**

MASA PARTICIPATIVA

Case	ItemType	Item	Static	Dynamic				
			%	%				

CORTANTE BASAL FINAL

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m

> 90% **ok**

FACTOR EN X

FACTOR EN Y

CORTANTE BASAL ESCALADO

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m

> 90% **OK**

FIRMA DE ESPECIALISTAS

**FICHA DE
RECOLECCIÓN DE**



Universidad César Vallejo

N° 003

TESIS :	Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA:	Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS ESTÁTICO

CORTANTE BASAL INICIAL

Story	Output Case	Case Type	Location	VX	VY

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN Y

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	P	V2
					tonf	tonf

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN X

0.00% > 0.7 (SISTEMA DE MUROS CORTANTES) R=6

FIRMA DE ESPECIALISTAS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



N° 005

TESIS : Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023. TESISTA: Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS DINÁMICO

VERIFICACIONES DE DERIVAS DIRECCIÓN Y

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Z	Drift < 0.007	IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drift 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/(PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
						m					
NIVEL 10						<	0.007	OK			
NIVEL 9						<	0.007	OK			
NIVEL 8						<	0.007	OK			
NIVEL 7						<	0.007	OK			
NIVEL 6						<	0.007	OK			
NIVEL 5						<	0.007	OK			
NIVEL 4						<	0.007	OK			
NIVEL 3						<	0.007	OK			
NIVEL 2						<	0.007	OK			
NIVEL 1						<	0.007	OK			

FIRMA DE ESPECIALISTAS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 006

TESIS : **Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.**

TESISTA: **Yalta Fernandez, Jhony Maykel**

VERIFICACIONES

VERIFICACION DE EXCENTRICIDAD (Se verifica que NO existe excentricidad del diseño, verificando los desplazamientos relativos, que se obtienen de la diferencia de los desplazamientos en dos pisos continuos, en este caso en el ultimo nivel 10 y9no.

PARA PODER EVITAR LA EXCENTRICIDAD SE MEJORO EL DISEÑO ESTRUCTURAL, PARA ESTE CASO PARTICULAR QUITANDO ALGUNAS PLACAS EN EL SENTIDO X Y ALARGANDO PLACAS EN EL EJE Y

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Desplazamientos (Ux 10nivel -Ux 9Nivel)		
						cm	cm	cm	rad	rad	rad			

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
						cm	cm	cm	rad	rad	rad

FIRMA DE ESPECIALISTAS

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



Universidad César Vallejo

N° 001

TESIS :	Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA:	Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS ESTÁTICO Y DINÁMICO

DATOS PARA ANÁLISIS	VALORES	OBSERVACIONES
Z (Factor de Zona)	0.45	NTE E0.30 EMS
Tipo Perfil de Suelo	S3	NTE E0.30 Suelos Blandos EMS
Factor de Suelo S	1.1	NTE E0.30 EMS
Periodo Tp	1	NTE E0.30 EMS
Periodo TL	1.6	NTE E0.30 EMS
Categoría de Edificación	C	NTE E0.30 Edificación Común
Factor "U"	1	NTE E0.30
Coeficiente básico de Reducción "R"	6	NTE E0.30
Factor Ia	1	NTE E0.30 NO IRREGULARIDADES
Factor Ip	1	NTE E0.30 NO IRREGULARIDADES
Coeficiente de Reducción Física	6	NTE E0.30
Ct	45	NTE E0.30 porticos de concreto armado con muros en las cajas de los ascensores
hn	32.3	(10 niveles)
Periodo Fundamental T	0.7178	s 0.66 s (ETABS)
T < Tp ----- C=	2.5000	
C/R ≥ 0.11	0.4167	Ok
Peso de Edificación =	2096.8448	tn (CÁLCULO MANUAL)
V Cortante Basal	432.4742	tn (Coeficiente 0.20625 Basal ZUCS/R)
T > 0.5 Seg -----K=	1.1089	s ≤ 2.00 OK

FIRMA DE ESPECIALISTAS

Ing. Antonio Valenzuela Salas
CIP: 8183
SUPERVISOR DE OBRAS

ING. CIP JOEL KRISMAR AGUILAR PUMARIMAY
Registro 207512 - CIVIL

JORGE ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

FICHA DE
RECOLECCIÓN DE



Universidad César Vallejo

N° 002

TESIS :	Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA:	Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS ESTÁTICO

CORTANTE BASAL INICIAL

Story	Output Case	Case Type	Location	VX	VY
				tonf	tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-355.4123	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	0	-355.4123

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN X

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	P	V2
					tonf	tonf
NIVEL 1	X1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	4.3385	12.3041
NIVEL 1	X2	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	2.831	10.7579
NIVEL 1	X3	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	221.4762	13.3916
NIVEL 1	X4	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	29.3363	7.9475
NIVEL 1	X5	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-52.907	5.2343
NIVEL 1	X6	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-157.2924	74.8827
NIVEL 1	X7	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	60.8573	14.7545
NIVEL 1	X8	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	163.4622	34.4952
NIVEL 1	X9	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-223.7518	114.2306
NIVEL 1	X10	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	29.6	10.2629
NIVEL 1	X11	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-61.8313	6.3868
NIVEL 1	X12	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	15.9908	15.8371
NIVEL 1	X13	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	7.3855	13.8441
NIVEL 1	X14	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-70.4621	16.9253

PORCENTAJE DE RECISTENCIA DE LOS MUROSPARA LA CORTANTE
EN X

351.2546
98.83%

98.83%

>

0.7 (SISTEMA DE MUROS CORTANTES) R=6

FIRMA DE ESPECIALISTAS


Ing. Antonio Valenzuela Flores
C.I.P. 8183
SUPERVISOR DE OBRAS


ING. CIP JOEL KRISMER AGUILAR PUMARIMAY
Registro 207512 - CIVIL


JOR: ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

FICHA DE RECOLECCIÓN DE



Universidad César Vallejo

N° 003

TESIS :	Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA:	Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS ESTÁTICO

CORTANTE BASAL INICIAL

Story	Output Case	Case Type	Location	VX tonf	VY tonf
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic	Bottom	-355.4123	0
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	0	-355.4123

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN Y

Story	Pier	Output Case	Case Type	Location	P	V2
					tonf	tonf
NIVEL 1	Y15	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	-18.0178	18.7774
NIVEL 1	Y22	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	-17.5441	122.8071
NIVEL 1	Y23	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	117.1447	138.6973
NIVEL 1	Y27	SY ESTATICO	LinStatic	Bottom	1.4887	17.988

PORCENTAJE DE RESISTENCIA DE LOS MUROS PARA LA CORTANTE EN X

298.2698
83.92%

83.92%

>

0.7 (SISTEMA DE MUROS CORTANTES) R=6

FIRMA DE ESPECIALISTAS



JOR: ANTONIO VALENZUELA FLORES
 Ingeniero Civil
 C.I.P. N° 57724

ING. CIP JOEL KRISMER AGUILAR PUMARIMAY
 Registro 207512 - CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



N° 004

TESIS : Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.

TESISTA: Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS DINÁMICO

VERIFICACIONES DE DERIVAS DIRECCIÓN X

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Z		Drift < 0.007	IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drift 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/(PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
						m						
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000566	32.2	<	0.007 OK				
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000611	29.2	<	0.007 OK	1.08	OK		
NIVEL 8	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000653	26.2	<	0.007 OK	1.07	OK		
NIVEL 7	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000688	23.2	<	0.007 OK	1.05	OK	1.13	OK
NIVEL 6	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000708	20.2	<	0.007 OK	1.03	OK	1.09	OK
NIVEL 5	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000708	17.2	<	0.007 OK	1.00	OK	1.04	OK
NIVEL 4	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000684	14.2	<	0.007 OK	0.97	OK	0.98	OK
NIVEL 3	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000626	11.2	<	0.007 OK	0.92	OK	0.89	OK
NIVEL 2	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000536	8.2	<	0.007 OK	0.86	OK	0.80	OK
NIVEL 1	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	X	0.000259	5.2	<	0.007 OK	0.48	OK	0.42	OK

FIRMA DE ESPECIALISTAS

Ing. Antonio Valenzuela Flores
C.I.P. 8183
SUPERVISOR DE OBRAS

JORGE ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

ING. CIP JOEL KRISMER AGUILAR PUMARIMAY
Registro 207512 - CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



N° 005

TESIS : Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.

TESISTA: Yalta Fernandez, Jhony Maykel

ANÁLISIS DINÁMICO

VERIFICACIONES DE DERIVAS DIRECCIÓN Y

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Z	Drift < 0.007		IRREGULARIDAD POR PISO BLANDO (Drift 1nivel/Drift 2 nivel)	VERIFICACIÓN POR PISO BLANDO <1.4	IRREGULARIDAD POR PISO DEBIL (DRIFT 1NIVEL/(PROMEDIO DRIFT 2,3,4 NIVEL)	VERIFICACIÓN <1.25
						m	<	OK				
NIVEL 10	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000365	32.2	<	0.007	OK			
NIVEL 9	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000397	29.2	<	0.007	OK	1.09	OK	
NIVEL 8	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000432	26.2	<	0.007	OK	1.09	OK	
NIVEL 7	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000465	23.2	<	0.007	OK	1.08	OK	1.17
NIVEL 6	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000489	20.2	<	0.007	OK	1.05	OK	1.13
NIVEL 5	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.0005	17.2	<	0.007	OK	1.02	OK	1.08
NIVEL 4	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000493	14.2	<	0.007	OK	0.99	OK	1.02
NIVEL 3	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000463	11.2	<	0.007	OK	0.94	OK	0.94
NIVEL 2	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.000403	8.2	<	0.007	OK	0.87	OK	0.83
NIVEL 1	DRIFT DERIVAS	Combinación	Max	Y	0.0002	5.2	<	0.007	OK	0.50	OK	0.44

FIRMA DE ESPECIALISTAS

Ing. Antonio Valenzuela Flores
C.I.P. 8183
SUPERVISOR DE OBRAS

JORGE ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

ING. CIP JOEL KRISMAR AGUILAR PUMARMAY
Registro 207512 - CIVIL

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 006

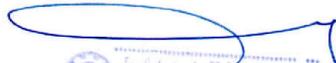
TESIS : Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.
TESISTA: Yalta Fernandez, Jhony Maykel
VERIFICACIONES

VERIFICACION DE EXCENTRICIDAD (Se verifica que NO existe excentricidad del diseño, verificando los desplazamientos relativos, que se obtienen de la diferencia de los desplazamientos en dos pisos continuos, en este caso en el ultimo nivel 10 y9no.

PARA PODER EVITAR LA EXCENTRICIDAD SE MEJORO EL DISEÑO ESTRUCTURAL, PARA ESTE CASO PARTICULAR QUITANDO ALGUNAS PLACAS EN EL SENTIDO X Y ALARGANDO PLACAS EN EL EJE Y

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Desplazamientos (Ux 10nivel -Ux 9Nivel)		
						cm	cm	cm	rad	rad	rad			
NIVEL 10	1	1	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.5	1	0.112	0.000135	0.000468	0.001171	0.14536	0.14536	OK
NIVEL 10	7	7	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.9	1	0.104	0.000211	0.000534	0.001171	0.168498	0.168498	OK
NIVEL 10	15	15	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.5	1	0.112	0.000189	0.000472	0.001171	0.14536	0.14536	OK
NIVEL 10	20	20	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.9	1	0.138	0.000202	0.000544	0.001171	0.168498	0.168498	OK
NIVEL 10	71	654	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.4	1	0	0	0	0.001171	0.141215	0.141215	CENTRO DE MASAS

Story	Label	Unique Name	Output Case	Case Type	Step Type	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz
						cm	cm	cm	rad	rad	rad
NIVEL 9	1	29	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.4	1	0.113	0.00016	0.0005	0.001094
NIVEL 9	7	35	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.7	1	0.106	9.90E-05	0.000582	0.001094
NIVEL 9	15	43	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.4	1	0.113	0.000257	0.0005	0.001094
NIVEL 9	20	48	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.7	1	0.14	0.000267	0.000582	0.001094
NIVEL 9	72	655	DRIFT DERIVAS	Combination	Max	1.3	1	0	0	0	0.001094

FIRMA DE ESPECIALISTAS


Ing. Antonio Valenzuela Flores
C.I.P. 8183
SUPERVISOR DE OBRAS



ING. CIP JOEL KRISMAR AGUILAR PUMARIMAY
Registro 207512 - CIVIL



JORGE ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

N° 007

TESIS : **Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.**

TESISTA: **Yalta Fernandez, Jhony Maykel**

MASA PARTICIPATIVA

Case	ItemType	Item	Static	Dynamic				
			%	%				
Modal	Acceleration	UX	100	100	>	90%	OK	(NTE. E-0.30)
Modal	Acceleration	UY	100	100	>	90%	OK	(NTE. E-0.30)
Modal	Acceleration	UZ	0	0				

CORTANTE BASAL FINAL

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	-618.3929	0	7339.4513	2.60E-06	-13348.6683
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	0	-525.6339	-2426.7214	10083.7194	2.39E-06

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	-618.3929	0	7338.9358	2.72E-06	-13820.6633
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	0	-525.6339	-2427.4489	11747.5638	2.94E-06
NIVEL 1	SX DIN	LinRespSp	Max	Bottom	0	38.0227	11.6557	477.0617	260.5432	856.4645
NIVEL 1	SY DIN	LinRespSp	Max	Bottom	0	11.6557	28.7065	290.6988	643.2039	261.65

6.15% 5.46% > 90% **NO OK**

SE PROCEDE A ESCALAR LAS CORTANTE POR UN FACTOR DE ESCALA EN EL SOFTWARE ETAB, TAL QUE GARANTICE EL 90% DE LA CORTANTE COMO EXIGE LA NORMA E.0.30

FACTOR EN X	91%	-618.3929	38.0227	=	14.80
FACTOR EN Y	91%	-525.6339	28.7065	=	16.66

CORTANTE BASAL ESCALADO

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P	VX	VY	T	MX	MY
					tonf	tonf	tonf	tonf-m	tonf-m	tonf-m
NIVEL 1	SX ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	-618.3929	0	7338.9358	2.77E-06	-13820.6633
NIVEL 1	SY ESTATICO	LinStatic		Bottom	0	0	-525.6339	-2427.4489	11747.5638	2.91E-06
NIVEL 1	SX DIN	LinRespSp	Max	Bottom	0	562.7361	172.5039	7060.513	3856.0388	12675.6749
NIVEL 1	SY DIN	LinRespSp	Max	Bottom	5.08E-07	194.1834	478.251	4843.0422	10715.7771	4359.0888

91.00% 90.99% > 90% **OK**

SE CUMPLE QUE EL CORTANTE DINAMICO SEA POR LO MENOS EL 90% DE LA CORTANTE ESTATICA PARA UNA EDIFICACION IRREGULAR

FIRMA DE ESPECIALISTAS



Ing. Antonio Valenzuela Salas
CIP: 8183
SUPERVISOR DE OBRAS



ING. CIP JOEL KRISMIR AGUILAR PUMARIMAY
Registro 207512 - CIVIL



JORGE ANTONIO VALENZUELA FLORES
Ingeniero Civil
C.I.P. N° 57724

INGEOMA SAC **INGEOMA**

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS CON FINES DE
CIMENTACIÓN

PROYECTO:

