



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Diseño estructural sismorresistente de una edificación
multifamiliar de ocho niveles aplicando la
metodología BIM Juliaca-Puno, 2021”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL**

AUTORA:

Panca Rojo, Mónica Elizabeth (ORCID: 0000-0003-0441-1539)

ASESOR:

Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto (ORCID: 0000-0002-4926-8556)

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

LIMA – PERU

2021

Dedicatoria

En primer lugar, dedico esta tesis a Dios que siempre estuvo ahí para mí, incluso cuando quise rendirme y sus palabras vinieron a mi mente “Esfuézate y sé valiente que Yo Soy tu Dios y estaré contigo por donde quiera que vayas” Josué 1:9

A mi mami Adriana, por ser ejemplo de resiliencia, por ser mi base, por ser tan tierna, una mujer trabajadora e independiente, ejemplo de que puedo lograr todo lo que me propongo con disciplina y esfuerzo.

A mi papito Roberto, por su educación en principios los cuales no doblegaré, por inculcarme a siempre hacer lo extraordinario.

A mis hermanitas hermosas Jhoselyn y Marcia, por su amor, y porque son mi motivo de superación constante.

A ti Enzo y tu familia por el amor, y la confianza que me brindan.

A Pablito y Fifi por su amor incondicional.

Agradecimiento:

Agradezco a Dios por cada día que despierto, por tener a mi familia a mi lado, por las bendiciones y oportunidades que nos brinda. A Ti Dios gracias de corazón.

A la Universidad César Vallejo y su fundador al Dr. Cesar Acuña Peralta por darme la oportunidad a través de su institución a seguir alcanzando mis metas.

A mi asesor el Ing. Carlos Alberto Villegas Martínez por sus conocimientos, por su predisposición y apoyo en la elaboración de este proyecto.

A mis padres Adriana y Roberto por todo su amor y apoyo brindado.

A mis hermanas Jhoselyn y Marcia por su amor.

A Enzo y su familia por el apoyo y la confianza.

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento:	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen.....	x
Abstract	xi
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	33
3.1. Diseño y tipo de investigación	33
3.2. Variables y operacionalización	34
3.3. Población y muestreo.....	36
Población:.....	37
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
Técnica:	37
3.5. Procedimiento	37
3.6. Método de análisis de datos	38
3.7. Aspectos éticos.....	38
IV. RESULTADOS	39
4.1. Descripción del proyecto.....	39
4.1.1. Ubicación.....	39
4.1.2. Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos	39
4.1.3. Descripción de la arquitectura	40
4.2. Estructuración	41
4.3. Predimensionamiento.....	42
4.3.1. Predimensionamiento de losas aligeradas.....	43
4.3.2. Predimensionamiento de vigas	44
4.3.3. Predimensionamiento de columnas	44
4.3.4. Predimensionamiento de placas	47

4.4.	Análisis preliminar del peligro sísmico	47
4.4.1.	Zonificación	47
4.4.2.	Parámetros de sitio	48
4.4.3.	Factor de amplificación sísmica	48
4.4.4.	Categoría	48
4.4.5.	Sistema estructural	49
4.4.6.	Regularidad estructural.....	49
4.4.7.	Metrado de cargas por gravedad (1ra iteración)	51
4.4.8.	Resumen del peso total para el análisis sísmico	52
4.5.	Análisis sísmico estático (E.030 – 2018) (1ra iteración).....	53
4.5.1.	Cálculo de la fuerza sísmica y su distribución en altura	53
4.5.2.	Cálculo de los desplazamientos laterales.....	55
4.5.3.	Verificación de las derivas y desplazamientos laterales	56
4.5.4.	Metrado de cargas por gravedad (2da iteración)	57
4.5.5.	Resumen del peso total para el análisis sísmico	58
4.6.	Análisis sísmico estático (E.030 – 2018) (2da iteración)	59
4.6.1.	Cálculo de la fuerza sísmica y su distribución en altura	59
4.6.2.	Cálculo de los desplazamientos laterales (2da iteración)	61
4.6.3.	Verificación de las derivas y desplazamientos laterales (2da iteración).....	62
4.7.	Análisis sísmico dinámico modal espectral	63
4.7.1.	Aceleración espectral para la edificación multifamiliar	63
4.7.2.	Espectro de diseño	63
4.7.3.	Modos de vibración de la estructura	66
4.7.4.	Periodos fundamentales de la estructura	69
4.7.5.	Gráfico de los modos de vibración	69
4.7.6.	Verificación de la fuerza cortante mínima	70
4.7.7.	Verificación de las fuerzas cortantes.....	71
4.7.8.	Calculo de los desplazamientos laterales.....	71
4.7.9.	Verificación de las derivas y desplazamientos laterales	72
4.7.10.	Separación entre edificios	73
4.8.	Diseño de los elementos estructurales de la edificación multifamiliar	74
4.8.1.	Diseño de viga	75
4.8.2.	Diseño de columnas	80
4.8.3.	Diseño de los muros cortantes.....	82
4.8.4.	Diseño de la losa de cimentación.....	86

V. DISCUSIÓN.....	89
VI. CONCLUSIONES	92
VII. RECOMENDACIONES	93
REFERENCIAS.....	94
ANEXOS	1

Índice de tablas

Tabla 1: Factor de suelo "S"	28
Tabla 2: Periodos "Tp" y "TI".....	28
Tabla 3: Categoría de las edificaciones y factor "U"	29
Tabla 4: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas	30
Tabla 5: Desplazamientos máximos permisibles	33
Tabla 6: Dimensiones recomendadas.....	43
Tabla 7: Datos optados para el predimensionamiento de columnas	45
Tabla 8: Tabla de predimensionamiento de columnas centrales	45
Tabla 9: Datos optados para el predimensionamiento de columnas laterales	46
Tabla 10: Tabla de predimensionamiento de columnas laterales	46
Tabla 11: Factores de Zona (Norma E.030)	47
Tabla 12: Parámetros de sitio ubicadas para la edificación multifamiliar en estudio	48
Tabla 13: Comprobación de discontinuidad de diafragma.	50
Tabla 14: Tabla resumen de los factores sísmicos aplicadas en la edificación multifamiliar	51
Tabla 15: Precios unitarios de carga muerta	52
Tabla 16: Resumen del peso sísmico total de la edificación multifamiliar	52
Tabla 17: Parámetros sismorresistentes de la edificación multifamiliar	53
Tabla 18: Distribución de las fuerzas sísmicas en altura	54
Tabla 19: Derivas máximas en la dirección X.....	56
Tabla 20: Derivas máximas en la dirección Y.....	57
Tabla 21: Precios unitarios de carga muerta	58
Tabla 22: Resumen del peso de la edificación multifamiliar (2da iteración)	58
Tabla 23:Resumen de los parámetros sismorresistentes y peso sísmico de la estructura. (2da iteración)	59
Tabla 24: Distribución de las fuerzas cortantes en cada nivel para ambas direcciones....	60
Tabla 25: Derivas máximas en la dirección X.....	62
Tabla 26: Derivas máximas en la dirección Y.....	63
Tabla 27: Valores de la aceleración espectral en la dirección X y Y	64
Tabla 28: Cuadro de periodos y masas participativas en la dirección X-X.....	68
Tabla 29: Cuadro de periodos y masas participativas en la dirección Y-Y	69
Tabla 30: Periodos fundamentales de la estructura.	69
Tabla 31: Parámetros sismorresistentes para el análisis estático en las dos direcciones de diseño.....	70
Tabla 32: Verificación de la fuerza cortante en la base.	71
Tabla 33: Derivas máximas en la dirección X-X.....	72
Tabla 34: Derivas máximas en la dirección Y-Y.....	73
Tabla 35: Valores de los momentos por cada tramo analizado.....	77
Tabla 36: Sección teórica de los aceros por cada tramo.....	78
Tabla 37: Combinaciones de carga correspondientes según la E.060y empleadas en el software Robot Structural Analysis.....	81
Tabla 38: Combinaciones de carga aplicadas en el diseño.	84
Tabla 39: Tablas de las armaduras de la losa de cimentación	88