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA
MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA
LIBERTAD, 2023”**

SOLICITANTE:

JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ

UBICACIÓN:

MZ. “T” LOTE 14 – SECTOR NATASHA ALTA

DISTRITO : TRUJILLO
PROVINCIA : TRUJILLO
DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD

JUNIO DEL 2023

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R/ CIP 101231

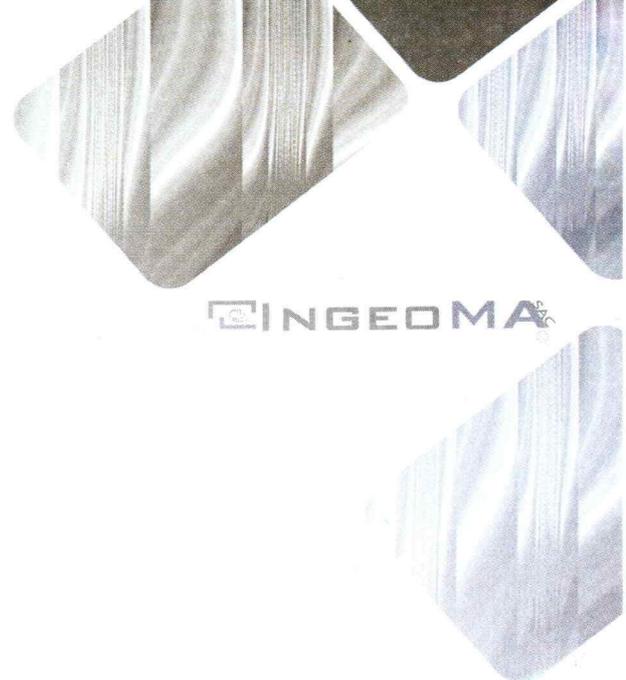


Tabla de Contenido

1.0 Introducción

- 1.1 Generalidades
- 1.2 Objetivos
- 1.3 Alcance de trabajos

2.0 Investigación Geotécnica

- 2.1 Generalidades
- 2.2 Calicata
- 2.3 Filtración de agua
- 2.4 Resumen de los trabajos
- 2.5 Sismicidad

3.0 Ensayos de Laboratorio

- 3.1 Ensayos de propiedad índice
- 3.2 Análisis granulométrico
- 3.3 Límites de Atterberg
- 3.4 Corte Directo

4.0 Análisis de Cimentaciones Superficiales

- 4.1 Metodología de Cálculo
 - 4.1.1 Parámetros de resistencia y deformación
 - 4.1.2 Capacidad portante por corte
 - 4.1.3 Cálculo de asentamientos
- 4.2 Otros Parámetros Geotécnicos
 - 4.2.1 Muros de Contención
 - 4.2.2 Coeficiente de Balasto

5.0 Conclusiones y Recomendaciones

6.0 Referencias

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

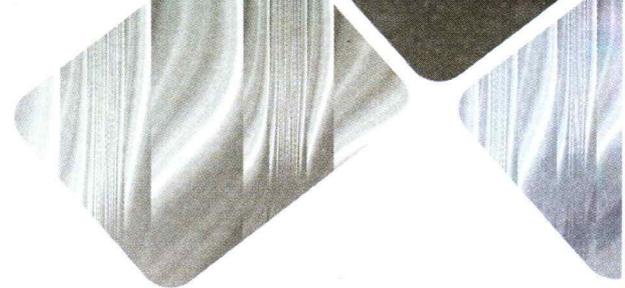
**Lista de Tablas**

Tabla	Título
Tabla 2.1	Resumen de calicatas
Tabla 3.1	Resumen de ensayos de laboratorio en suelos
Tabla 6.1	Parámetros Geotécnicos para el Análisis de Cimentaciones
Tabla 6.2	Capacidad Portante y Asentamientos

Lista de Anexos

Anexo	Título
Anexo A	Perfiles Estratigráficos
Anexo B	Ensayos de Laboratorio
Anexo C	Panel Fotográfico

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

1.0 INTRODUCCIÓN

1.1 GENERALIDADES

El presente informe Técnico, contiene los resultados y conclusiones del Estudio de Mecánica de Suelos solicitado a nuestro Laboratorio de Mecánica de Suelos, de acuerdo con los requerimientos del proyecto denominado: “DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023”.

La finalidad del estudio fue poder identificar y conocer el tipo de suelo existente en la zona, así como determinar las principales propiedades físico-mecánicas de este y su comportamiento frente a la aplicación de cargas.

1.2 OBJETIVOS

El presente Estudio tiene por objetivo fundamental, investigar el subsuelo, para la cimentación del proyecto, mediante los trabajos de campo, realizados a través de calicatas o pozos exploratorios, ensayos de laboratorio estándar y especiales, determinando las principales características físicas y mecánicas del subsuelo, así como los parámetros de resistencia, ante las cargas establecidas, en base a los cuales se determina los perfiles estratigráficos de toda el área, tipo y profundidad de cimentación, capacidad portante del terreno y en este caso particular, las recomendaciones para fines de ejecución de la cimentación proyectada.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 181231



1.3 ALCANCE DE TRABAJOS

Las conclusiones y recomendaciones contenidas en el presente estudio se basan en los datos obtenidos de los ensayos de laboratorio realizados.

Los resultados de éste estudio podrán ser utilizados única y exclusivamente para el diseño de las cimentaciones, en el proyecto descrito anteriormente.

2.0 INVESTIGACIÓN GEOTÉCNICA

2.1 GENERALIDADES

Se ha realizado la correspondiente investigación geotécnica con trabajos de campo y ensayos de laboratorio que han permitido definir la estratigrafía del terreno de fundación, características físicas y mecánicas de los suelos predominantes, sus propiedades de resistencia y estimación de asentamientos

- El Estudio de Mecánica de Suelos con fines de cimentación, se ha efectuado en concordancia con la Norma Técnica E-050 "Suelos y Cimentaciones", del Reglamento Nacional de Edificaciones.

UBICACIÓN:

Distrito: Víctor Larco

Provincia: Trujillo

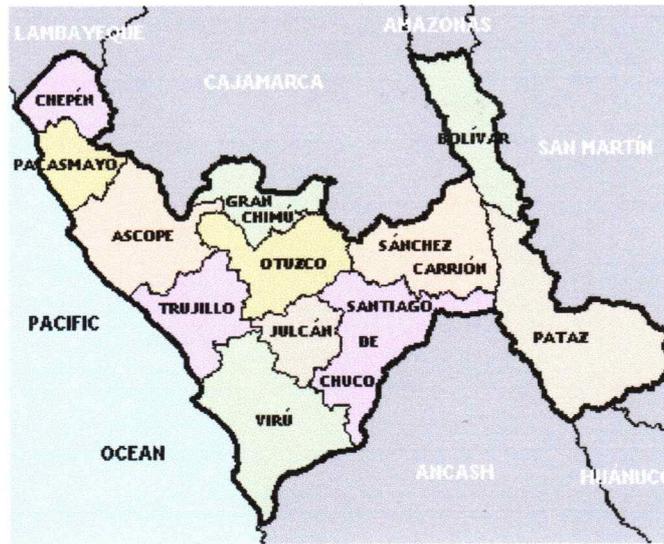
Departamento: La Libertad

INGEOMA



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. C. P. 101231

MAPA N° 1: DEPARTAMENTO LA LIBERTAD Y SUS PROVINCIAS



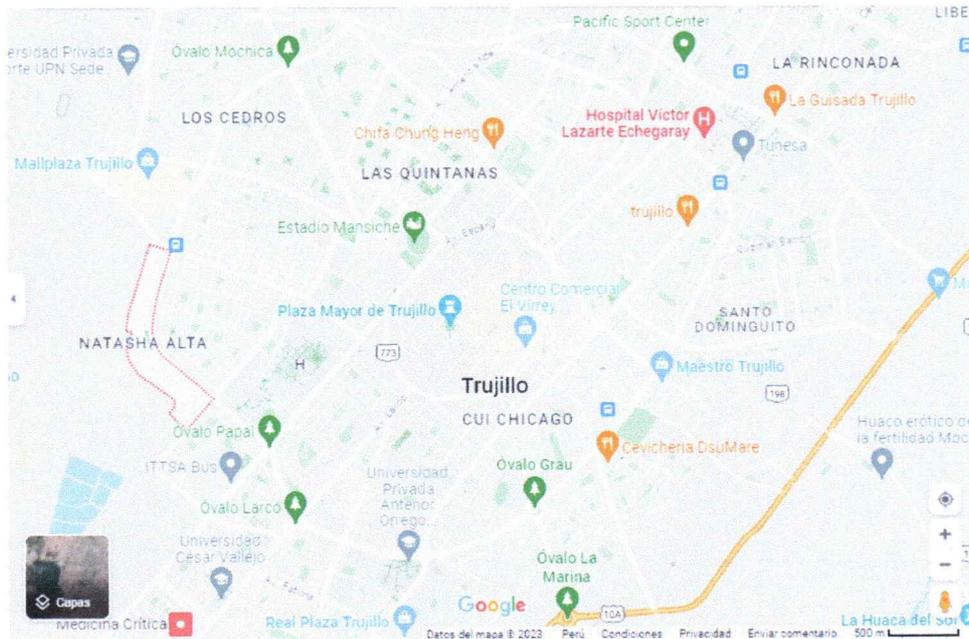
MAPA N° 2: PROVINCIA TRUJILLO Y SUS DISTRITOS



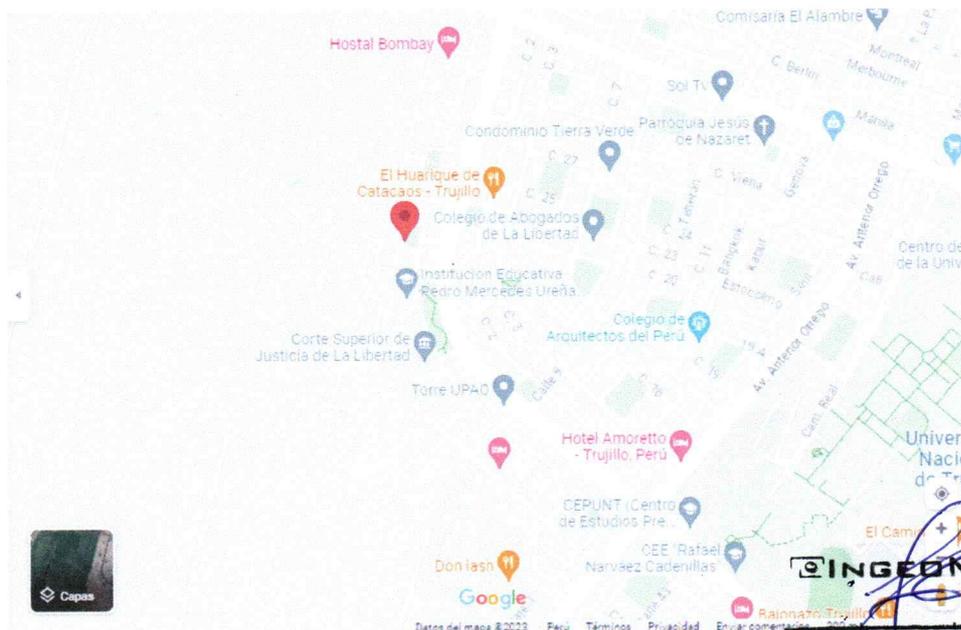
INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

MAPA N° 3: MAPA DEL DISTRITO DE TRUJILLO Y LOCALIZACIÓN DEL SECTOR NATASHA ALTA



MAPA N° 4: SECTOR NATASHA ALTA Y LOCALIZACIÓN DEL TERRENO EN ESTUDIO



INGEOMA
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

TABLA 2.1: RESUMEN DE CALICATA C1

CALICATA	C1	
	E1	E2
PROF.(m)	0.00-1.30	1.30-3.00
Clasif. SUCS	SM	SP
COLOR	Marrón	Beige
Nivel freático	NO	NO

2.2 CALICATA

En base a los trabajos de campo en el área de estudio y resultados de los ensayos de Laboratorio, se ha elaborado 01 calicata del terreno, que se detalla a continuación.

CALICATA C-1:

ESTRATO E-1 / profundidad 0.00 – 1.30 m. Arena con aglomerante limoso, con presencia de material de relleno; 31.78% de finos que pasa la malla N°200, 3.51% de gravas y 64.71% de arenas, suelo de color marrón. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “SM”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-2-4 (0), con una humedad natural de 3.17%, Índice de plasticidad 2.60% y peso unitario seco igual a 1.302gr/cm³.

ESTRATO E-2 / profundidad 1.30 – 3.00 m. Arena limpia mal graduada; 1.02% de finos que pasa la malla N°200, 0.35% de gravas y 98.63% de arenas, suelo de color beige. En el sistema de clasificación de suelos SUCS es un “SP”, y en el sistema de clasificación AASHTO es un A-3 (0), con una humedad natural de 1.47%, Índice de plasticidad 0.00% y peso unitario seco igual a 1.619gr/cm³.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

FOTO N° 1: VISTA SATELITAL DE ZONA DE ESTUDIO



Localización del terreno en estudio: MZ. “T” LOTE 14 – NATASHA ALTA

2.3 FILTRACIÓN DE AGUA

No presenta nivel freático a la profundidad excavada de 3.00m (a la fecha de excavación).

INGEOMA
Ing. Roberio Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP. 101231



2.4 RESUMEN DE LOS TRABAJOS

TRABAJOS DE CAMPO:

Los trabajos de campo, consistieron en la excavación de una (01) calicata o pozo a cielo abierto de acorde a la Norma ASTM D420.

La profundidad máxima alcanzada fue de 3.00 m., computados a partir del nivel de sub rasante, lo que nos permitió visualizar la estratigrafía y determinar el tipo de ensayos de laboratorio a ejecutar de cada uno de los estratos de suelos encontrados. El nivel freático y/o aguas por filtración no se encontró a la profundidad excavada de 3.00 m, ver profundidad en la descripción de la calicata.

A medida que se efectuaron las excavaciones se describieron en forma tacto-visual los suelos (color, textura, etc.) a fin de establecer la secuencia, ubicación y espesores de los diferentes mantos que conforman la estratigrafía del área estudiada, en concordancia con la Norma ASTM D2487.

Finalmente, se tomaron muestras para realizar los ensayos de laboratorio.

TRABAJOS DE LABORATORIO:

Las muestras procedentes de la excavación de la calicata, fueron extraídas y recepcionadas por el personal técnico de nuestra oficina, la que llegó en bolsa de polietileno, debidamente identificada.

Al momento de recepcionar las muestras, se nos alcanzó también la composición estratigráfica del suelo, señalando la profundidad de excavación y espesor de las diferentes capas de suelo encontrados.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

Luego se efectuaron ensayos correspondientes a clasificación (granulometría y límites de Atterberg), humedad natural, peso unitario, corte directo y sales solubles totales.

2.5 SISMICIDAD

El sismo es la liberación súbita de energía generada por el movimiento de grandes volúmenes de rocas en el interior de la tierra, entre su corteza y manto superior, y se propagan en forma de vibraciones a través de las diferentes capas terrestres, incluyendo los núcleos externo o interno de la tierra.

Según los mapas de zonificación sísmicas y mapas de máximas intensidades sísmicas del Perú y de acuerdo a las Normas Sismo Resistentes aprobado mediante Decreto Supremo N° 003-2016 - Vivienda del Reglamento Nacional de Edificaciones, modificada mediante Resolución Ministerial N° 355-2018-VIVIENDA, el distrito de Víctor Larco, se encuentra comprendido en la Zona 4, correspondiéndole una sismicidad muy alta.

En el recuento de las investigaciones de los principales hechos sísmicos ocurridos en el Perú, presentado por Silgado (1978) en la página 03 del Mapa de Zonas Sísmicas de Máximas Intensidades observadas en el Perú, la cual está basada en Mapas de Isosistas de Sismos Peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (Ref. Alva Hurtado de 1984; se tiene que el Perú está considerado como una de las regiones de alta actividad sísmica y forma parte del CINTURON CIRCUMPACIFICO, que es una de las zonas más activas del mundo, que mantiene latente la posibilidad de sismos.

Para el estudio de la zona, los parámetros sísmicos a usarse son:

Factor de Zona 4

$Z = 0.45$

Factor de ampliación de ondas sísmicas

Tipo S3 (blandos), $S = 1.10$

Período de vibración predominante

$T_p = 1.0$ seg $T_L = 1.6$

Factor $U = 1.0$

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231



cimentación bajo las especificaciones normadas en el REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES - NORMA E-050, tales como:

ANÁLISIS GRANULOMETRICO	ASTM - D422
LÍMITES ATTERBERG	ASTM - D4318
CONTENIDO DE HUMEDAD	ASTM - D2216
CLASIFICACIÓN UNIFICADA DE SUELOS (SUCS)	ASTM - D2487
MUESTREO CON TUBOS DE PAREDES DELGADAS	ASTM - D1587
PESO VOLUMÉTRICO DE SUELOS	NTP 339.139
CORTE DIRECTO (CONSOLIDADO DRENADO)	MTC E123 - 2016
SALES SOLUBLES TOTALES	NTP 339.152

TABLA 3.1: RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO EN SUELOS EN CALICATA

CALICATA	C1	
	E1	E2
ESTRATO		
PROF.(m)	0.00-1.30	1.30-3.00
% GRAVA	3.51%	0.35%
% ARENA	64.71%	98.63%
% FINOS	31.78%	1.02%
LL	26.00%	0.00%
LP	23.40%	0.00%
IP	2.60%	0.00%
Clasif.	SM	SP
Φ	---	24.90°
C (Kg/cm ²)	---	0.016
P (Kg/cm ³)	---	3.48

Donde:

- LL: Límite Líquido
- LP: Límite Plástico
- IP: Índice de plasticidad
- Φ : Ángulo de fricción del suelo
- C: Cohesión del suelo
- P: Coeficiente de balasto

INGEOMA

 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcázar
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP. 101231



3.2 ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

El análisis granulométrico tiene por objeto la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños de partículas de suelo.

RESULTADOS ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO - CALICATA

CALICATA	C1	
ESTRATO	E1	E2
PROF.(m)	0.00-1.30	1.30-3.00
% GRAVA	3.51%	0.35%
% ARENA	64.71%	98.63%
% FINOS	31.78%	1.02%

3.3 LÍMITES DE ATTERBERG

Los límites de Atterberg, límites de plasticidad o límites de consistencia, se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos.

RESULTADOS LÍMITES DE ATTERBERG - CALICATA

CALICATA	C1	
ESTRATO	E1	E2
PROF.(m)	0.00-1.30	1.30-3.00
LL	26.00%	0.00%
LP	23.40%	0.00%
IP	2.60%	0.00%

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. C.P. 101231

3.4 CORTE DIRECTO

El ensayo de corte directo consiste en hacer deslizar una porción de suelo, respecto a otra a lo largo de un plano de falla predeterminado mediante la acción de una fuerza de corte horizontal incrementada, mientras se aplica una carga normal al plano del movimiento.

RESULTADOS CORTE DIRECTO DE SUELO - CALICATA

CALICATA	C1	
ESTRATO	E1	E2
PROF.(m)	0.00-1.30	1.30-3.00
Clasif.	SM	SP
Φ	---	24.90°
C (Kg/cm ²)	---	0.016
P (Kg/cm ³)	---	3.48

4.0 ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

Para la evaluación del comportamiento del suelo como soporte de las estructuras a instalarse; se ha tomado una calicata, las muestras inalteradas fueron objeto para obtener el peso volumétrico seco y, porcentaje de humedad natural. Determinándose la clasificación de suelos y propiedades índice de los mismos, se ha realizado ensayo de corte directo, para hallar los valores del ángulo de fricción interna, cohesión. Y consultado referencias bibliográficas para estimar el módulo de elasticidad y relación de Poisson; que son los datos necesarios para los cálculos de capacidad portante del suelo de fundación.

INGEOMA®

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
CIP 101231



4.1 METODOLOGÍA DE CÁLCULO

La capacidad portante del suelo de fundación, se ha determinado considerando un factor de seguridad para la falla por corte, luego se ha verificado que los asentamientos diferenciales producidos por esta presión no sean mayores que los admisibles.

4.1.1 PARÁMETROS DE RESISTENCIA Y DEFORMACIÓN

A continuación, detallamos los parámetros de resistencia y deformación:

Parámetros de resistencia:

Peso unitario suelo en calicata C-01 E2	$\gamma = 1.619 \text{ gr/cm}^3$
Profundidad desplante de zapatas	Df= 1.50 m, 2.00 m y 2.50 m
Profundidad desplante de cimiento corrido	Df= 0.90 m
Ángulo de Fricción	24.90°
Cohesión	0.016 kg/cm ²

La profundidad de desplante de zapatas se está considerando por debajo del terreno nivelado.

Factor de Seguridad F.S. = 3.0

Habiéndose obtenido la capacidad de carga última (**qu**), y definido el factor de seguridad (**F.S.**) se tiene como consecuencia, el resultado de la **CAPACIDAD ADMISIBLE DE CARGA (q_{adm}) del suelo.**

Entonces la ecuación es:

$$q_{adm} = q_u / F.S.$$

Reemplazando los datos correspondientes a las condiciones de cimentación, a los resultados de laboratorio y considerando falla general por corte; se tiene como resultado, la **capacidad admisible de carga.**




Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 CIP 101231

Parámetros de deformación:

Relación de Poisson

 $\nu = 0.25$

Módulo de elasticidad del suelo

 $E_s = 165.00 \text{ Kg/cm}^2$ **4.1.2 CAPACIDAD PORTANTE POR CORTE**

Para el caso general de cimentaciones superficiales de importancia media y cuyo fallo no implique consecuencias especiales, se está adoptando para un tipo de situación persistente o transitoria de largo plazo, un coeficiente de seguridad global frente al hundimiento, $F. S. > 3.0$, para el caso de cimentaciones en arenas, considerando en nuestro caso particular un valor de 3.0.

La capacidad admisible de carga (q_{adm}), del terreno de cimentación, se ha calculado empleando la Teoría de Terzaghi (1943), quien sugirió que para una cimentación corrida (es decir cuando la relación ancho entre longitud de la cimentación tiende a cero), la superficie de falla en el suelo bajo carga última puede suponerse como una falla general por corte. Para realizar los cálculos, se considera entonces, los factores de capacidad de carga N_c , N_q , N_γ .

En 1975, las investigaciones de Vesic aportaron con los factores de forma., y la fórmula que se está utilizando, incluye los factores de forma S_c , S_q , S_γ . Por tanto, la ecuación de cálculo para hallar la capacidad de carga última (q_u), es la siguiente:

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
CIP 101231



Donde:

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

(Vesic)

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2 (1 + N_q) \tan \phi \tan \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{5} \phi \right)$$

FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$$

4.1.3 CÁLCULO DE ASENTAMIENTOS

En suelos granulares permeables y suelos finos, los asentamientos son básicamente instantáneos o inmediatos y estos pueden calcularse a partir del Método Elástico, según la ecuación siguiente:

ASENTAMIENTO INICIAL (S)

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1 - \nu^2}{E_s} \right)$$

Dónde:

Asentamiento inmediato en cm (S)

Relación de Poisson (v)

Módulo de elasticidad del suelo (Es)

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada (Cs)

Presión vertical cimentación circular (cuadrada) (q)

Ancho de cimentación (B)



INGEOMA
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

Para el análisis de asentamientos, se considera una presión vertical transmitida igual a la capacidad de carga admisible. Las propiedades elásticas del suelo de cimentación fueron adoptadas a partir de tablas e investigaciones publicadas, de acuerdo al tipo de suelo donde irá desplantada la cimentación.

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

Considerando profundidad Df=1.50 m

ANALISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"

CALICATA N° 2 - ESTRATO 2 / PROFUND.1.30

FECHA : JUN.2023

CAPACIDAD DE CARGA

(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad \geq 0.6$$

Peso unitario suelo encima NNF $\gamma = 1.000$ ton/m3

Peso unitario suelo debajo NNF $\gamma' = 1.619$ ton/m3

Profundidad de cimentación (ZAPATA) 1.50 m

Factor de seguridad 3.00

Prof. cimierito corrido (ingresar dato, si hay) 0.90

Relación de Poisson $\nu = 0.25$

Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 165.00$ kg/cm2

Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 254.00$ cm/m

Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 112.00$ cm/m

Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 153.00$ cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación $q = \gamma D = 1.50$ ton/m2

Sobrecarga en la base del cimierito corrido $q = \gamma D = 0.90$ ton/m2

Considerando Falla Local por Corte

Angulo de cohesión $\phi = 24.90$

fricción $c = 0.016$ (kg/cm2)

$N_c = 20.575$

$N_q = 10.551$

$N_\gamma = 10.723$

$N_q/N_c = 0.513$

$\tan \phi = 0.464$

B= Ancho de la cimentación

L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA		Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
0.40		1.00	1.00	1.00	1.63	0.54	0.31
0.50		1.00	1.00	1.00	1.71	0.57	0.41
0.60		1.00	1.00	1.00	1.80	0.60	0.52
0.80		1.00	1.00	1.00	1.97	0.66	0.76
1.00		1.00	1.00	1.00	2.15	0.72	1.03

CIMENTACION CUADRADA		Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
1.00	1.00	1.51	1.46	0.60	3.34	1.11	0.71
1.30	1.30	1.51	1.46	0.60	3.49	1.16	0.96
1.50	1.50	1.51	1.46	0.60	3.60	1.20	1.14
2.00	2.00	1.51	1.46	0.60	3.86	1.29	1.64
3.00	3.00	1.51	1.46	0.60	4.38	1.46	2.79

CIMENTACION POR PLATEA		Sc	Sq	Sy	qu (kg/cm2)	qad (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
4.00	8.00	1.26	1.23	0.80	5.14	1.71	5.96
6.00	10.00	1.31	1.28	0.76	6.41	2.14	11.15
8.00	12.00	1.34	1.31	0.73	7.61	2.54	17.63
10.00	14.00	1.37	1.33	0.71	8.76	2.92	25.38

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231

Se puede considerar como valor único de diseño:

$$q_{admisible} = 1.71 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{admisible} = 17.14 \text{ tn/m}^2$$

CARGA ADMISIBLE BRUTA

$$Q = 17.14 \text{ tn/m}$$

$$S = 0.71 \text{ cm}$$

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

SUCS	:	SP (ARENA MAL GRADUADA)
AASHTO	:	A-3 (0)
COLOR	ϕ°	c (Kg/cm ²)
BEIGE	24.90	0.016
		P_u (Tn/m ²)
		1.619



Considerando profundidad Df=2.00 m

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"

CALICATA Nº 2 - ESTRATO 2 / PROFUND.1.30

FECHA : JUN.2023

CAPACIDAD DE CARGA
(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{-\tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad >= 0.6$$

Peso unitario suelo encima NNF $\gamma = 1.000$ ton/m3
 Peso unitario suelo debajo NNF $\gamma' = 1.619$ ton/m3
 Profundidad de cimentación (ZAPATA) **2.00** m
 Factor de seguridad **3.00**
 Prof. cimiento corrido (ingresar dato, si hay) **0.90**

Relación de Poisson $\nu = 0.25$
 Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 165.00$ kg/cm2
 Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 254.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 112.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 153.00$ cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación $q = \gamma D = 2.00$ ton/m2
 Sobrecarga en la base del cimiento corrido $q = \gamma D = 0.90$ ton/m2

Considerando Falla Local por Corte

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm2)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	Tan ϕ
24.90	0.016	20.575	10.551	10.723	0.513	0.464

B= Ancho de la cimentación
 L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
0.40		1.00	1.00	1.00	1.63	0.54	0.31
0.50		1.00	1.00	1.00	1.71	0.57	0.41
0.60		1.00	1.00	1.00	1.80	0.60	0.52
0.80		1.00	1.00	1.00	1.97	0.66	0.76
1.00		1.00	1.00	1.00	2.15	0.72	1.03

CIMENTACION CUADRADA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
1.00	1.00	1.51	1.46	0.60	4.11	1.37	0.87
1.30	1.30	1.51	1.46	0.60	4.26	1.42	1.18
1.50	1.50	1.51	1.46	0.60	4.37	1.46	1.39
2.00	2.00	1.51	1.46	0.60	4.63	1.54	1.96
3.00	3.00	1.51	1.46	0.60	5.15	1.72	3.28

CIMENTACION POR PLATEA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm2)	q_{ad} (kg/cm2)	S (cm)
B (m)	L (m)						
4.00	8.00	1.26	1.23	0.80	5.79	1.93	6.71
6.00	10.00	1.31	1.28	0.76	7.09	2.36	12.32
8.00	12.00	1.34	1.31	0.73	8.30	2.77	19.23
10.00	14.00	1.37	1.33	0.71	9.46	3.15	27.41

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admisible} = 1.93$ kg/cm²
 $q_{admisible} = 19.30$ tn/m²
CARGA ADMISIBLE BRUTA
 $Q = 19.30$ tn/m
 $S = 0.87$ cm

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL SUELO

SUCS	SP (ARENA MAL GRADUADA)		
AASHTO	A-3 (0)		
COLOR	ϕ°	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
BEIGE	24.90	0.016	1.619

INGEOMA
 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. C.I.P. 101231

Considerando profundidad Df=2.50 m

ANÁLISIS DE CIMENTACIONES SUPERFICIALES

"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"