Índice de figuras

Figura 1: Ciclo de vida de una edificación con BIM	12
Figura 2: Representación gráfica de un sismo	16
Figura 3: Tipo de ondas sísmicas	17
Figura 4: Representación de los tipos de las ondas sísmicas	18
Figura 5: Clasificación de tipos de vigas	20
Figura 6: Cimentaciones superficiales	22
Figura 7: Cimentación profunda	22
Figura 8: Losa aligerada	23
Figura 9: Predimensionamiento de viga	24
Figura 10: Predimensionamiento de columnas	24
Figura 11: Predimensionamiento de muros estructurales	25
Figura 12: Forma de la transferencia de fuerzas de los elementos estructurales	26
Figura 13: Zonificación sísmica en Perú	27
Figura 14: Factores de zona	27
Figura 15: Factor de amplificación sísmica	29
Figura 16: Tipos de sistema estructural	30
Figura 17: Irregularidad de rigidez por piso blando	31
Figura 18: Tipos de irregularidades en altura	32
Figura 19: Tipos de irregularidades en planta	32
Figura 20: Plano satelital de la ubicación del proyecto	39
Figura 21: Plano de distribución del primer nivel	40
Figura 22: Plano de distribución del segundo al octavo nivel	41
Figura 23: Plano de corte de elevación vista norte	41
Figura 24: Plano de estructuración de la edificación multifamiliar	42
Figura 25: Detalle típico de una Losa Aligerada de 0.20m	43
Figura 26: Distribución de las fuerzas sísmicas en cada nivel en X - X.	54
Figura 27: Distribución de las fuerzas sísmicas en cada nivel en Y -Y.	55
Figura 28: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm).	55
Figura 29: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm).	56
Figura 30: Distribución de las fuerzas sísmicas en la dirección X en cada nivel.	60
Figura 31: Distribución de las fuerzas sísmicas en la dirección Y en cada nivel.	61
Figura 32: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm) en el software Robot.	61
Figura 33: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm) en el software Robot Structural	62
Figura 34: Gráfico de los valores del espectro de diseño en Excel.	65
Figura 35: Espectro de diseño en Robot Structural en la dirección X-X	66
Figura 36: Espectro de diseño en Robot Structural en la dirección Y-Y	66
Figura 37: Parámetros del análisis modal en la dirección X-X	67
Figura 38: Parámetros del análisis modal en la dirección Y-Y	67
Figura 39: Fuerza cortante en la base, en la dirección X-X	70
Figura 40: Fuerza cortante en la base, en la dirección Y-Y	70
Figura 41: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm) en el software Robot Structural	71
Figura 42: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm) en el software Robot Structural	72

Figura 43: Combinaciones de carga introducidas al Software Robot Structural.	74
Figura 44: Cuadro de análisis y diseño del tramo	76
Figura 45: Diagrama del momento flector de la envolvente.	77
Figura 46: Diagrama del momento cortante de la envolvente.	77
Figura 47: Distribución de los aceros de refuerzo.....	79
Figura 48: Modelo inicial y diseño de la columna central (50 cmx50 cm)	80
Figura 49: Diagrama de interacción de la columna principal.....	82
Figura 50: Modelo tridimensional de diseño de acero en la columna.....	82
Figura 51: Elementos confinados de bordes de muro.....	83
Figura 52: Geometría del muro estructural.	84
Figura 53: Disposición final de los aceros en un modelo tridimensional.	86
Figura 54: Dimensionamiento preliminar de la losa de cimentación.....	86
Figura 55: Diagrama del mapa de la reacción del suelo.....	87
Figura 56: Diagrama del mapa de tensiones en las direcciones X y Y	87
Figura 57: Diagrama del mapa de desplazamientos en la dirección Z.....	88

Resumen

En este proyecto de investigación se desarrolla un proyecto estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM. La edificación multifamiliar se encuentra en Juliaca - Puno. Según el Estudio de Mecánica de Suelos el tipo de suelo donde se realiza el nivel de desplante es: CL (arcilla de mediana plasticidad) con una presión de carga admisible $q_{adm}=0.21\text{kg/cm}^2$.

La distribución de la edificación multifamiliar consta de una escalera principal y una escalera secundaria, dos cajas de ascensores, en el primer nivel se encuentra el estacionamiento, un minimarket, y una farmacia. A partir del segundo nivel se proyecta dos departamentos por nivel.

La estructura de la edificación multifamiliar aplica el sistema dual, conformado por placas y pórticos. El tipo de losa es aligerada en una sola dirección de 20 cm de espesor. La cimentación está conformada por una losa de cimentación.

El modelado de la arquitectura y estructura del edificio se realizó en el programa Revit 2021, considerando antes el respectivo predimensionamiento. Luego de ello se vinculó y exportó al programa Robot Structural Analysis, donde el factor de reducción de fuerzas sísmicas R fue igual a 7, se insertaron las cargas respectivas para realizar el análisis estático y dinámico modal espectral donde las derivas máximas fue de 0.006 en ambas direcciones. El periodo fundamental en la dirección X fue de 0.68 s con una masa participante de 69.96% y en la dirección Y fue de 0.68 s con una masa participante de 55.06%. Luego el cálculo de acero de los elementos estructurales se realizó en el mismo programa en base a las normas E.060 (Concreto Armado) y la ACI-318-14. Luego de realizar los cálculos de acero de todos los elementos estructurales se retorna el modelo al programa Revit 2021 para la elaboración de planos finales y su respectiva vinculación con la arquitectura. De esa manera aplicando la metodología BIM a todo el flujograma del análisis y diseño estructural.

Palabras Claves: Metodología BIM, análisis estructural, análisis sismorresistente, Revit 2021, Robot Structural Analysis 2021.

Abstract

In this research project, an earthquake-resistant structural project of an eight-level multifamily building is developed applying the BIM methodology. The multifamily building is located in the Juliaca district, San Roman province, Puno department. According to the Soil Mechanics Study, the type of soil where the level of stress is carried out is: CL (clay of medium plasticity) with a pressure per admissible load $q_{adm} = 0.21 \text{ kg / cm}^2$.

The distribution of the multifamily building consists of a main staircase and a secondary staircase, two elevator boxes, on the first level there is the parking lot, a minimarket, and a pharmacy. From the second level, two departments were projected per level.

The structure of the multifamily building applied to the dual system, made up of plates and porches. The slab type is lightened in one direction only 20 cm thick. The foundation is made up of a foundation slab.

The architecture and structure modeling of the building was carried out in the Revit 2021 program, considering the respective pre-dimensioning beforehand. After that, it was linked and exported to the Robot Structural Analysis program, where the respective loads were inserted to perform the static and dynamic modal spectral analysis. All the seismic resistant design was developed based on the Peruvian Standard E.030 (Seismic resistant design) where several iterations were verified and carried out to arrive at the most optimal structural model. Then the steel calculation of the structural elements was carried out in the same program based on the E.060 (Reinforced Concrete) and ACI-318-14 standards. After performing the steel calculations of all the structural elements, the model is returned to the Revit 2021 program for the elaboration of final plans and their respective link with the architecture. In this way, applying the BIM methodology to the entire flowchart of the analysis and structural design.

Keywords: BIM methodology, structural analysis, earthquake analysis, Revit 2021, Robot Structural 2021.

I. INTRODUCCION

En el Perú, el peligro sísmico es un factor primordial en la fase de planificación de un proyecto de edificación privada o pública. Esto se debe a que el Perú se encuentra en el cinturón de fuego de Pacífico, en donde se da la zona de subducción de placas más relevantes del mundo.

Primeramente, la estructuración es primordial para antever el comportamiento de la edificación ante un evento sísmico, la mencionada estructuración comprende la simetría, continuidad, forma e incluso simplicidad de los elementos estructurales que compondrán el edificio. En cambio, si se cuenta con una estructura asimétrica se debe analizar con aun más detenimiento los efectos torsionales para generar una mejor estructuración que evite la excentricidad.

Luego para garantizar la seguridad de la estructura lo cual significa el correcto desempeño ante eventos sísmicos, fuerzas laterales y de gravedad, el diseño se llevó a cabo con las solicitaciones de las normas técnicas que rigen en el Perú, en el cual se establece los requisitos mínimos que deben obedecer para salvaguardar el buen desempeño de la estructura de la edificación. El trabajo de investigación se ha regido en base a la norma E.020 (Norma de Cargas) y con referencia a la edificación que está destinado a vivienda, por lo tanto, optó como carga viva repartida el valor de 200 kg/m^2 . De la misma manera se tomó en cuenta la norma E.030 (Norma de Diseño Sismorresistente) que acorde a las características de la edificación y suelo, se tuvo en cuenta los respectivos factores para el análisis estático y dinámico modal espectral de la estructura, también se aplicó la norma E.060 (Norma de Diseño de Concreto Armado).

Los proyectos donde se integran el Modelo BIM para optimizar en cuanto a resultados, son mínimos, pero paralelamente conforme pasa el tiempo también se va explorando esta alternativa lo cual es el desarrollo de modelos que optimizan la visión en todos los aspectos o fases de la construcción de proyectos, logrando que todos los profesionales involucrados en las diferentes fases del proyecto puedan interrelacionarse de forma virtual, para proyectar, actualizar y

corregir un proyecto desde su inicio a fin. Con respecto a esta investigación se incorporó la metodología BIM haciendo uso de los programas computacionales como Revit Architecture para el desarrollo de los planos de arquitectura, Revit Structure para el desarrollo de los planos de estructuras y por último el programa computacional Robot Structural Analysis para su respectivo análisis sismorresistente y estructural del proyecto.