CALICATA N° 2 - ESTRATO 2 / PROFUND. 1.30

FECHA : JUN.2023

CAPACIDAD DE CARGA
(Terzaghi 1943 y modificado por Vesic 1975)

$$q_u = c N_c S_c + q N_q S_q + \frac{\gamma B}{2} N_\gamma S_\gamma$$

ASENTAMIENTO INICIAL

Teoría Elástica

$$S = C_s q B \left(\frac{1-\nu^2}{E_s} \right)$$

FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = \cot \phi (N_q - 1)$$

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} \tan^2 \left(\frac{1}{4} \pi + \frac{1}{2} \phi \right)$$

$$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

FACTORES DE FORMA (Vesic)

$$S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

$$S_\gamma = 1 - 0.4 \frac{B}{L} \quad \geq 0.6$$

Peso unitario suelo encima NNF $\gamma = 1.000$ ton/m³
 Peso unitario suelo debajo NNF $\gamma' = 1.619$ ton/m³
 Profundidad de cimentación (ZAPATA) **2.50** m
 Factor de seguridad **3.00**
 Prof. cimiento corrido (ingresar dato, si hay) **0.90**

Relación de Poisson $\nu = 0.25$
 Módulo de elasticidad del suelo $E_s = 165.00$ kg/cm²
 Factor de forma y rigidez cimentación corrida $C_s = 254.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación cuadrada $C_s = 112.00$ cm/m
 Factor de forma y rigidez cimentación rectangular $C_s = 153.00$ cm/m

Sobrecarga en la base de la cimentación $q = \gamma D = 2.50$ ton/m²
 Sobrecarga en la base del cimiento corrido $q = \gamma D = 0.90$ ton/m²

Considerando Falla Local por Corte

Angulo de fricción ϕ	cohesión c (kg/cm ²)	N_c	N_q	N_γ (Vesic)	N_q/N_c	Tan ϕ
24.90	0.016	20.575	10.551	10.723	0.513	0.464

B= Ancho de la cimentación
 L= Longitud de cimentación

CIMENTACION CORRIDA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
B (m)	L (m)						
0.40		1.00	1.00	1.00	1.63	0.54	0.31
0.50		1.00	1.00	1.00	1.71	0.57	0.41
0.60		1.00	1.00	1.00	1.80	0.60	0.52
0.80		1.00	1.00	1.00	1.97	0.66	0.76
1.00		1.00	1.00	1.00	2.15	0.72	1.03

CIMENTACION CUADRADA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
B (m)	L (m)						
1.00	1.00	1.51	1.46	0.60	4.88	1.63	1.04
1.30	1.30	1.51	1.46	0.60	5.04	1.68	1.39
1.50	1.50	1.51	1.46	0.60	5.14	1.71	1.64
2.00	2.00	1.51	1.46	0.60	5.40	1.80	2.29
3.00	3.00	1.51	1.46	0.60	5.92	1.97	3.77

CIMENTACION POR PLATEA		S_c	S_q	S_γ	q_u (kg/cm ²)	q_{ad} (kg/cm ²)	S (cm)
B (m)	L (m)						
4.00	8.00	1.26	1.23	0.80	6.44	2.15	7.47
6.00	10.00	1.31	1.28	0.76	7.76	2.59	13.49
8.00	12.00	1.34	1.31	0.73	8.99	3.00	20.84
10.00	14.00	1.37	1.33	0.71	10.16	3.39	29.45

Se puede considerar como valor único de diseño:

$q_{admissible} = 2.15$ kg/cm²
 $q_{admissible} = 21.47$ tn/m²
CARGA ADMISIBLE BRUTA $Q = 21.47$ tn/m
 $S = 1.04$ cm

CARACTERISTICAS FISICAS DEL SUELO

SUCS	SP (ARENA MAL GRADUADA)		
AASHTO	A-3 (0)		
COLOR	ϕ°	c (Kg/cm ²)	P. u. (Tn/m ³)
BEIGE	24.90	0.016	1.619



4.2 OTROS PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

4.2.1 MUROS DE CONTENCIÓN

Los parámetros de Empuje Lateral de Tierras se obtendrán a partir de tablas e investigaciones publicadas.

TIPOS DE EMPUJE:

A.- ESTADO EN REPOSO (P_o):

- Condición Necesaria: No hay deformación lateral
- Estado Tensional: Alejado de la falla
- Modelo utilizado del suelo: Lineal
- Condición del Suelo: Equilibrio Estático

$$P_o = K_o \gamma z$$

$$k_o = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

K_o = Coeficiente de Empuje de Tierra

ν = Coeficiente de poisson

γ = Peso volumétrico de suelo cohesivo (Ton/m³)

z = Profundidad (m)

Empíricamente:

CUADRO N° 1. K_o = Coeficiente de Empuje de Tierra según el Tipo de Suelo

SUELO	K_o
Arcilla Blanda	0.60 – 0.82
Arcilla Dura	0.50 – 0.80
Grava, Arena suelta	0.54

Fuente: Norma CE.020

INGEOMA

Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP. 101231



En nuestro caso para una Arena limpia mal graduada (SP), tenemos:

$$k_o = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

$$P_o = 0.333 \gamma z$$

B.- ESTADO ACTIVO (P_a):

- Condición Necesaria: Presenta deformación lateral
- Estado Tensional: Falla
- Modelo utilizado del suelo: Plástico
- Condición del Suelo: c, ϕ

$$P_a = K_a \gamma z - 2c\sqrt{K_a}$$

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right)$$

Reemplazando datos:

$$\phi = 24.90^\circ$$

$$c = 0.016$$

$$K_a = 0.407$$

En nuestro caso para una Arena limpia mal graduada (SP), tenemos:

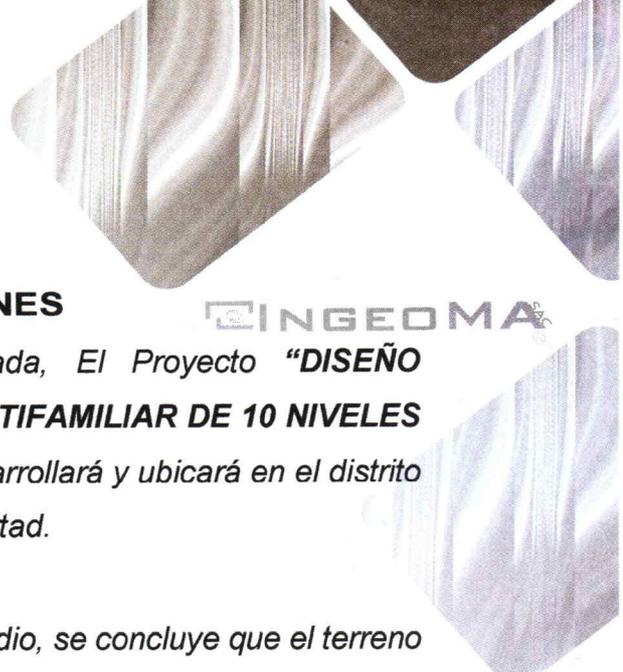
$$P_a = 0.407 \gamma z - 0.020$$

4.2.2 COEFICIENTE DE BALASTO

El coeficiente de balasto K_s es un parámetro que se define como la relación entre la presión que actúa en un punto, p , y el asiento que se produce, y , es decir $K_s = p/y$.

Este parámetro tiene dimensión de peso específico.

Esta tabla es un resumen de diferentes trabajos en mecánica de suelos que han realizado el Prof. Terzaghi y otros cinco ingenieros connotados (en diferentes épocas).



5.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- De acuerdo a la información proporcionada, El Proyecto **"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"** se desarrollará y ubicará en el distrito de Víctor Larco, Provincia de Trujillo – La Libertad.
- Según la calicata ensayada en la zona de estudio, se concluye que el terreno de fundación explorado presenta dos (02) estratos, teniendo así que el estrato donde se cimentará está compuesto por: **Arena limpia mal graduada (SP)**, según la clasificación SUCS.
- La cimentación superficial recomendable e idónea para este tipo de suelo y proyecto es **platea de cimentación**, la cual según el estudio de mecánica de suelos y criterio técnico nos brinda una capacidad de carga admisible mínima igual a 1.71 kg/cm^2 , se usará este tipo de cimiento siempre que la profundidad de desplante de la cimentación no sea menor a 1.50 m.
- Para $q_{adm} = 1.71 \text{ kg/cm}^2$... Coeficiente de balasto = 3.48 kg/cm^3 (Platea)
- En la zona de estudio los niveles de elementos químicos indican un grado de ataque por sulfatos en el suelo "MODERADO", por lo que se recomienda la utilización de Cemento Portland Tipo MS para las estructuras de concreto y del refuerzo en cimentaciones.

ANALISIS QUIMICO DE SUELOS
NORMAS MTC E 219 - NTP 400.042

CALICATA	Descripción	S.S.T. (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	pH
C-1 E-2	SP	1,389.00	278.50	1,097.00	6.81



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 CIP 101231

TABLA 6.2: CAPACIDAD PORTANTE Y ASENTAMIENTOS

ESTRATO	C1-E2
PROF.(m)	1.30-3.00
Tipo de cimentación	Plataea
Carga admisible (Kg/cm ²)	1.71
Asentamiento (cm)	5.96

6.0 REFERENCIAS

- *Reglamento Nacional de Edificaciones.*
- *Propiedades Geofísicas de los Suelos (Joseph Bowles)*
- *Norma Técnica de Edificación E-050, Suelos y Cimentaciones.*
- *Mecánica de Suelos Aplicada a Cimentaciones (Jorge Alva Hurtado)*
- *Normas Peruanas de Estructuras, ACI-2001.*
- *Curso Aplicado de Cimentaciones (José María Rodríguez Ortiz)*
- *Ingeniería de Cimentaciones (Peck, Hanson y Thornburn)*
- *Principio de Ingeniería de Cimentaciones (Braja)*
- *Cimentaciones Superficiales (Fernando Herrera Rodríguez)*

 INGEOMA

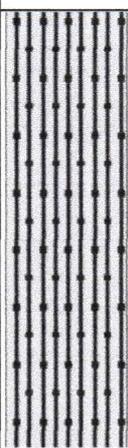
Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

ANEXO A: PERFIL ESTRATIGRÁFICO

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG. CIP. N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:			E1, E2
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	JUNIO	2023	DIST.	TRUJILLO	

EDIFICACION

PERFIL ESTRATIGRAFICO						
Prof. Mts	Tipo de Excavación	Muestra	Descripción del Material	Clasificación SUCS	Clasificación AASHTO	Símbolo
0.10	CALICATA N° 01	E1	Arena con aglomerante limoso, con presencia de material de relleno; 31.78% de finos que pasa la malla N°200, 3.51% de gravas y 64.71% de arenas, suelo de color marrón.	SM	A-2-4 (0)	
0.20						
0.30						
0.40						
0.50						
0.60						
0.70						
0.80						
0.90						
1.00						
1.10	CALICATA N° 01	E2	Arena limpia mal graduada; 1.02% de finos que pasa la malla N°200, 0.35% de gravas y 98.63% de arenas, suelo de color beige.	SP	A-3 (0)	
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						

INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP. 101231

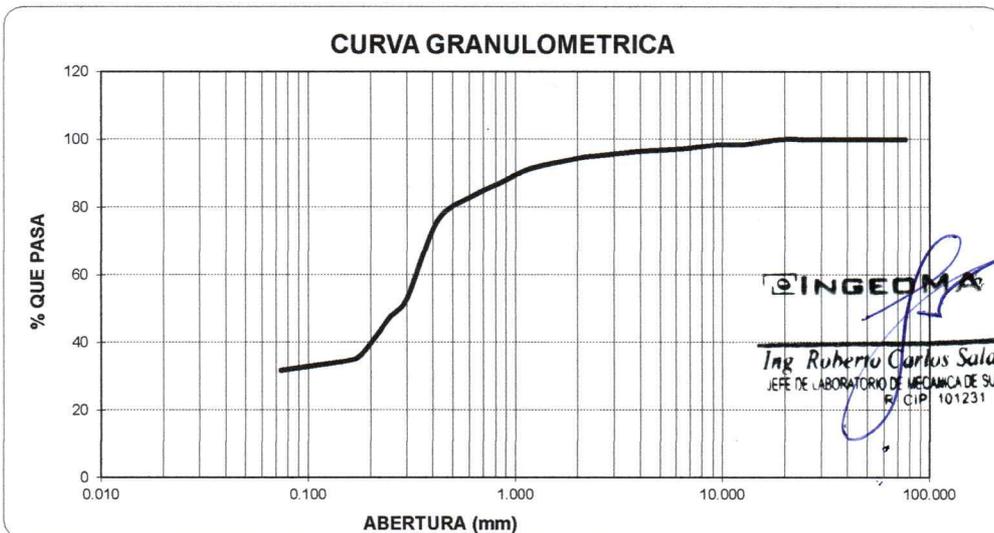
ANEXO B: REGISTRO DE ENSAYOS DE LABORATORIO

LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422

PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG.CIP N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:		E-1	ESTRATO: 1.30
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	JUNIO	2023	DIST.	TRUJILLO	