A inicios del proyecto de investigación se formuló el siguiente **problema general**: ¿Cómo el modelo BIM influye en el desarrollo de un análisis estructural de una edificación multifamiliar de ocho niveles en Juliaca, Puno?, de la misma forma los **problemas específicos**: ¿Cómo influye el empleo de una adecuada estructuración y predimensionamiento en el comportamiento sismorresistente de la edificación multifamiliar?, ¿Cuál es el comportamiento sismorresistente de la edificación multifamiliar?, ¿Cuál será las dimensiones más adecuadas de los elementos estructurales que componen la edificación multifamiliar?. En consecuencia, al identificar estas interrogantes presentamos las razones las cuales justifican el desarrollo de este proyecto de investigación teniendo en cuenta diferentes aspectos; la **justificación teórica** es que en la presente tesis se emplea una nueva metodología en tendencia que mejora todas las fases de un proyecto de construcción desde su concepción hasta su ejecución, por lo tanto, se pretende estudiar y analizar las herramientas que ofrecen los programas computaciones que integran la metodología BIM.

La **justificación técnica** es que la mayoría de las edificaciones carecen de dirección profesional desde la fase de la elaboración del proyecto incluso aun habiendo un proyecto predefinido se hacen sin tener en cuenta el RNE, por lo tanto, su vulnerabilidad sísmica es alto a extremo. El desarrollo de un diseño estructural se da en base a procedimientos matemáticos y teniendo en cuenta softwares que agilizan el proceso de cálculo.

En este proyecto de investigación se aplicó la metodología BIM (Building Information Modeling) el cual es una metodología de trabajo virtual y colaborativo aplicada a nuestro sector para la colección organizada de datos de un proyecto para agilizar y facilitar todas las fases en la gestión de un proyecto, de esa

manera, obteniendo mejoras valiosas en el resultado y eficacia del desarrollo. Todos los profesionales involucrados en un proyecto de construcción pueden procesar proyectos individuales en tiempo real y acceder a la misma información, permitiendo el desarrollo desde una perspectiva global e integrada y minimizando errores.

La **justificación económica**, es que el desarrollo de este proyecto implementando la metodología BIM busca optimizar los procesos en la fase del diseño sismorresistente y estructural de la edificación multifamiliar de ocho niveles. Al momento de hacer uso de esta metodología, se tiene que trabajar en modelos tridimensionales lo cual lleva a encontrar interferencias y solucionarlas en el mismo programa. Optimizando el proceso de flujo en la fase de la concepción del proyecto.

De igual manera, la **justificación social**, es que en el desarrollo de este proyecto se aplique la Norma E.030, el cual tiene por objetivo común, consolidar la estabilidad de la construcción civil y afianzar su operatividad salvaguardando la seguridad de los usuarios.

En consecuencia, por lo descrito podemos afirmar que el **objetivo general** de esta tesis es: desarrollar un diseño estructural de una edificación multifamiliar de 8 niveles aplicando la metodología BIM en Juliaca, Puno, 2021 cumpliendo las exigencias del RNE.

Como **objetivos específicos**: hacer una adecuada estructuración de la arquitectura y pre-dimensionamiento de todos los componentes estructurales que forman la edificación multifamiliar, el siguiente objetivo específico es: desarrollar el análisis sísmico aplicando la metodología BIM de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente específicamente en el software Robot Structural Analysis, como último objetivo específico se plantea el diseño por resistencia los componentes estructurales que forman la edificación multifamiliar teniendo en cuenta los requerimientos de la Norma de Concreto Armado E.060 y aplicando la metodología BIM.

El desarrollo del diseño estructural implementando la metodología BIM, potencia a tener una mejor planificación de desarrollo del proyecto, reduciendo el uso de recursos como, por ejemplo: minimizando el tiempo del desarrollo del proceso, siendo esta afirmación la **hipótesis** del proyecto.

II. MARCO TEÓRICO

Para ratificar el siguiente proyecto de investigación, este tema se contrastó con investigaciones parecidas, estrechamente relacionadas de acuerdo a las palabras claves, la mayoría de ellos siendo presentados en los últimos cinco años, y para este proyecto de investigación se consideró antecedentes a nivel internacional, teniendo en cuenta el siguiente trabajo de (Chacon & Cuervo, 2017), en su tesis de grado desarrollado en Venezuela, **el objetivo** de esta investigación fue de aplicar la metodología BIM en los proyectos de construcción haciendo uso del programa computacional Autodesk Revit, en los **resultados** explica que esta metodología ya forma parte de la actualidad de muchos países incluso siendo la aplicación obligatoria para algunos proyectos públicos, entonces dando como consecuencia que se debe investigar más a profundidad esta metodología para evitar el desfase y la progresión. También afirma que en América solo lograron implementarla alcanzando la estandarización Canadá y Estados Unidos. A la vez **concluyen** que BIM es íntegro y alcanza aspectos de todas las ramas de nuestro sector los cuales constantemente se actualizan facilitando cada día más el intercambio de información entre las diferentes disciplinas que integran el proyecto.

El segundo antecedente internacional es de (Rivas Osorio, 2020) en su tesis de pregrado desarrollado en Colombia donde el **objetivo** fue de modelar tridimensionalmente la fase de arquitectura, estructura y MEP para así evidenciar las ventajas en el desarrollo de la planeación y gestión de los proyectos civiles. En los **resultados** logra encontrar aspectos relevantes para aplicar en los procesos constructivos con ello aumentar la calidad de trabajo integral en edificaciones. El autor considera el gran aporte de BIM que describe como una herramienta integral, completa, que inserta calidad de trabajo a nivel de construcción en aspectos como la gestión de información, ver elementos en 3D, detección de incoherencias en todas las fases del proyecto, facilitación en la

información de presupuestos de obra, ayuda a la elaboración interrelacionada de todos los niveles en el desarrollo de un proyecto. Entonces se **concluye** que BIM es una filosofía que está por encima de los servicios comunes de CAD. Entonces fijando la mirada en las vastas ventajas que presenta la metodología BIM, alcanza la eficiencia, cuando se ejecute el proyecto será hecho bajo los parámetros de un modelo único, centralizado y accesible a todos los integrantes del proceso constructivo. BIM trae consigo actualizar las herramientas de representación clásicas y diferentes formas de trabajar eficientemente, y llama a que los procesos de educación se adecuen a estas filosofías para superar obstáculos y así ser aún más competitivos en la vida profesional y brindar un mejor servicio a la sociedad.

Del mismo modo el tercer antecedente internacional que presento es el de (Forero Almeciga & Rojas Pulido, 2020) en su trabajo de grado desarrollado en Colombia, tienen por **objetivo** proponer parámetros de guía para implementar la metodología BIM de manera adecuada, precisamente en la fase estructural, así permitiendo gestionar integralmente del proyectos sus aspectos estructurales. Así también aplicando esta metodología **concluyen** en que permite el incremento de la calidad de los resultados finales del proyecto colaborando entre las diferentes disciplinas del proyecto de esta manera previniendo errores entre ellas y dando las recomendaciones que al manejar programas de la misma familia estén sean de la misma versión, el mismo año y utilizar el mismo idioma. Proponer reuniones constates entre los profesionales involucrados para coordinar la solución de interferencias. Utilizar solo una nube para compartir y almacenar información.

Como cuarto antecedente internacional tenemos a (Mojica Arboleda & Valencia Rivera, 2012) en su trabajo de grado desarrollado en Bogotá, en la cual su **objetivo** general es aplicar un modelo BIM en el proceso constructivo de una edificación donde **concluye** que interactuar en un modelo en tres dimensiones cuyos parámetros están relacionados, da un cambio radical y significativo, el trabajo de dibujo CAD hacia el modelo paramétrico 3D lo cual requiere el aprendizaje y manejo de softwares que conforman la metodología BIM. Y una

vez logrado ello, mejora los recursos tiempo, dinero, y la calidad minimizando errores en los planos y documentos finales.