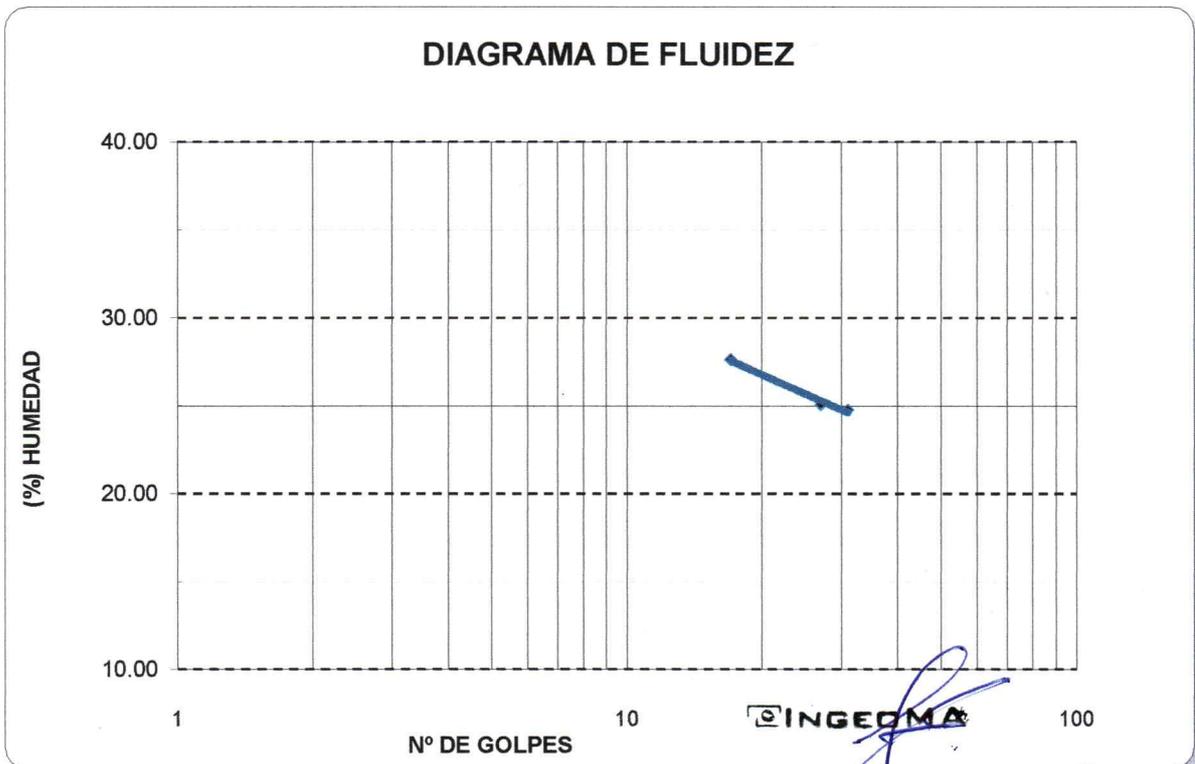
DATOS DEL ENSAYO							
PESO SECO INICIAL (gr.)				1218.72			
PESO SECO LAVADO (gr.)				831.38			
PESO PERDIDO POR LAVADO (gr.)				387.34			
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA	
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00		
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido	26.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico	23.40
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico	2.60
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS	SM
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO	A-2-4 (0)
1/2"	12.700	19.31	1.58	1.58	98.42		
3/8"	9.525	0.00	0.00	1.58	98.42		
1/4"	6.350	15.38	1.26	2.85	97.15	PESO UNITARIO VOLUMÉTRICO	
N° 4	4.178	8.09	0.66	3.51	96.49		
8	2.360	18.95	1.55	5.07	94.93	P. Unitario	1.302
10	2.000	8.15	0.67	5.73	94.27		
16	1.180	37.19	3.05	8.79	91.21	CONTENIDO DE HUMEDAD	
20	0.850	48.41	3.97	12.76	87.24		
30	0.600	54.64	4.48	17.24	82.76		
40	0.420	84.84	6.96	24.20	75.80	W(%)	3.17
50	0.300	280.38	23.01	47.21	52.79		
60	0.250	63.6	5.22	52.43	47.57	OBSERVACIONES	
80	0.180	137.95	11.32	63.75	36.25	Arena con aglomerante limoso, con presencia de material de relleno; 31.78% de finos que pasa la malla N°200, 3.51% de gravas y 64.71% de arenas, suelo de color marrón.	
100	0.150	21.88	1.80	65.54	34.46		
200	0.074	32.61	2.68	68.22	31.78		
<200		387.34	31.78	100.00	0.00		
Total		1218.72					



LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423/D-424					
PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG.CIP N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:		E-1	ESTRATO: 1.3
UBICACIÓN:	<i>DEP.</i>	LA LIBERTAD		<i>PROV.</i>	TRUJILLO
FECHA:	JUNIO		2023	<i>DIST.</i>	TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO						
Descripción	LÍMITE LÍQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	17	27	31	-	-	-
N° de golpes						
Peso tara (gr.)	18.76	18.90	18.77	14.140	14.420	
Peso tara + suelo húmedo (gr.)	28.18	25.53	27.38	15.660	15.800	
Peso tara + suelo seco (gr.)	26.14	24.20	25.67	15.370	15.540	
Humedad %	27.64	25.09	24.78	23.58	23.21	
Límites	26.00			23.40		




Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 CIP 101231

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG.CIP N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:	E-1	ESTRATO:	1.30
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	JUNIO	2023	DIST.	TRUJILLO	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D - 2216			
DESCRIPCIÓN			
PESO DE TARRO	(gr.)	39.63	39.68
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	182.77	187.04
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	178.52	182.37
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	138.89	142.69
PESO DE AGUA	(gr.)	4.25	4.67
% DE HUMEDAD		3.06	3.27
% DE HUMEDAD PROMEDIO		3.17	

PESO UNITARIO VOLUMETRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	(cm ³)	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	671.47
PESO DEL PICNÓMETRO	(gr.)	170.51
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA	(gr.)	841.98
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm ³)	1.343
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm ³)	1.302

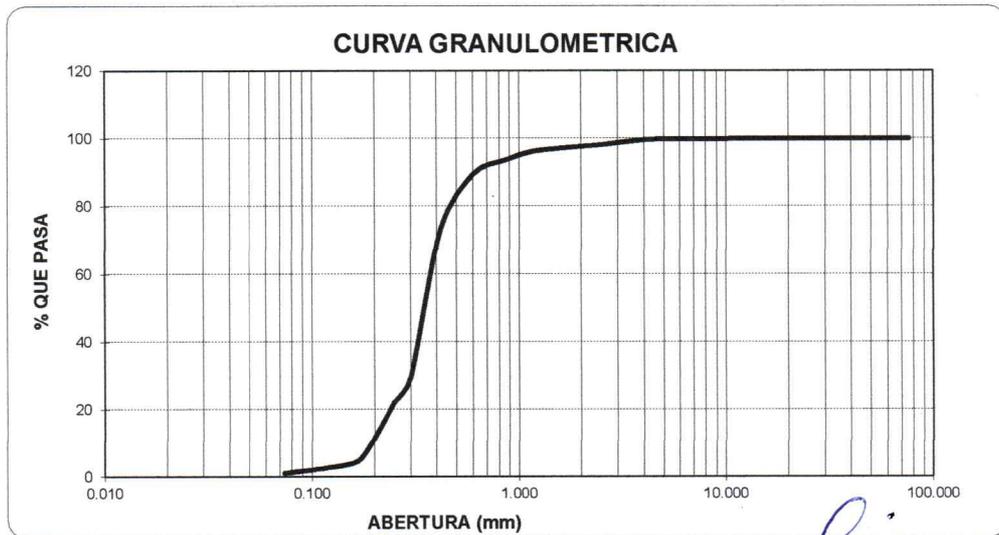
INGEOMA

Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP. 101231

**ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO
ASTM D-422**

PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG.CIP N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:		E-2	ESTRATO: 1.70
UBICACIÓN:	DEP. LA LIBERTAD	PROV.		TRUJILLO	
FECHA:	JUNIO	2023	DIST.		TRUJILLO

DATOS DEL ENSAYO						
PESO SECO INICIAL	(gr.)	1450.72				
PESO SECO LAVADO	(gr.)	1435.94				
PESO PERDIDO POR LAVADO	(gr.)	14.78				
Tamices ASTM	Abertura en mm.	Peso Retenido	%Retenido Parcial	%Retenido Acumulado	% que Pasa	LÍMITES E INDICES DE CONSISTENCIA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Líquido : 0.00
2"	50.600	0.00	0.00	0.00	100.00	L. Plástico : 0.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	Ind. Plástico : 0.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. SUCS : SP
3/4"	19.050	0.00	0.00	0.00	100.00	Clas. AASHTO : A-3 (0)
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.525	2.23	0.15	0.15	99.85	
1/4"	6.350	0.94	0.06	0.22	99.78	
N° 4	4.178	1.86	0.13	0.35	99.65	
8	2.360	25.01	1.72	2.07	97.93	P. Unitario : 1.619
10	2.000	5.55	0.38	2.45	97.55	
16	1.180	20.84	1.44	3.89	96.11	
20	0.850	38.08	2.62	6.51	93.49	
30	0.600	59.11	4.07	10.59	89.41	
40	0.420	234.26	16.15	26.74	73.26	W(%) : 1.47
50	0.300	635.12	43.78	70.52	29.48	
60	0.250	109.6	7.55	78.07	21.93	
80	0.180	219.55	15.13	93.21	6.79	
100	0.150	45.67	3.15	96.35	3.65	
200	0.074	38.12	2.63	98.98	1.02	
<200		14.78	1.02	100.00	0.00	
Total		1450.72				




 Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"				
SOLICITANTE:	JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ				
RESPONSABLE:	ING. ROBERTO C. SALAZAR ALCALDE (REG.CIP N° 101231)				
CALICATA:	N° 01	MUESTRA:	E-2	ESTRATO:	1.70
UBICACIÓN:	DEP.	LA LIBERTAD	PROV.	TRUJILLO	
FECHA:	JUNIO	2023	DIST.	TRUJILLO	

CONTENIDO DE HUMEDAD			
ASTM D - 2216			
DESCRIPCIÓN			
PESO DE TARRO	(gr.)	39.14	38.86
PESO DE TARRO + SUELO HUMEDO	(gr.)	213.45	205.55
PESO DE TARRO + SUELO SECO	(gr.)	210.86	203.21
PESO DE SUELO SECO	(gr.)	171.72	164.35
PESO DE AGUA	(gr.)	2.59	2.34
% DE HUMEDAD		1.51	1.42
% DE HUMEDAD PROMEDIO		1.47	

PESO UNITARIO VOLUMETRICO		
ASTM-D-1587		
VOLUMEN DEL PICNÓMETRO	(cm3)	500.00
PESO DE LA MUESTRA	(gr.)	821.52
PESO DEL PICNÓMETRO	(gr.)	170.42
PESO DEL PICNÓMETRO + MUESTRA	(gr.)	991.94
PESO UNITARIO (humedo)	(gr/cm3)	1.643
PESO UNITARIO (seco)	(gr/cm3)	1.619

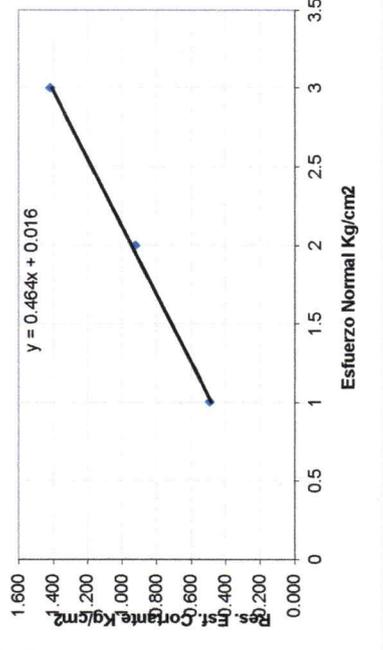


Ing Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

L.M.S.		LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS	
ENSAYO DE CORTE DIRECTO			
OBRA:	"DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"		
UBICACIÓN:	TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD		
CALECATA:	C01-E-2	MUESTRA N°	01
CAJA DE CORTE N°	0.004	LONG	6 cm
ANCHO	6 cm	ALTURA	4 cm
AREA	36 cm ²	VOLUMEN	144 cm ³
Gs	1.643 gr/cm ³ (Peso unitario húmedo del suelo)	%W	1.47 %
VELOCIDAD	1 mm/min	FACTOR DE CALIBRACION	4.559
Wm	236.6 gr.		

$\phi = 24.9^\circ$
 $c = 0.0160$

T min	D.H cm	Lc	Area Corregida AC=6*Lc (cm ²)	σ1			σ2			σ3			σ		
				L.D (un)	F.C. Kg.	T (Kg/cm ²)	L.D (un)	F.C. Kg.	T (Kg/cm ²)	L.D (un)	F.C. Kg.	T (Kg/cm ²)	L.D (un)	F.C. Kg.	T (Kg/cm ²)
0.00	0.000	6.000	36.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.25	0.025	5.975	35.850	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.50	0.050	5.950	35.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.75	0.075	5.925	35.550	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
1.00	0.100	5.900	35.400	0.600	2.735	0.077	1.100	5.015	0.142	1.700	7.750	0.219	1.700	7.750	0.219
1.50	0.150	5.850	35.100	1.100	5.015	0.143	1.900	8.662	0.247	3.300	15.045	0.429	3.300	15.045	0.429
2.00	0.200	5.800	34.800	1.700	7.750	0.223	3.100	14.133	0.406	5.100	23.251	0.668	5.100	23.251	0.668
2.50	0.250	5.750	34.500	1.900	8.662	0.251	4.200	19.148	0.555	6.900	31.457	0.912	6.900	31.457	0.912
3.00	0.300	5.700	34.200	2.300	10.486	0.307	5.000	22.795	0.667	8.100	36.928	1.080	8.100	36.928	1.080
3.50	0.350	5.650	33.900	2.600	11.853	0.350	5.400	24.819	0.726	8.900	40.575	1.197	8.900	40.575	1.197
4.00	0.400	5.600	33.600	2.800	12.765	0.380	5.600	25.530	0.760	9.300	42.399	1.262	9.300	42.399	1.262
4.50	0.450	5.550	33.300	3.000	13.677	0.411	5.900	26.898	0.808	9.600	43.766	1.314	9.600	43.766	1.314
5.00	0.500	5.500	33.000	3.200	14.589	0.442	6.200	28.266	0.857	10.000	45.590	1.382	10.000	45.590	1.382
5.50	0.550	5.450	32.700	3.500	15.957	0.490	6.600	30.089	0.924	10.200	46.502	1.418	10.200	46.502	1.418
6.00	0.600	5.400	32.400	3.300	15.045	0.464	6.400	29.178	0.901	9.900	45.134	1.393	9.900	45.134	1.393
6.50	0.650	5.350	32.100												
7.00	0.700	5.300	31.800												
7.50	0.750	5.250	31.500												
8.00	0.800	5.200	31.200												
8.50	0.850	5.150	30.900												
9.00	0.900	5.100	30.600												



INGEOMA
Ing Roberto Carlos Salazar Alcvalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. C.P. 101231

PROYECTO "DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA LIBERTAD, 2023"
SOLICITANTE JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
UBICACIÓN TRUJILLO - TRUJILLO - LA LIBERTAD
PROCEDENCIA C-1 E-2
CANTIDAD : según Norma MTC - 210
PRESENTACIÓN : Sacos de Polietileno
CONDICION : Ensayo realizado con material de muestra
DE LA MUESTRA

FECHA DE ENSAYO junio-2023

ANÁLISIS QUÍMICO DE SUELOS
NORMAS MTC E 219 - NTP 400.042

CALICATA	Descripción	S.S.T. (ppm)	Cl (ppm)	SO ₄ (ppm)	pH
C-1 E-2	SP	1,389.00	278.50	1,097.00	6.81

EVALUACION QUIMICA:

En los siguientes cuadros se presentan los límites permisibles recomendados por el Comité ACI 318-83, RNE y valores recopilados de la literatura existente sobre las cantidades en partes por millón (p.p.m) de sales solubles totales, así como el grado de alteración y las observaciones del ataque a las armaduras y al concreto, se da las recomendaciones necesarias para la protección ante el ataque químico.