Ahora como primer antecedente nacional presentamos el de (Núñez Herrera & Palacios Andrade, 2020) en su tesis de grado donde el **objetivo** principal de los tesisistas fue de elabora el plan de ejecución BIM donde aplicaron la estrategia, el proceso a llevar, los recursos necesarios así como las técnicas y por último las herramientas para llevar a cabo con la investigación luego de haber creado el modelo BIM, como **resultados** obtuvieron, incompatibilidades entre las disciplinas que componen el proyecto, lo cual, fueron corregidos de manera que el modelo BIM ayuda a que se van actualizando de forma instantánea es decir, elimina que el diseño se reprocese a comparación del diseño de forma tradicional. El terreno donde se proyectó la edificación, según el Estudio de Mecánica de Suelos la capacidad de carga admisible $Q_{adm}=1.61 \text{ kg/cm}^2$. En la fase estructural se tuvo en cuenta el factor de sitio que corresponde a la zona 3 y su coeficiente respectivo de 0.35 y entre los parámetros de sitio $S=1.15$, periodos T_p y T_l igual a 0.60 y 2.00 respectivamente. De acuerdo a lo antes descrito se obtiene como resultados haciendo uso del software Robot Structural, los periodos fundamentales: en el eje "X" igual a $T=0.34\text{s}$ y en el eje "Y" igual a $T=0.22\text{s}$. Luego para callar el factor de amplificación se tuvo en cuenta $T < T_p$ entonces se tiene $C_x=2.5$ Y $C_y=2.5$. como también el valor de $R=8$ en el cual consideraron un sistema aporticado en ambas direcciones. En esta investigación **concluyen** que para correcta aplicación de la metodología BIM, se debe aplicar el plan de ejecución BIM conjuntamente con capacidades de manejo de los programas computacionales, en caso de que no se tenga se **recomienda** una capacitación previa.

Como segundo antecedente nacional se tiene el de (Chinche Colorado & Méndez Ascate, 2020) en su tesis de grado el **objetivo** fue de realizar un diseño estructura incorporando la metodología BIM, como **resultados** en este proyecto de investigación se realizó el levantamiento topográfico obteniendo como resultado que el terreno tiene una pendiente de 3%, como segundo paso se realizó el Estudio de Mecánica de Suelos lo cual se observó que es una arena mal graduada semicompacta con capacidad de carga admisible $Q_{adm}=1.414$

kg/cm² con profundidad a 1.50 m por lo que propusieron que el tipo de cimentación fuera zapatas aisladas con vigas de cimentación, luego se desarrolla el modelo arquitectónico y estructural usando el software Revit cumpliendo con las condiciones de seguridad, habitabilidad y funcionabilidad. Por consiguiente, el sistema estructural planteado fue de pórticos de concreto armado con el tipo de columnas L y Tee, las vigas principales fueron de las siguientes dimensiones: 25*50, 30*70, y 15*30. La cortante basal, resultado del análisis sísmico se tuvo 139.23 tn en "X" y 146.11 tn en "Y" y las máximas derivas máximas de entrepiso fue de 0.007 y 0.003 en "X" y "Y" respectivamente. Las cuantías para las columnas tipo L fueron de 1.51% y columnas tipo T fue de 1.20% y para vigas su cuantía fue de 0.005, cumpliendo con los parámetros mínimos de la Norma E.060. **Conclusión**, la metodología BIM es la nueva tendencia en los proyectos civiles.

El tercer antecedente nacional (Colonia Vitorio & Valentin Duran, 2020) en su tesis de pregrado, donde el **objetivo** es implementar el modelo BIM para analizar sísmicamente una edificación multifamiliar de cinco niveles con sótano y semisótano, los **resultados** fueron los siguientes: se encuentra en la zona 3, del Estudio de Mecánica de Suelos se obtuvo un suelo intermedio (SC) con capacidad de carga admisible $Q_{adm}=1.21 \text{ kg/cm}^2$, por consiguiente optaron por usar el sistema estructural Dual, que es una relación de pórticos y muros estructurales. El proyecto se encuentra en la zona 3 $Z=0.35$ en un suelo intermedio $S=1.15$. La irregularidad estructural $R=7$. En el análisis sísmico el modelo obtuvo una cortante basal estática de 189.63 T.F. Por consiguiente, en el análisis dinámico obtuvo 93.04 T.F y 155.55 T.F en las direcciones "X" y "Y" respectivamente. En cuanto a la deriva de entrepiso fue de 0.007. Donde el análisis sísmico lo hicieron en el software Robot Structural este último formando parte de la familia Autodesk, por ende, formando parte de uno de los programas computacionales de la metodología BIM. En **conclusión**, la metodología BIM al trabajar en modelos tridimensionales permite que no de rehagan trabajos, sino que solo trabaja bajo un solo modelo que contiene toda la información necesaria.

Otro antecedente nacional es de (Dante Salvatierra, 2020) en su trabajo de tesis, donde el objetivo es realizar el análisis sísmico y diseño estructural de una

edificación destinada a la implementación de oficinas, lo peculiar de este proyecto de edificación es que está aislado en su base con 20 dispositivos LRB lo que conduce a contar con un sótano para la inspección y su mantenimiento periódico de los dispositivos con elastómeros. Por **resultados** se tiene que la profundidad de implantación es de 3.6 m y de acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos posee una capacidad de carga admisible $Q_{adm}=4 \text{ kg/cm}^2$ El sistema estructural que propuso fue el de concreto armado compuesto de pórticos. Y los pisos y techos están conformados losas aligeradas en un solo sentido, como también, losas macizas. Con respecto a la cimentación está dada por zapatas aisladas, conjuntamente con zapatas laterales que se interrelacionan con la zapata del muro de contención. Donde los resultados del periodo fundamental nominal lo cual fue de 2.7 segundos. El análisis de tiempo historia no lineal fue de 0.29 g y la deriva de entrepiso máximo fue de 4.34%. Luego los resultados de las cortantes de diseño fueron de 11.7%, 23%-10.7% del peso sísmico en las direcciones "X" y "Y" respectivamente. Como **conclusión** de la fase de diseño sismorresistente es que las cuantías aplicadas en las vigas de la subestructura fueron de un promedio de 1.83% y las vigas de la superestructura fue de 1.29%. en cuanto a las cuantías de las columnas verticales de la subestructura fue de 1.18% y de las columnas de la superestructura fue de 1.2% en la parte inferior y en la parte superior de 1%.

(Aguilar Venegas & Mendoza Tanta, 2020) en su tesis de grado donde, el **objetivo** general fue diseñar la estructura de la FIC de la UCV para 7 niveles, usando el sistema estructural de pórticos. En la fase de **resultados**, se hizo estudios de topografía y estudio de Mecánica de Suelos, donde se vio que es un terreno llano y del estudio de EMS que es un suelo intermedio con capacidad de carga admisible de $Q_{adm}=0.98\text{kg/cm}^2$. Luego se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales como vigas, columnas y losas todo esto acorde a la Norma E.060 (Concreto Armado) y la norma E.030 (Diseño Sismorresistente). Luego se procede a diseñar en 3D implementando el Software Autodesk Revit cumpliendo con los requisitos mínimos arquitectónicos. Luego se lleva al programa Etabs para el análisis estructural donde se realiza el análisis modal en los primeros modos con una masa participativa de 6.51% y 0.05% en la

dirección “X” y “Y” respectivamente. En el siguiente modo tiene una masa participante de 0.02% y 89.68% en las direcciones “X” y “Y” respectivamente. Ahora las derivas obtenidas a través del análisis dinámico no lineal fue dentro del rango 0.0008 y 0.003. En **conclusión**, todos los resultados obtenidos fueron satisfactorios, de esa manera garantizando un buen comportamiento sismorresistente de la edificación.

(Domínguez Hurtado & Moreno Minaya, 2018) en su tesis de pregrado en la cual el **objetivo** es diseñar una edificación que tenga un buen comportamiento ante eventos sísmicos. Los **resultados** del proyecto de investigación que se encuentra en Ancash. Del Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) se obtiene un suelo bien gradado con pocos finos, con 2.47 kg/cm² como capacidad portante. Los resultados de análisis estructural fueron de T=0.34s y T=0.29s en las direcciones “X” y “Y” respectivamente. También el resultado de las fuerzas sísmicas R=7.20 en las dos direcciones. Los resultados de la fuerza cortante basal fueron de 339.95 T.F en la dirección “X”, y 339.95 T.F en la dirección “Y”. Como también, tenemos los resultados del análisis dinámico en “X” 233.04 TF y en “Y” 274.26 TF. Luego de los resultados ya descritos se procedió a desarrollar el diseño de los elementos estructurales mediante los softwares: Autodesk Robot Structural Analysis y Revit. En **conclusión**, estas herramientas integradas permitieron el diseño e manera más interrelacionada lo cual también permite encontrar interferencias entre las otras fases en la etapa de inspección y construcción de la edificación.

(Barqawi et al., 2021) en su artículo científico que originalmente se encuentra en el idioma inglés establece que, el **objetivo** general de esta investigación es revisar los factores que causan retrasos en la metodología tradicional y como mejoran con la aplicación de la metodología BIM. Por **resultados** se obtuvo, existe una brecha de investigación en los estudios tradicionales en demoras en la construcción de proyectos civiles provocador por los empleadores, esta situación tiene muchas consecuencias como sobrecostos y tiempos, también en la reducción de la calidad de los proyectos terminados, por lo que la metodología BIM ha acortado esa brecha, siendo una herramienta que debe de potenciar, sobre todo en países latinoamericanos. Como **conclusión** se espera que

proporcione una nueva dimensión a la gestión de proyectos civiles y sirvan como guía a los empleadores para que aborde los desafíos de las demoras causadas para hacerlos más efectivos.