TABLAS NORMATIVAS
CUADRO COMPARATIVO DE CONTENIDO DE SULFATOS Y SU GRADO DE AGRESIVIDAD AL CONCRETO SEGÚN RECLAMATO NACIONAL DE EDIFICACIONES
(Valores expresados en ppm)

ACI - 201.2R.77		BRS DIGEST (SEGUNDA SERIE) 90 (inglesa)		DIN 4030 (Alemania)	R.N.E. (Peruana)
Grado de Ataque	Sulfatos en el Suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos en el Suelo	Sulfatos en el Agua	Sulfatos
Leve	0 - 1,000	0 - 150	< 2,400	< 360	0 - 1,000
Moderado	1,000 - 2,000	150 - 1,500	2,400 - 6,000	360 - 1,440	1,000 - 2,000
Severo	2,000 - 20,000	1,500 - 10,000	6,000 - 24,000	1,440 - 6,000	2,000 - 20,000
Muy Severo	> 20,000	> 10,000	> 24,000	> 6,000	> 20,000

Los valores máximos tolerables recomendados en nuestro medio, en comparación con los del agua potable expresados en partes por millón (ppm)

Sustancia	Referencias			
	MTC	RIVVA 5	Agua Potable	R.N.E. (Peruana)
Cloruros	300	300	250	1,000
Sulfatos	300	50	50	-
Sales Solubles Totales	1,500	300	300	-
Sales en Magnesio	--	125	125	-
Solidos en Suspensión	1,000	10	10	-
pH	< de 7	> de 8	10.5	mínimo 4
Mat. Orgánica expres. En Oxígeno	16	0.001	0.001	-

* Para concretos que han de estar expuestos a ataques por sulfatos.

* Para ph <4 deberá proporcionarse medidas de protección adecuadas para proteger el concreto del ataque ácido.

De la comparación de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio y los valores recomendados se puede deducir el siguiente comportamiento:

En la zona de estudio los niveles de contenidos de sulfatos son de grado de ataque moderado.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES:

Al nivel de excavación los contenidos de sulfatos son de grado de ataque moderado, por lo que se recomienda el uso de cemento Tipo MS.

INGEOMA

Ing. Ruberto Carlos Salazar Alcalde
JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
R. CIP 101231

ANEXO C: PANEL FOTOGRÁFICO

PANEL FOTOGRÁFICO:



Calicata N° 01: Excavación y extracción de muestras de calicata, para ser trasladadas y analizadas en laboratorio, con una profundidad 3.00 metros.

ANEXO I

FORMATO OBLIGATORIO DE LA HOJA DE RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN
 MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE TRUJILLO

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS PARA DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN
 “DISEÑO ESTRUCTURAL PARA UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 10 NIVELES EN TRUJILLO, LA
 LIBERTAD, 2023”

Junio de 2023, Trujillo, La Libertad

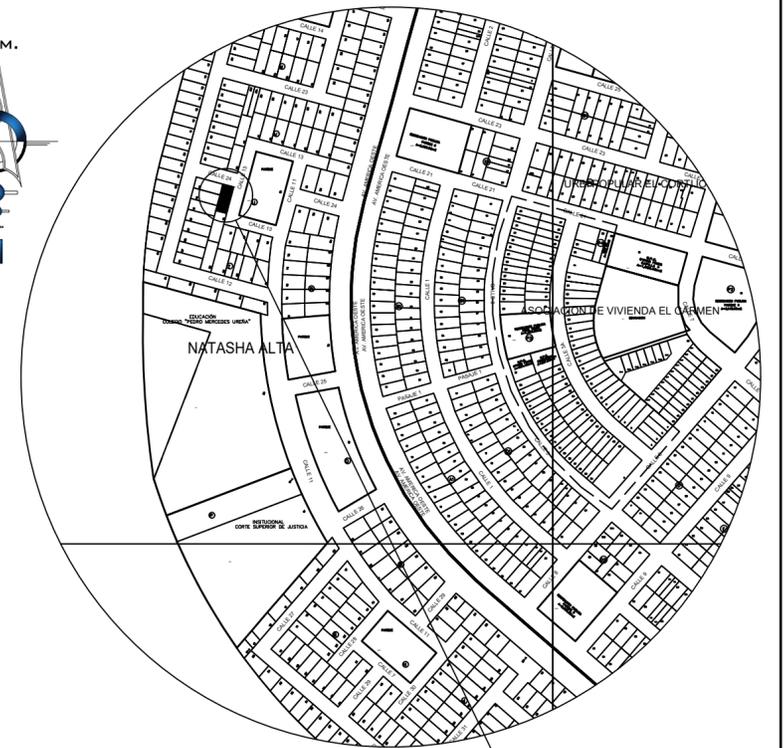
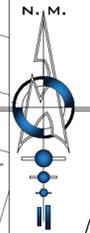
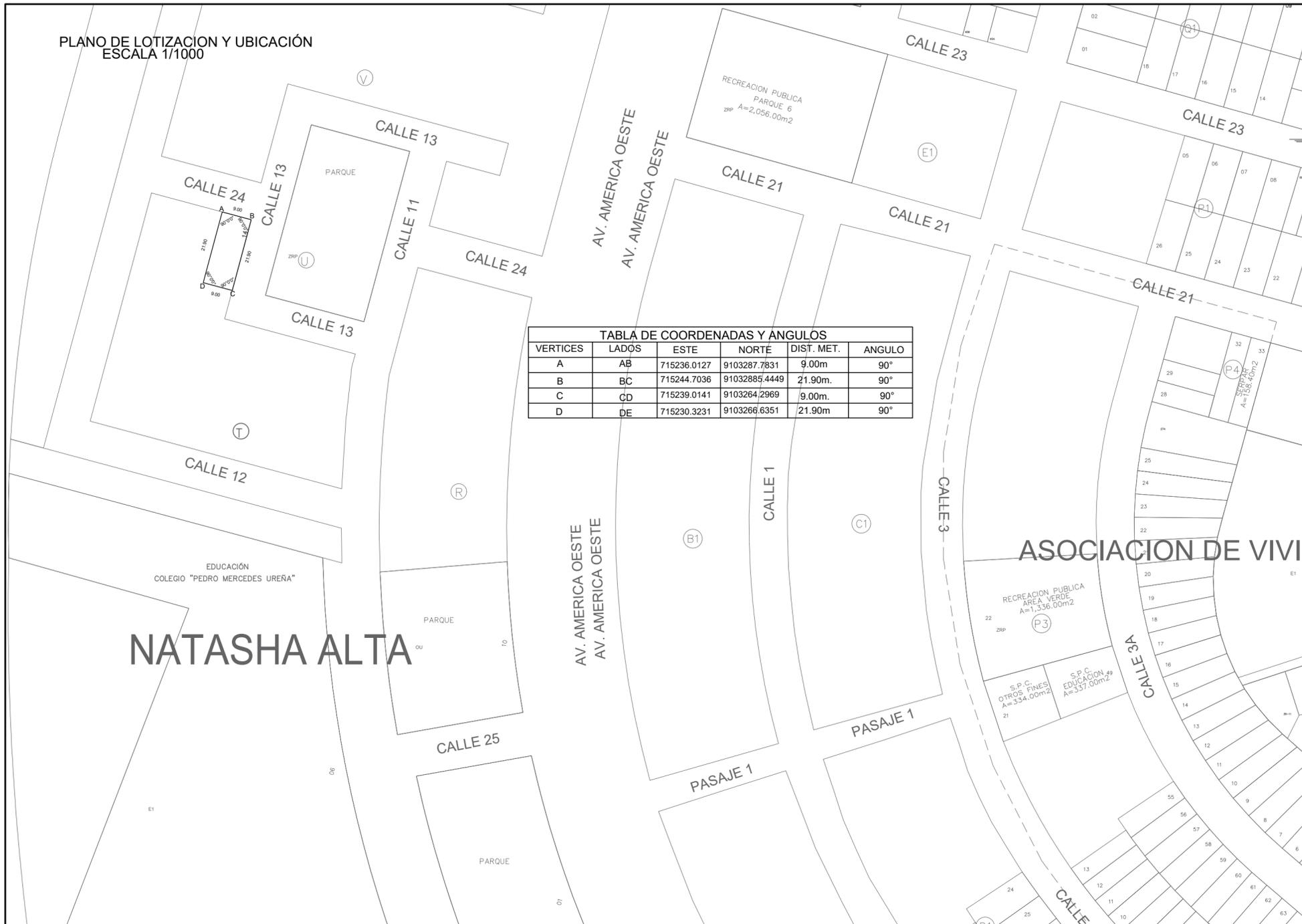
De conformidad con la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones” la siguiente información deberá transcribirse literalmente en los planos de cimentación. Esta información no es limitativa, deberá cumplir con todo lo especificado en el presente Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) y con el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN	
Profesional Responsable (PR): Ing. Roberto C. Salazar Alcalde	Ing. Civil CIP: 101231
Tipo de Cimentación: Cimentación por platea de cimentación	
Estrato de apoyo de la cimentación: Estrato 02	
Profundidad de la Napa Freática: No Evidenciado a la fecha	Fecha: Junio-2023
Parámetros de Diseño de la Cimentación	
Profundidad mínima de cimentación: 1.50 m	
Presión Admisible: 1.71 kg/cm ²	
Factor de Seguridad por Corte (Estático, Dinámico): 3.00	
Asentamiento Diferencial Máximo Aceptable: 2.5 cm	
Parámetros Sísmicos del suelo (De acuerdo a la Norma E.030)	
Zona Sísmica: 04	
Tipo de perfil del suelo: S3	
Factor del suelo (S): 1.10	
Periodo TP (s): 1.0	
Periodo TL (s): 1.6	
Agresividad del Suelo a la Cimentación: <i>Ataque por sulfatos en el suelo "MODERADO", por lo que se recomienda la utilización de Cemento Portland Tipo MS.</i>	
Problemas especiales de cimentación:	
Indicaciones Adicionales:	



Ing. Roberto Carlos Salazar Alcalde
 JEFE DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS Y MATERIALES
 R. CIP 101231

PLANO DE LOTIZACION Y UBICACIÓN
ESCALA 1/1000



PLANO DE LOCALIZACION
ESCALA 1/4000

PREDIO

AREA DE ESTRUCTURACIÓN URBANA

DEPARTAMENTO : LA LIBERTAD
 PROVINCIA : TRUJILLO
 DISTRITO : TRUJILLO
 SECTOR : NATASHA ALTA
 NOMBRE DE LA VÍA : CALLE 13 - EL JUZGADO
 N° DEL INMUEBLE : ----
 MANZANA : T
 LOTE : 14
 ETAPA : ----

ELABORACIÓN

JHONY MAYKEL
YALTA FERNANDEZ

UNIVERSIDAD



CESAR VALLEJO

PROYECTO:

Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.

PLANO:

LOCALIZACION Y UBICACION

LAMINA:

U-1

ESCALA:

INDICADA

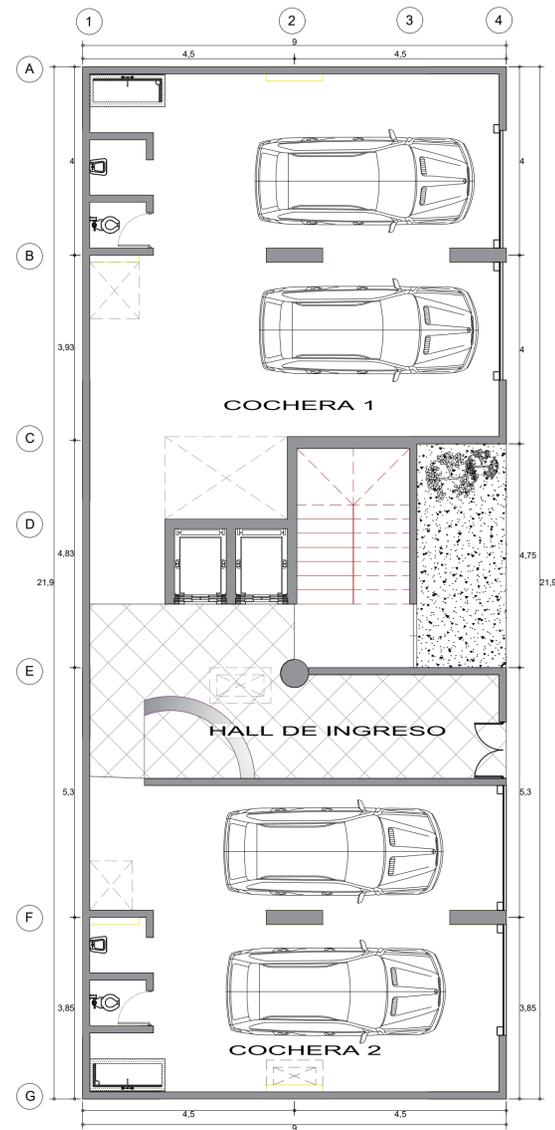
FECHA:

JUNIO 2023

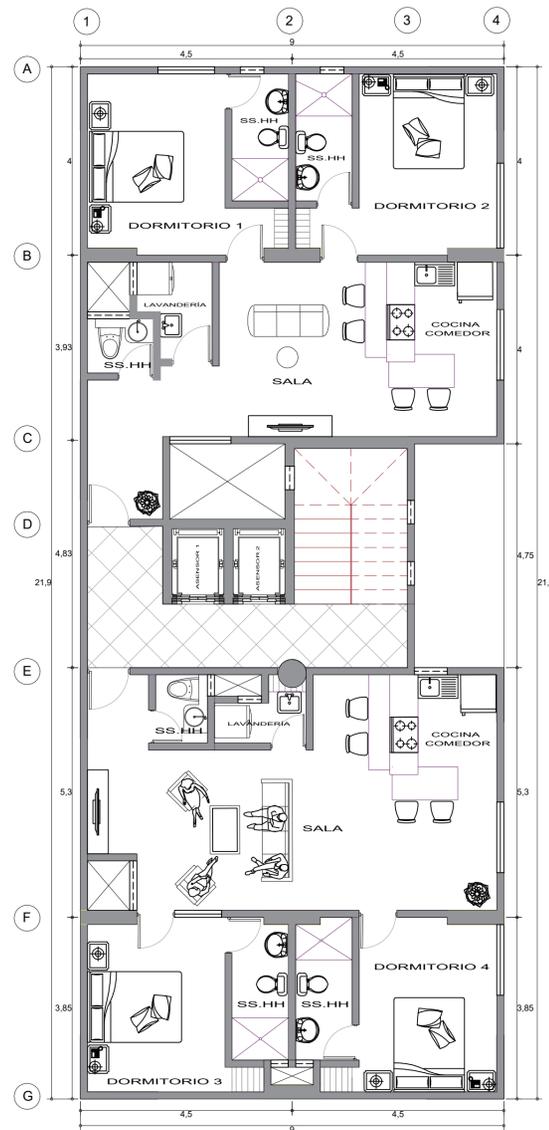
CUADRO NORMATIVO

CUADRO DE ÁREAS (m2)