(Maqsoom et al., 2020) en su artículo científico desarrollado en Rumania, donde el **objetivo** general de esta investigación desarrollar múltiples estructuras que puedan proporcionar capacidad de carga implementando la metodología BIM. Por **resultados** se obtuvo, en las diferentes etapas se implementó el diseño colaborativo, diseño virtual, diseño paramétrico, diseño de tuberías y estadística de la tabla de materiales de forma óptima. Como **conclusión** la investigación proporciona ideas bases para la implementación de la metodología BIM de forma paramétrica y correcta.

(Yang et al., 2021) en su artículo científico desarrollado en Australia, describe que la industria de la construcción está experimentando una revolución digital debido a la aparición de nuevas tecnologías. Una tendencia significativa es que los proyectos de construcción se han transformado y actualizado al modo digital e inteligente en todas las fases que presenta. Como **objetivo** general es desarrollar de manera crítica un flujo innovador de la metodología BIM. Los **resultados** son, la metodología BIM ha ganado mucho interés en el campo de la investigación de edificios inteligentes, sin embargo, las aplicaciones y de construcción inteligente no se ha explorado a fondo por lo que la investigación proporciona una comprensión general y pensamiento crítico sobre el nexo BIM y edificaciones inteligentes mediante las fases del proyecto y atributos inteligentes. Como **conclusión**, se propuso ideas e implicaciones críticas sobre mejorar la interoperabilidad BIM, exploración en la fase de operación y renovación, luego aclarar los beneficios económicos de los proyectos BIM.

CONCEPTOS TEORICOS

Definición teórica

(Florez Cajacuri, 2020) Building Information Modeling (BIM), es una metodología que permite el trabajo colaborativo con el objetivo de crear y gestionar un proyecto de construcción. Su tarea principal es unificar toda la información del

proyecto en un solo modelo de información digital al cual tengan acceso todos los profesionales implicados en su creación. BIM hace el uso de programas computacionales que modelan y analizan los edificios u obras civiles en forma tridimensional y en tiempo real.

Definición operacional

(Prieto-Tibaduiza et al., 2019) La metodología BIM busca optimizar el proceso de trabajo en todas las fases, desde su concepción hasta su ejecución. Su objetivo principal es representar la estructura con información, todo ello en una sola base de datos, a la cual puedan acceder todos los intervinientes en su creación, para luego integrar las disciplinas y evitar las colisiones o interferencias.

CARACTERISTICAS PRINCIPALES

(Porrás Díaz et al., 2015) El ciclo de vida de un proyecto interrelacionada con la metodología BIM, empieza por el boceto de una idea y se finiquita con el derribo y si es posible con el reciclaje. Este ciclo de reparte en siete dimensiones BIM. (Ver Figura N° 01)

- 1D o idea, se conforma por la concepción de una idea y sus primeras estimaciones.
- 2D o el boceto, está dada por las primeras plasmaciones de las ideas en dibujos a dos dimensiones.
- 3D o coordinación, en esta fase la metodología BIM ya hace el uso de programas computacionales que permiten plasmar la idea y el boceto en modelos tridimensionales. En esta fase se modela todos los componentes del edificio como arquitectura, estructuras y MEP. Por lo tanto, permite encontrar las interferencias entre todas las especialidades, y así eliminando todos los conflictos hallados.
- 4D o planificación de obra, en esta dimensión la metodología BIM, permite desarrollar el modelo para planificar las tareas, todo ello ajustado a la

variable tiempo, es decir, potencia la planificación de obra en la etapa de ejecución.

- 5D, medición y presupuesto de obra, en esta dimensión la metodología BIM, te brinda información detallada, precisa, sobre los metrados de obra y el presupuesto de obra, en base a los tipos de materiales plasmados en la fase 3D. por lo tanto permite usar el modelo para los costes, de todas las fases del proyecto.
- 6D o certificación energética, la aplicación de la metodología BIM en las anteriores fases, permite que el modelo BIM a este nivel se pueda emplear para desarrollar cálculos, análisis y estudios de impacto energético.
- 7D o gestión de activos, el empleo de la metodología BIM permite interactuar e el modelo BIM las condiciones físicas de los elementos estructurales, arquitectónicos y MEP, así también, los detalles para operaciones y mantenimiento.



Figura 1: Ciclo de vida de una edificación con BIM
Fuente: (Kaizen Arquitectura e Ingeniería, 2020)

VENTAJAS DE APLICAR LA METODOLOGÍA BIM EN LOS PROYECTOS

(Sánchez Morales, 2017) describe en su tesis, las ventajas de la implementación de la metodología BIM en los proyectos de edificación inteligente.

Trabajo multidisciplinaria y colaborativo

Al implementar la metodología BIM en los proyectos civiles, mediante los programas computacionales que la componen, permite que se trabaje en un solo modelo al cual tienen acceso todos los profesionales involucrados, teniendo así solo una información y en tiempo real, lo que significa, que, si hay una modificación en un área, automáticamente se ve reflejada en la otra área. Por lo tanto, la información es actual en todos los componentes del proyecto.

Edificación eficiente y sostenible

Haciendo el uso de BIM es posible hallar y desarrollar el impacto energético que pueda tener las edificaciones en concepción, por lo tanto, se hace más sencillo la puesta de edificios inteligentes y sostenibles. También, encuentra las interferencias y desfases, lo cual permite antever las fricciones entre las fases, de esta manera, permitiendo entablar soluciones en el 3D virtual mas no en la fase de construcción.

Combinación entre herramientas informáticas

La metodología BIM emplea y fomenta el uso de programas computacionales que se interrelacionan y complementan entre sí. Como por ejemplo Revit y Robot Structural, en la fase de la arquitectura y su respectivo análisis estructural para plantear los elementos estructurales más óptimos para su correcto comportamiento estructural y sismorresistente.

Ahorro y eficiencia

BIM favorece a la optimización de costos, porque estima el presupuesto e manera global y en cada una de sus etapas, esa estimación es casi precisa y se actualiza automáticamente cada que hay modificaciones.

Realidad virtual y visualización 3D

La visualización 3D permite antever los posibles errores, e interferencias que se dan entre los componentes de las edificaciones, esto conlleva a que se

solucionen y modifiquen en la realidad virtual. Evitando sobrecostos en la fase de ejecución del proyecto.

Transparencia

Todos los agentes involucrados en la concepción del proyecto, pueden consultar en tiempo real, a una sola información actualizada para obtener una mayor precisión de datos. Potenciando la comunicación bidireccional.

DESVENTAJAS

Requiere mayor capacitación con respecto a los programas computacionales que la metodología BIM requiere.

Altos costes de capacitación e implantación.

Que los profesionales de la construcción tengan resistencia al cambio.

Falta de colaboración entre los involucrados en la concepción de los proyectos civiles.

DIMENSIONES

(Forero Almeciga & Rojas Pulido, 2020) Autodesk Revit, es un programa computacional de modelado inteligente, que permite el modelado BIM ya que tiene vinculación con otros programas que complementan las tareas que hacen posible el diseño integral de una obra civil.

La peculiaridad de este software es que implementa los modelos tridimensionales en base a grupo de familias, que ponen en marcha el proyecto desde la subestructura a la superestructura. Con Revit no solo se dibuja, sino se construye en una realidad virtual en 3D, y se almacena toda la información en una base de datos relacional. En caso de que haya modificaciones, Revit presenta la cualidad de actualización en las diferentes ventanas vinculadas, en el caso de que se presente modificaciones en el modelo principal. Estos aspectos positivos conllevan a que se ahorre tiempo en actualizaciones manuales. Otro aspecto positivo es la minimización de errores y desfases.

Robot Structural Analysis, es un programa computacional de Autodesk que desarrolla el diseño estructural sismorresistente mediante el análisis de elementos finitos, lo cual hace un programa óptimo para ingenieros que requieren analizar y diseñar una amplia variedad de estructuras de acero y concreto armado.

Este programa computacional de diseño permite la operatividad BIM, lo que agiliza el proceso de diseño y plasmar en Revit los resultados obtenidos.

CONCEPTOS TEORICOS DEL DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE

DEFINICIÓN TEÓRICA

Diseño estructural

(Meli Piralla, 2016) El diseño es un desarrollo creativo a través del cual se determinan las características de un sistema estructural para que cumpla mejor con sus objetivos. El objetivo general de desarrollar un sistema estructural es tener un buen desempeño sísmico sin colapsar. La solución estructural está dirigida a las limitaciones derivadas de la interacción con otras etapas del proyecto, así como a las limitaciones generales de tiempo y costes de ejecución.