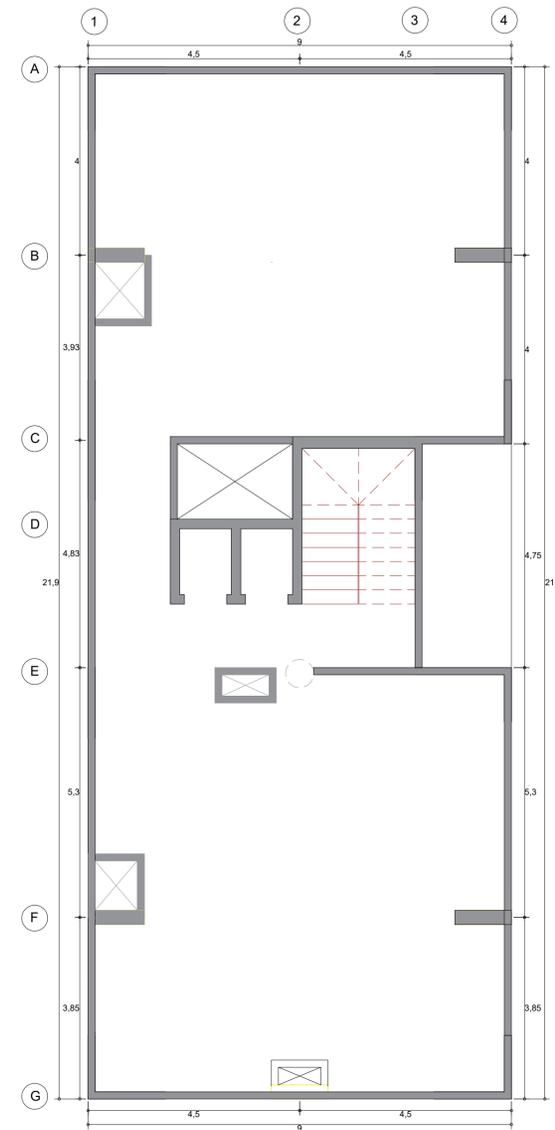
PARÁMETROS	NORMATIVO	PROYECTO	PISOS	ÁREAS DECLARADAS					
				Existente	Demolición	Nueva	Amp./Rem.	Parcial	TOTAL
DENSIDAD NETA									
USOS		ALMACÉN -CORRALON	PRIMER PISO	9.20 m2					9.20 m2
DENSIDAD NETA			SEGUNDO PISO						
COEF. DE EDIFICACIÓN									
% ÁREA LIBRE									
ALTURA MÁXIMA									
RETIRO MÍNIMO	Frontal								
	Lateral								
	Posterior								
ALINEAMIENTO FACHADA			ÁREA TECHADA						9.20 m2
N° ESTACIONAMIENTO			ÁREA LIBRE						187.90 m2
			ÁREA DEL TERRENO						197.10 m2



PLANTA 1ER NIVEL



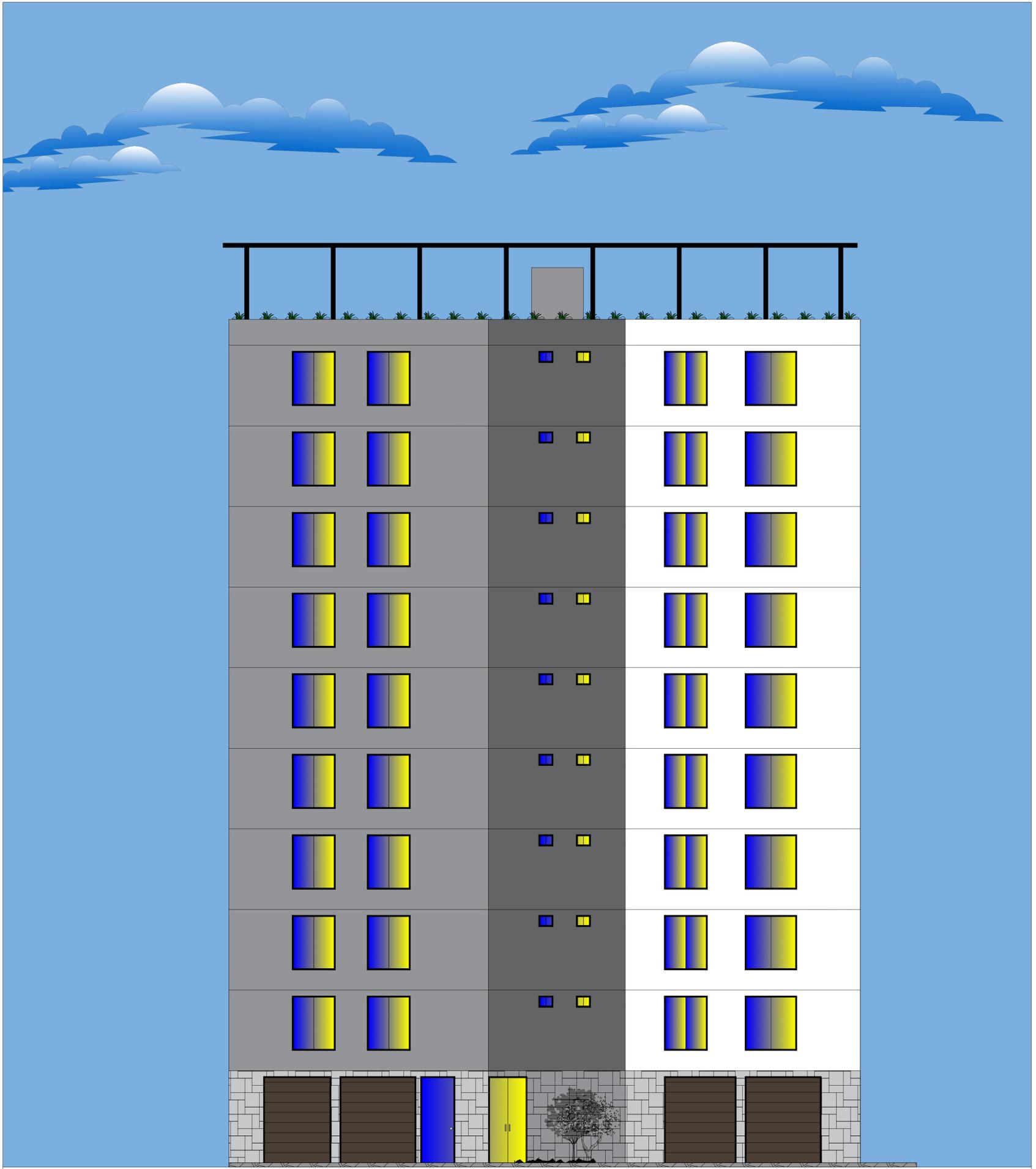
PLANTA 2do AL 10mo NIVEL



PLANTA AZOTEA



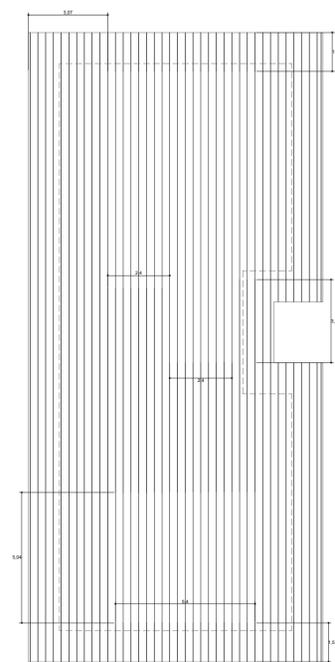
PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CODIGO: A - 02	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	
UBICACION: NATASHA ALTA		
CALLE: Mz T, Ll 14		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: TRUJILLO	DISTRITO: TRUJILLO
LAMINA: DISTRIBUCIÓN 1er al 10mo NIVEL		



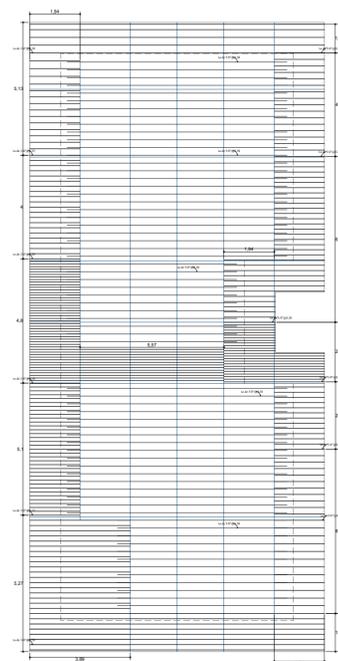
ELEVACIÓN PRINCIPAL
ESC 1/75



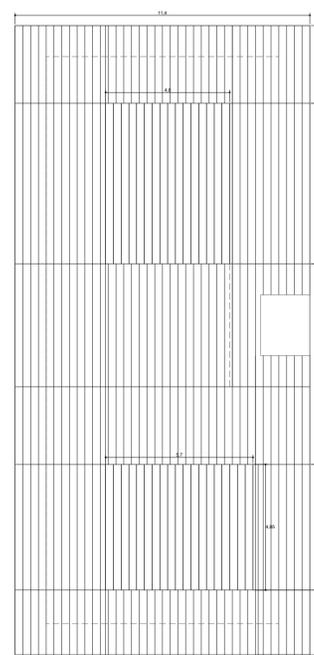
PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CODIGO: A - 01	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	LÁMINA: ELEVACIÓN PRINCIPAL
DISEÑADOR: NATASHA ALTA		
CALE: Mz T, Lt 14		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: TRUJILLO	DISTRITO: TRUJILLO



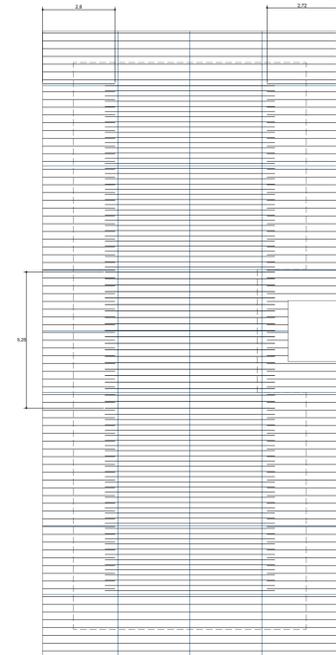
**LOSA DE CIMENTACIÓN CARA SUPERIOR
EJE Y**



**LOSA DE CIMENTACIÓN CARA SUPERIOR
EJE X**



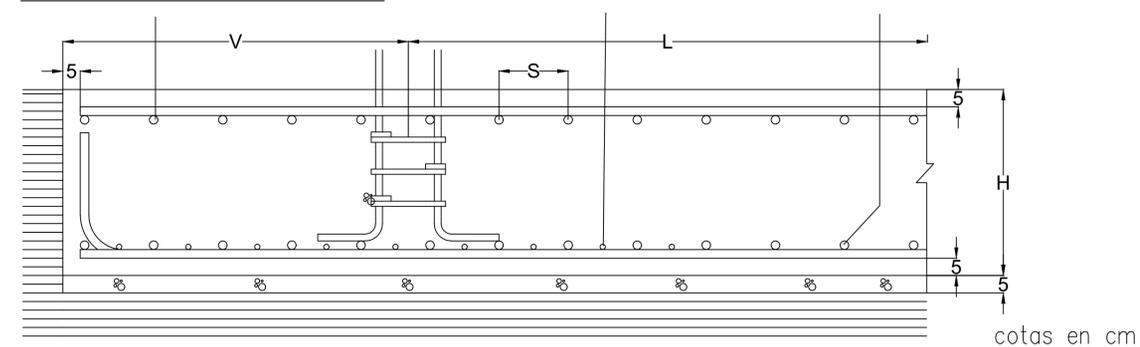
**LOSA DE CIMENTACIÓN CARA INFERIOR
EJE Y**



**LOSA DE CIMENTACIÓN CARA INFERIOR
EJE X**

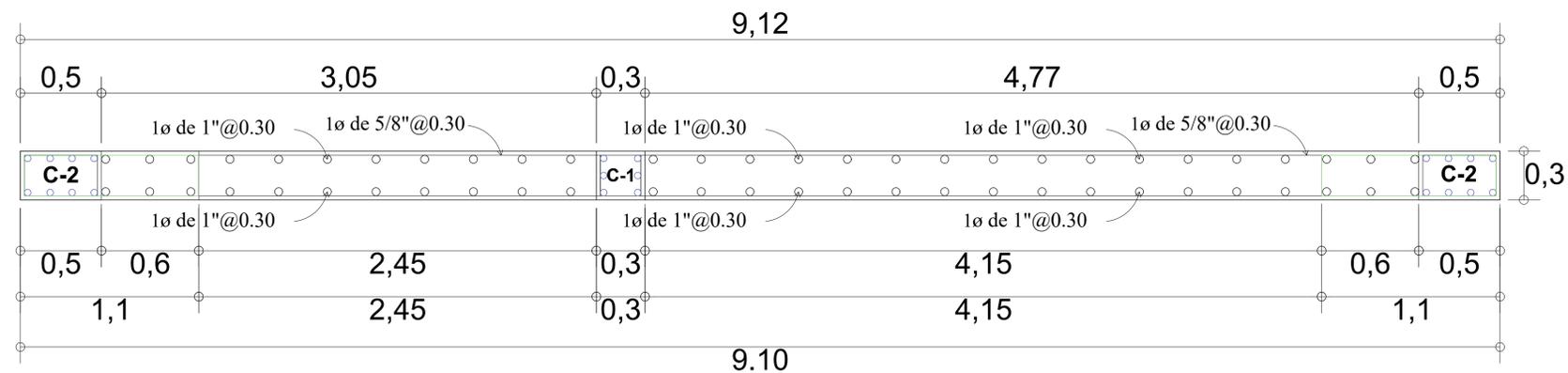
-  **BARRAS DE 1"**
-  **BARRAS DE 3/4"**
-  **BARRAS DE 5/8"**

DETALLE TIPO DE REFUERZO EN LOZA

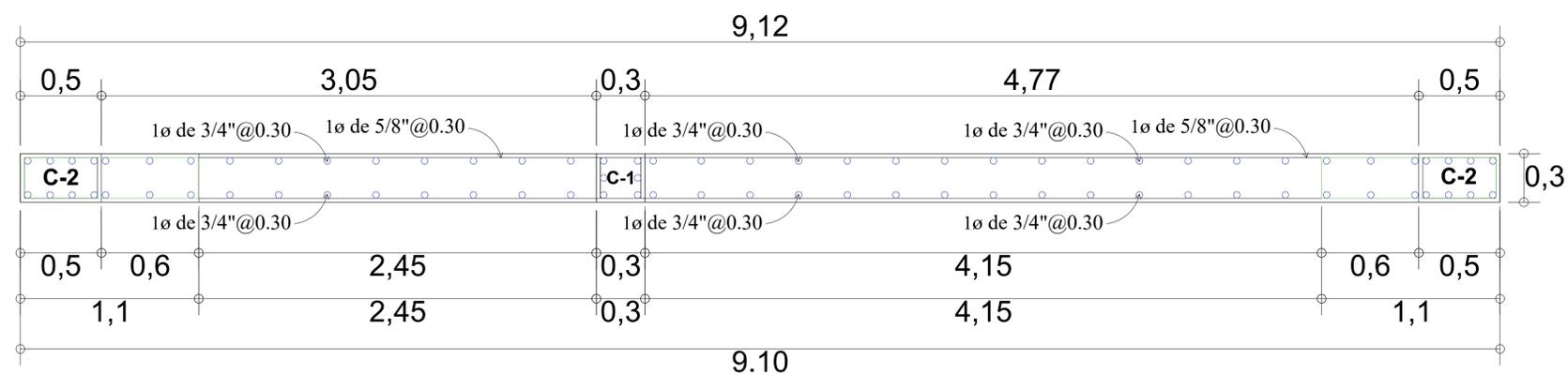


PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CODIGO: E - 05	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	
UBICACION: NATASHA ALTA		
CALLE: Mz T, Lt 14		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: TRUJILLO	DISTRITO: TRUJILLO
LAMINA: LOSA DE CIMENTACIÓN		

M1 1er Nivel - DISTRIBUSIÓN INFERIOR



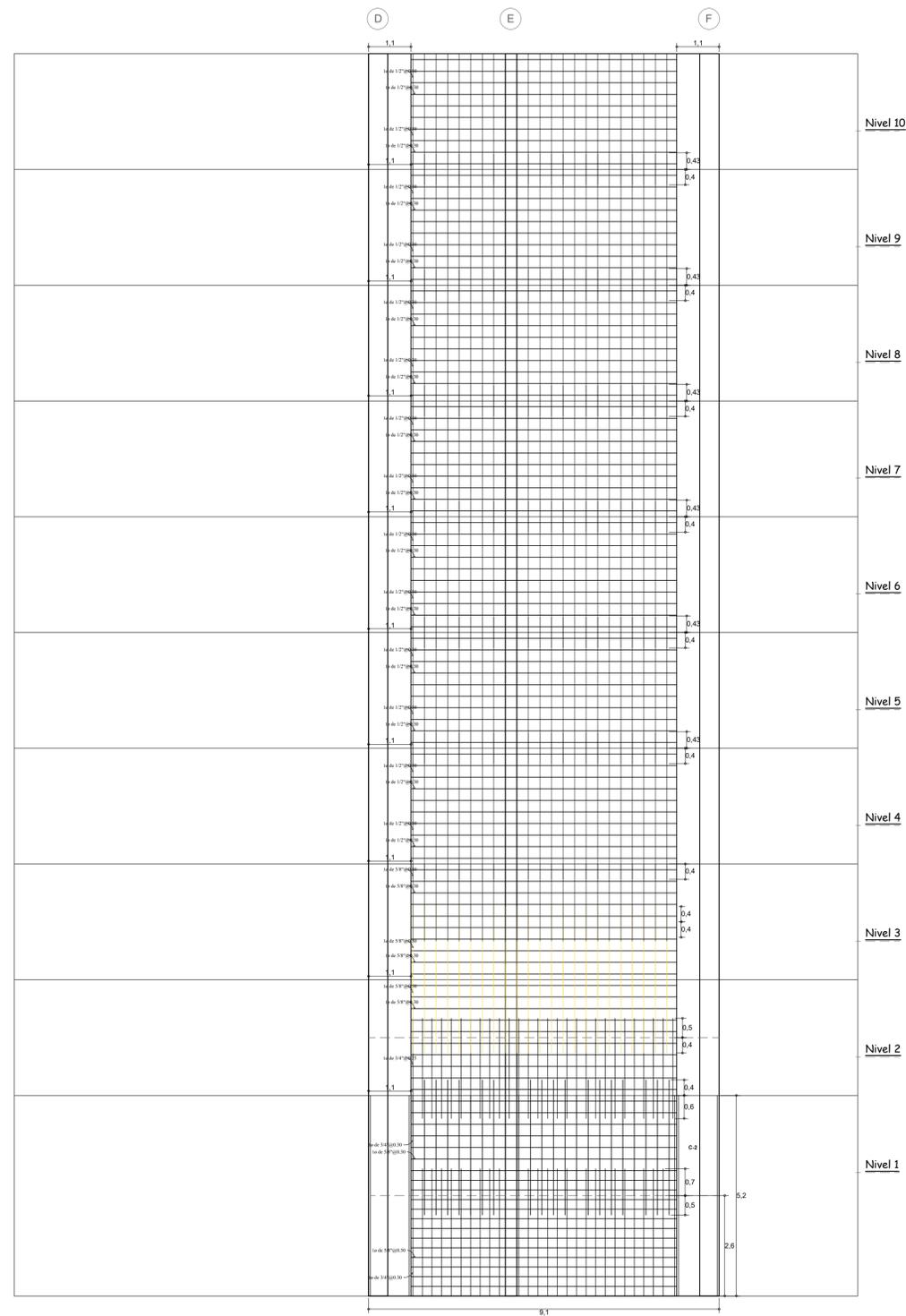
M1 1er Nivel - DISTRIBUSIÓN SUPERIOR



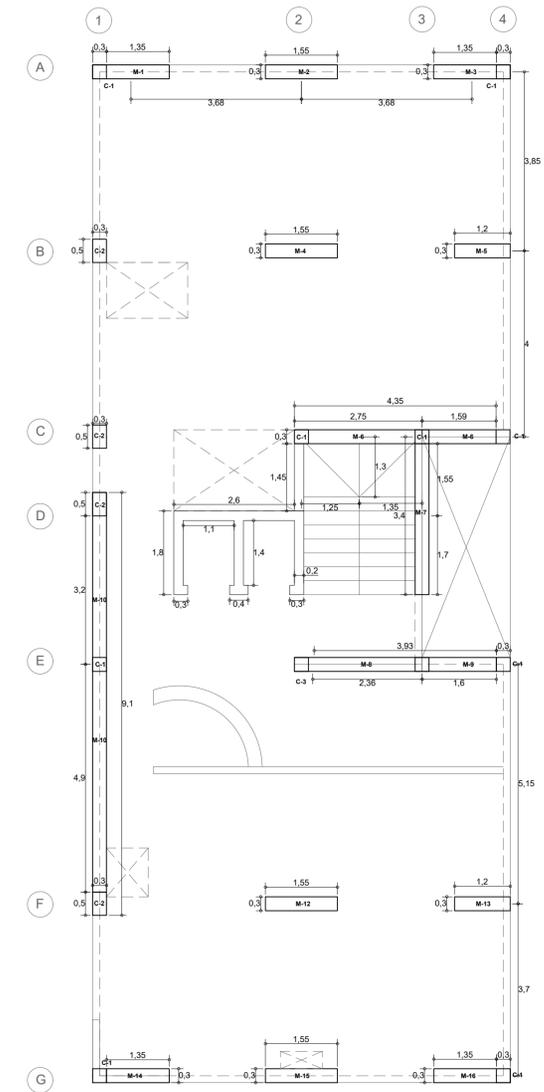
DISTRIBUCIÓN DE ACERO SUPERIOR E INFERIOR EN MURO M10 - EJE 1 - 1ER NIVEL



PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CODIGO: E - 04	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	LABORA: PLANO DE DETALLES M10 Y C30X50 - EJE 1
UBICACION: NATASHA ALTA	CALLE: Mz T, Lt 14	DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD
PROVINCIA: TRUJILLO	DEPARTAMENTO: TRUJILLO	



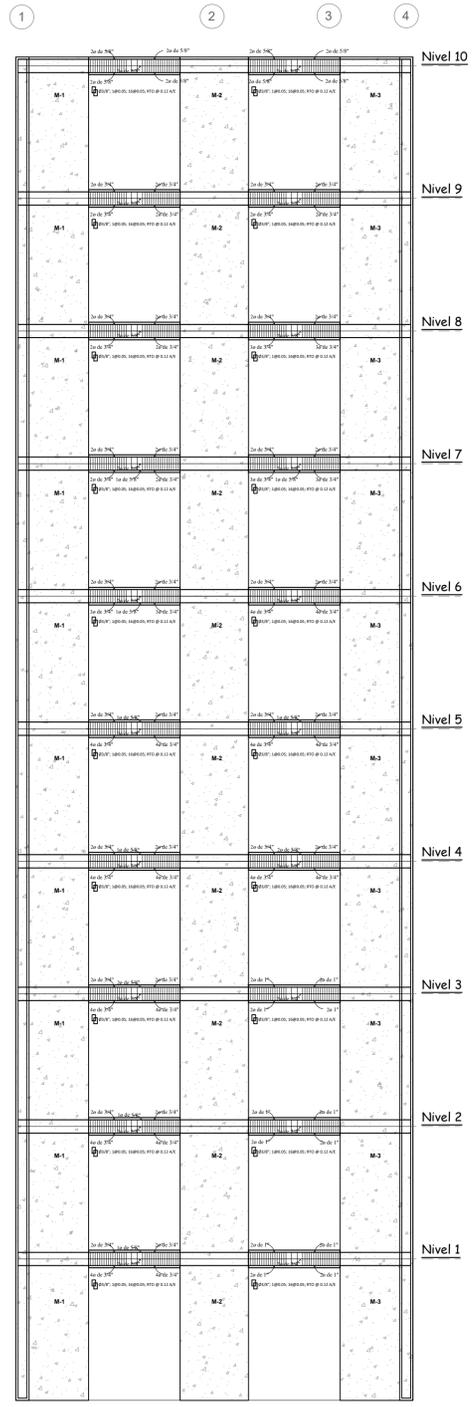
DISTRIBUCIÓN EN ELEVACIÓN DE ACERO EN MURO



DISTRIBUCIÓN PLACAS Y COLUMNAS

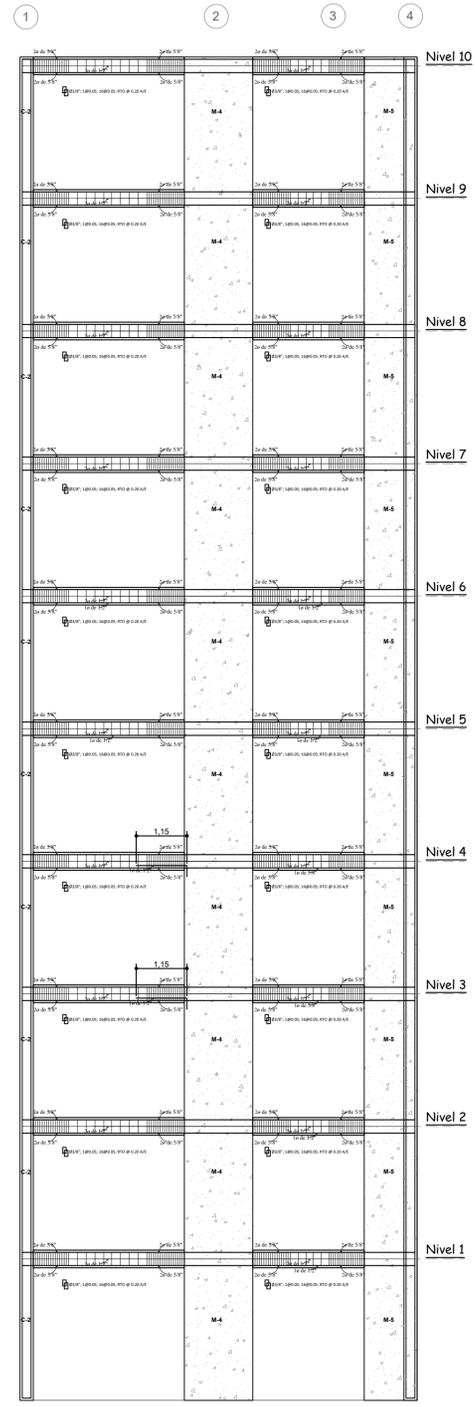


PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CÓDIGO: E - 03	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	
UBICADOR: NATASHA ALTA		
CALLE: Mz T, Ll 14		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: TRUJILLO	DISTRITO: TRUJILLO
LAMINA: PLANO DE PLACAS Y COLUMNAS - EJE 1		

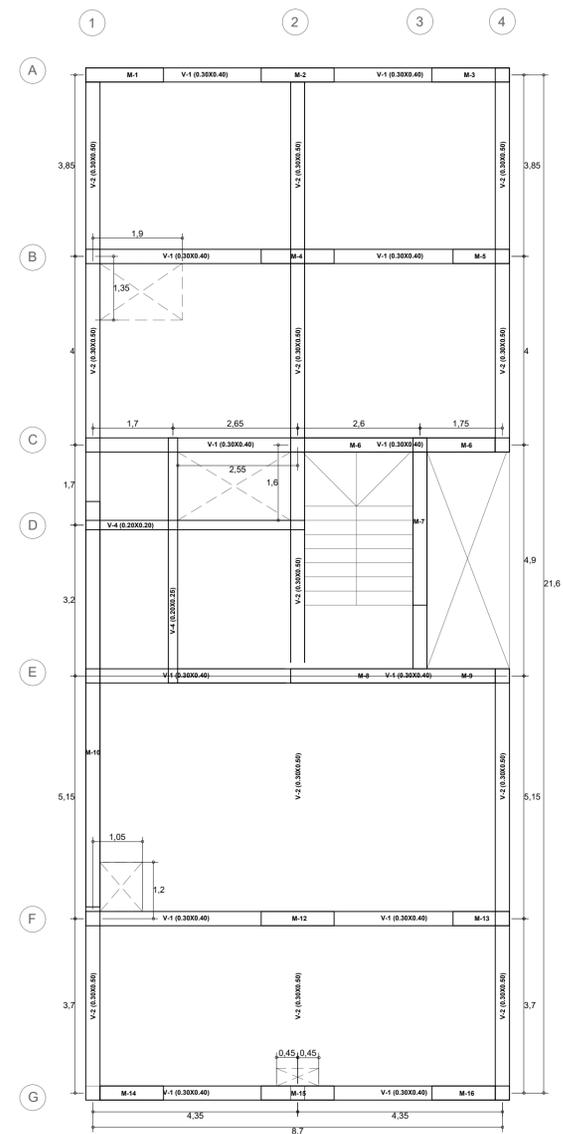


EJE A-A

DISTRIBUCIÓN EN ELEVACIÓN DE VIGAS



EJE B-B



DISTRIBUCIÓN DE VIGAS



PROYECTO: Diseño Estructural Para Una Vivienda Multifamiliar de 10 niveles, en Trujillo, la libertad, 2023.		
UNIVERSIDAD: UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO	CÓDIGO: E - 02	DISEÑO: JHONY MAYKEL YALTA FERNANDEZ
ESCALA: INDICADA	FECHA: JUNIO 2023	
UBICADOR: NATASHA ALTA		
CALLE: Mz T, Ll 14		
DEPARTAMENTO: LA LIBERTAD	PROVINCIA: TRUJILLO	DISTRITO: TRUJILLO
LÁMINA: PLANO DE VIGAS - EJE B		