Análisis sísmico

(Chaiña Mamani, 2016) La tarea principal de realizar un análisis sísmico es hallar el desempeño sismorresistente de la edificación en proyecto, sometidas a cargas de sismo, respetando los parámetros establecidos en la norma de diseño sismorresistente E.030. De este análisis sísmico se verá analíticamente como es el desempeño interno de cada uno de los componentes estructurales que forman la edificación. Por lo tanto, el análisis estático y el análisis dinámico modal espectral permiten mediante el proceso iterativo hallar las dimensiones apropiadas, todo ello bajo la Norma E.030, el análisis también dependerá de la importancia del edificio, regularidad y altura de la edificación.

Características de los sismos

(Tavera, 2016) Cuando se da un evento sísmico, temblores o terremotos, y estos se originan en el interior de la tierra, generando una liberación de energía en su medio colindante. Esta liberación de energía genera un equilibrio isostático, lo cual es un rompimiento o rotura. Por lo que esta energía produce una vibración con movimiento ondulatorio en la tierra, que también son llamadas ondas elásticas u ondas sísmicas que se propagan en el interior y superficie de la tierra. (Ver Figura N° 02)

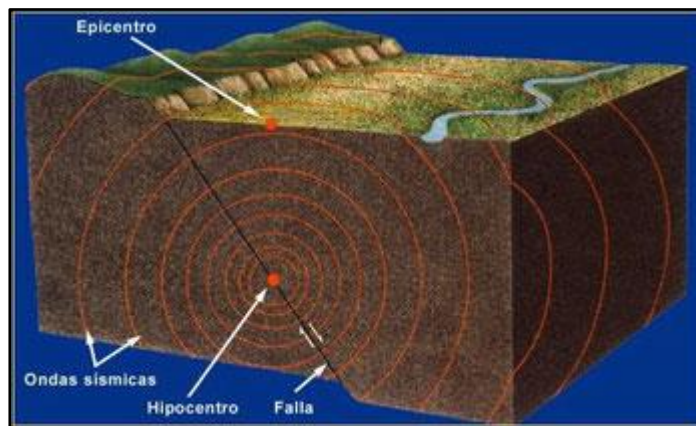


Figura 2: Representación gráfica de un sismo
Fuente: (Amino, 2017)

Ondas sísmicas

(Morales et al., 2017) Las ondas sísmicas son movimientos que se dan en la superficie terrestre, este movimiento aleatorio es la consecuencia de una energía liberada, en la parte interna, llamado foco. Y estas ondas se dividen en dos grupos: ondas internas y ondas superficiales. Dentro de estos dos grupos mencionados, existen cuatro grupos de ondas sísmicas: P, S, L y R. (Ver Figura N° 03)

Velocidad de las ondas:

- P: 7 km/s
- S: 4 – 6 km/s
- L: 2 – 3 km/s

- R: 90% de las ondas S

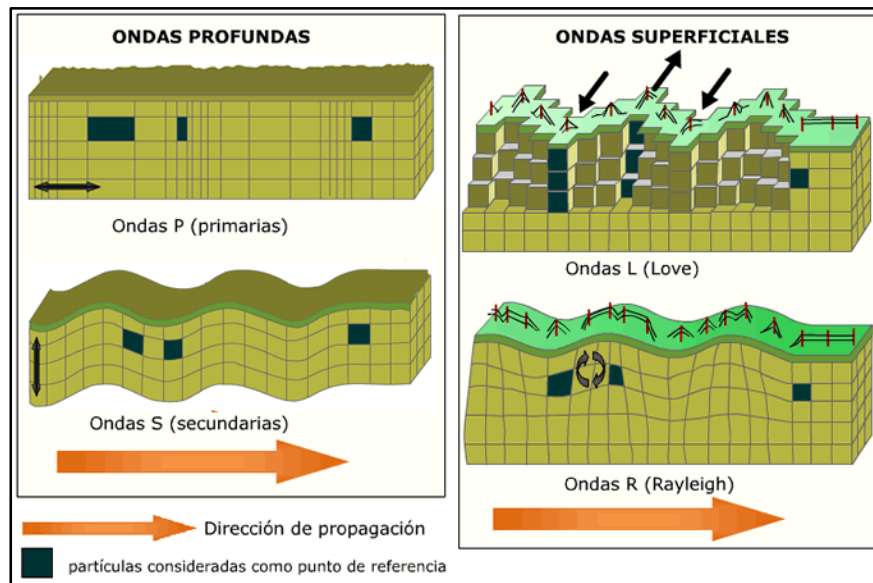


Figura 3: Tipo de ondas sísmicas
 Fuente: (Cienciasfera, 2021)

Ondas Internas

P: También llamadas ondas primarias, son de tipo longitudinal o compresional, es decir, es suelo se comprime y dilata. Se desplazan en el agua o material rocoso. Las ondas P tienen una movilidad 1.73 veces más que las ondas S. (Ver Figura N° 04)

S: Son ondas transversales, se dan en la normal al plano de su movimiento original. Su movimiento es relativamente menor que las ondas P. pero estas generan el movimiento osciladores en un evento sísmico, por lo tanto, causan mayor impacto en las edificaciones. Y a diferencia de las ondas P, no se trasladan por el agua. (Ver Figura N° 04)

Ondas Superficiales

R: Estas son las que desarrollan un movimiento elíptico y retrogrado del suelo.

L: Viajan por sobre la tierra a partir de su epicentro, son movimientos de lado a lado. El plano de vibración es la normal del plano al rayo. (Ver Figura N° 04)

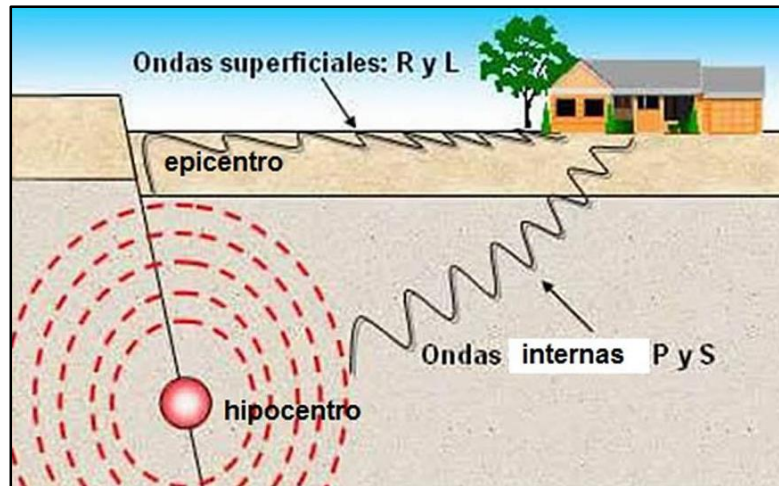


Figura 4: Representación de los tipos de las ondas sísmicas
Fuente: (Rojas, 2019)

ESTRUCTURACIÓN Y PREDIMENSIONAMIENTO

Estructuración

(Chipana Mamani & Huillca Huillca, 2019) El objetivo de la estructuración es, evitar los desplazamientos críticos y evitar efectos de torsión considerables.

La estructuración es la primera fase para un diseño estructural óptimo. Consiste en ubicar y definir de forma adecuada los elementos estructurales que compondrán la estructura como columnas, placas, vigas. Respetando lo que más se pueda el plano arquitectónico. El lograr una buena estructuración potencia el buen comportamiento ante acciones sísmicas.

Por el contrario, una mala distribución de los elementos estructurales, será más complejo para que tenga un buen comportamiento sismorresistente.

Criterios para una buena estructuración

En esta parte se explica los criterios planteados por (Blanco Blasco, 1994).

Simplicidad y simetría

la estructura tiene que lograr ser lo más simple posible, una estructura simple y simétrica tiene por experiencia un mejor comportamiento ante sollicitaciones

sísmicas, por el contrario, cuando la estructura es asimétrica en la etapa de diseño, se tiene que tener conceptos más complejos para lograr un buen comportamiento sismorresistente.

Resistencia y ductilidad

La estructura debe de poseer resistencia ante sollicitaciones sísmicas en las dos direcciones principales de diseño. Con respecto a la ductilidad, en la situación de que la estructura sea expuesta a un sismo severo, esta tiene que responder ante la falla dúctil, con el objetivo de no cobrar vidas humanas.

Uniformidad y continuidad

La estructura debe de presentar uniformidad en planta y continuidad en elevación, de esta manera evitar los cambios de rigidez bruscos para evitar el efecto de piso blando y choque entre edificios.

Rigidez lateral

La estructura debe poseer elementos cortantes para las fuerzas laterales a las que estará expuesta. Con el fin de evitar deformaciones excesivas.

Diafragma rígido

Tener en cuenta como hipótesis básica que la losa de una estructura se comporte como una losa rígida que idealiza a la estructura como una unidad, en la cual las fuerzas laterales se distribuyan en las columnas y muros cortantes.

Hiperestaticidad y monolitismo

es una práctica casi habitual que las edificaciones de concreto armado se les adicione muros cortantes, para obtener una combinación de elementos rígidos y flexibles, esto ayuda a reducir las deformaciones y reducir el impacto de la energía sísmica.

Elementos no estructurales

Los elementos no estructurales representan aspectos positivos y negativos, entre los positivos esta que colaboran en un mayor amortiguamiento dinámico. Pero antes eventos sísmicos fuertes, estos quedan dañados excesivamente, pudiendo inhabilitar al edificio por lo que no debe integrar a los elementos estructurales. Estos deben de mantenerse lo menos afectado posible.

ELEMENTOS ESTRUCTURALES

Losas

Son elementos estructurales que hacen posible que existan los pisos a nivel del suelo o a nivel de entrepiso. Su tarea principal es la transmisión de cargas vivas y cargas permanentes hacia las vigas. Con mención a las cargas de sismo, estas se comportan como una unidad de la estructura, con el objetivo de lograr una respuesta uniforme en cada piso.

Vigas

Son elementos estructurales que reciben las cargas que transfieren las losas, y estas a la vez las transmiten a las columnas. Estos elementos estructurales son los que normalmente definen los ejes de trabajo en los planos. Con respecto a la función sísmica, estas constituyen pórticos conjuntamente a las columnas y muros de corte. Las vigas se pueden dar de dos formas, peraltadas o chatas. (Ver Figura N° 05)



Figura 5: Clasificación de tipos de vigas
Fuente: (Konstrutecnia, 2021)

Columnas

Son elementos estructurales normalmente verticales, aunque pueden presentarse con una cierta pendiente, de acuerdo al tipo de arquitectura y estructura que se esté planteando. Estas reciben las cargas de las losas y también de las vigas. Con respecto a su comportamiento sísmico, estas son esenciales ya que, en conjunción con las vigas, forman pórticos, y estas son los elementos base para soportar solicitaciones sísmicas.

Las columnas principalmente están expuestas a esfuerzos de compresión y flexión. Debido a que tienen momentos flectores transmitidos por las vigas y también a las cargas axiales de los diferentes niveles de la edificación.

Muros o placas

Son paredes de concreto armado, su característica principal es que su largo es amplio en correlación a su ancho, es por esta razón, que tienen gran rigidez y resistencia en la dirección del largo.

La gran rigidez lateral que proporcionan estos elementos, hace que su empleo sea más eficiente y cada vez más común para las solicitaciones sísmicas.

Cimentación

(Alva Hurtado, 2011) La cimentación es un conjunto de elementos estructurales que tienen la tarea de transmitir las cargas de superestructura al suelo. La cimentación tiene la característica de ser un ensanchamiento de las columnas puesto que no tienen que superar la capacidad portante del suelo. Sus objetivos principales son, no ceder a las solicitaciones por cortante, soportar esfuerzos a flexión del suelo y es por eso que dispone de armaduras inferiores, tener la capacidad de adaptarse a los movimientos del suelo, Soportar las interferencias de suelos inestables como el agua y su presión.

Cimentaciones superficiales o directas

Son las que reposan en la capa superficial del terreno. Estas se proponen cuando el suelo tiene la suficiente capacidad portante para soportar la

construcción. Este tipo de criterio es menos costoso y su proceso constructivo es más simple. (Ver Figura N° 06)

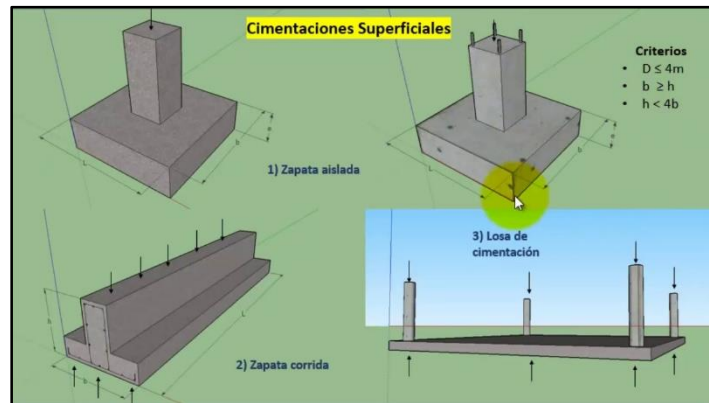


Figura 6: Cimentaciones superficiales
Fuente: (Construreyes Ingenieria, 2017)

Cimentaciones profundas

Este tipo de cimentaciones se dan cuando el terreno sobre el cual se va a cimentar tiene muy baja capacidad portante de acuerdo al Estudio de Mecánica de Suelos, por lo tanto, se busca un suelo adecuado para la carga estructural y se busca un suelo estable a profundidad. Normalmente este tipo de cimentaciones hacen uso de los pilotes para transmitir las cargas de la superestructura a un suelo estable. (Ver Figura N° 07)

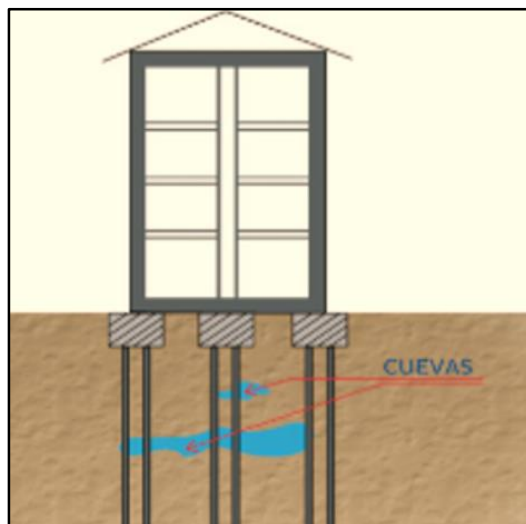


Figura 7: Cimentación profunda
Fuente: (Aliaga, 2020)

Predimensionamiento

Predimensionamiento de losa

(Blanco Blasco, 1994) nos recomienda el peralte de las losas aligeradas podrá ser considerando las luces libres a cubrir. (Ver Figura N° 08)

- $h = 17$ cm cuando las luces sean menores a 4 m.
- $h = 20$ cm cuando las luces estén entre 4 m a 5.5 m.
- $h = 25$ cm cuando las luces estén entre 5 m a 6.5 m.
- $h = 30$ cm cuando las luces estén entre 6 m a 7.5 m.

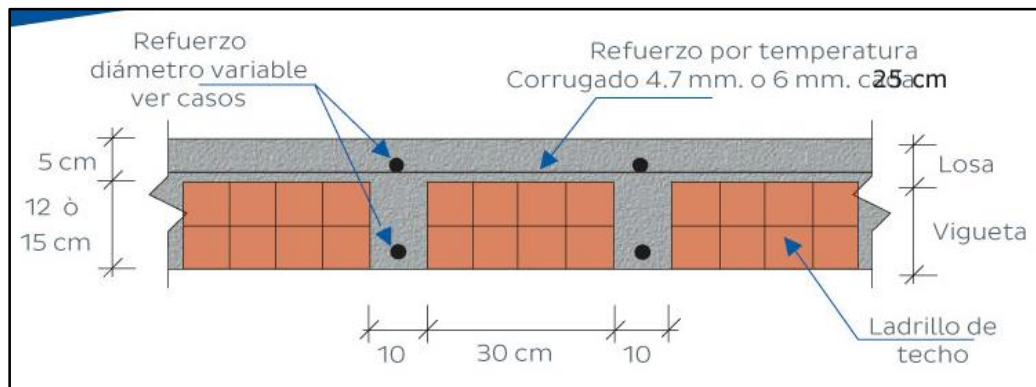


Figura 8: Losa aligerada
Fuente: (Aceros Arequipa, 2021)

Predimensionamiento de viga

(Blanco Blasco, 1994) nos recomienda que para el predimensionamiento de vigas se tenga en cuenta la relación siguiente, $l/10$ a $l/12$ de la luz libre. El denominador a escoger es de acuerdo a la importancia de la edificación, es decir, a que uso será destinado. Con respecto a la RNE nos dice que la base mínima será de 25 cm. (Ver Figura N° 09)



Figura 9: Predimensionamiento de viga
Fuente: (Garcia , 2016)

Predimensionamiento de columnas

(Blanco Blasco, 1994) Este tipo de elementos estructurales están sometidos a cargas axiales y momentos flectores transmitidos por las vigas. Cuando se trate de edificaciones importante con un número elevado de niveles, se puede predimensionar usando la siguiente relación: la carga axial en servicio produzca un esfuerzo de compresión del orden de $0.45 f'c$. (Ver Figura N° 10)

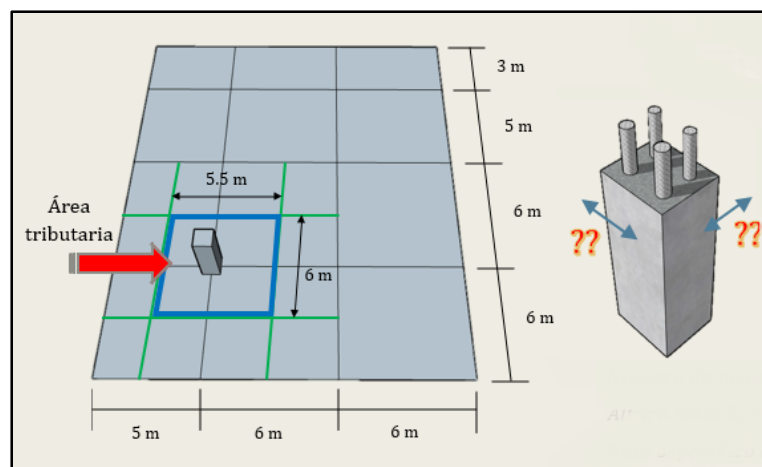


Figura 10: Predimensionamiento de columnas
Fuente: (Civil , 2021)

Predimensionamiento de placas

(Blanco Blasco, 1994) nos dice que es complicado poder hallar las dimensiones previas de una placa, porque su principal tarea es absorber las sollicitaciones sísmicas, mientras más abundantes sean más absorberán las fuerzas de sismo.

Las placas pueden tomar un mínimo de espesor de 10 cm como en el caso de MDL (Muros de Ductilidad Limitada) pero por motivos de rigidez se toma en cuenta un ancho óptimo de 20 cm, 25 cm, 30 cm de acuerdo al número de pisos, para el caso de prever se puede tomar la siguiente relación. (Ver Figura N° 11)

$$L_{x,y} = \frac{V_{basal}}{\phi(0.53)(\sqrt{f'c * b * 0.8})}$$

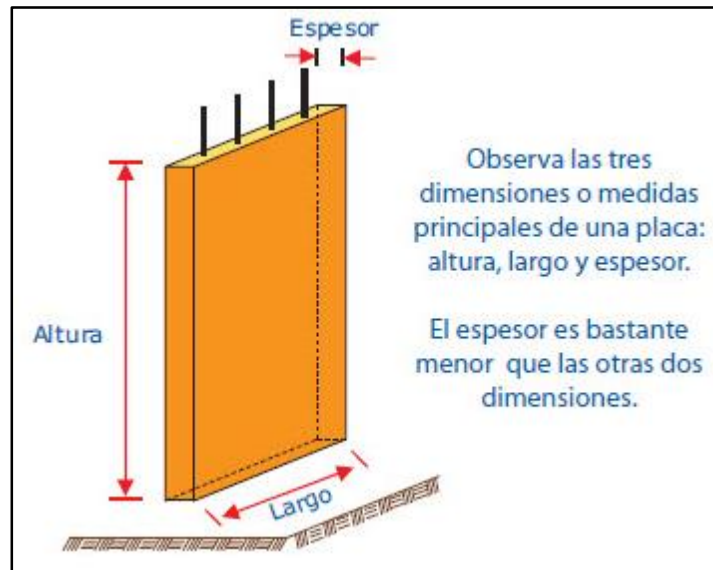


Figura 11: Predimensionamiento de muros estructurales
Fuente: (Aceros Arequipa, 2021)

ANALISIS SISMICO

Metrado de cargas

(San Bartolome, 1994) El metrado de cargas es una técnica con lo que se puede apreciar las cargas actuantes, la cual actúan los elementos estructurales que conforman la estructura. Esta forma de hallar las cargas es aproximada ya que no se toman en cuenta los efectos hiperestáticos a causa de los momentos flectores.

Como forma general, al metrar las cargas, se dan en la forma de que un elemento se apoya sobre otro y entre estas se transmiten cargas de gravedad y momentos. (Ver Figura N° 12)

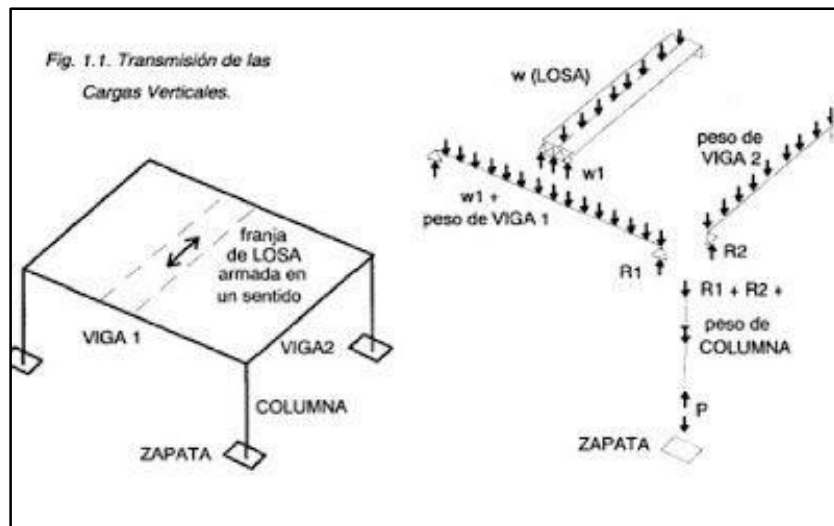


Figura 12: Forma de la transferencia de fuerzas de los elementos estructurales
Fuente:(Ing. Ángel San Bartolomé, 2005)

Filosofía y principios del diseño sismorresistente

(RNE E.030, 2018) Según la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente) la filosofía de esta norma consiste en:

- Prevenir el decaimiento de vidas.
- Consolidar que los servicios básicos sigan funcionando.
- Minimizar daños de la estructura, ante solicitaciones sísmicas.

(RNE E.030, 2018) Según la Norma Técnica E.030 (Diseño Sismorresistente) los principios de esta norma consiste en:

- La estructura en diseño cuando este expuesto a solicitaciones sísmicas de importancia podrá verse afectado, pero no puede colapsar, de esa manera, evitando daños graves a las personas.
- La estructura debe de tener la capacidad de superar solicitaciones sísmicas moderadas del suelo, dando lugar a reparaciones dentro de los límites aceptables.

- Con respecto a las edificaciones esenciales, de acuerdo a la Tabla N° 05 de la Norma E.030, deberán tener criterios especiales con el objetivo de que se encuentren operativas ante un sismo severo.

Factor de zona

(RNE E.030, 2018) En consideración con las últimas modificaciones, el país se encuentra dividido en cuatro zonas, en la cual la zona 1 es la menos vulnerable y la zona 4 es la más vulnerable en sufrir eventos sísmicos. Por ello, cada zona se le ha atribuido un factor de zona, el cual se considera en el análisis sísmico. (Ver Figura N° 13 y N° 14)

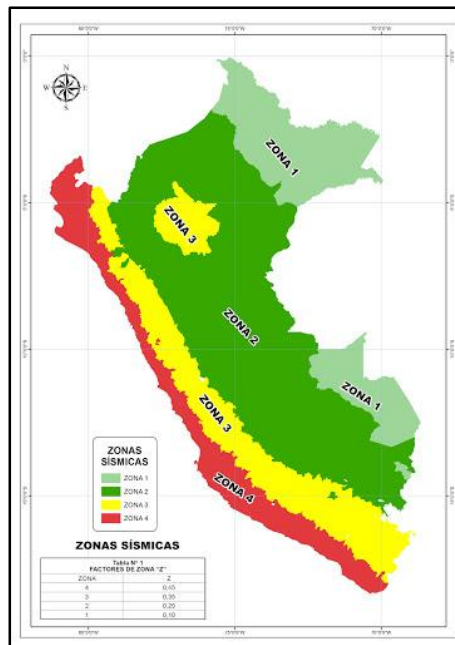


Figura 13: Zonificación sísmica en Perú
Fuente: (RNE E.030, 2018)

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0,45
3	0,35
2	0,25
1	0,10

Figura 14: Factores de zona
Fuente: (RNE E.030, 2018)

Perfil del suelo

La clasificación del perfil del suelo toma en cuenta la velocidad de propagación promedio de las ondas de corte (V_s), y para suelos granulares se considera el promedio ponderado de N60, que es igual a los resultados obtenidos de la prueba estándar de penetración (SPT). Existen cinco tipos de perfiles de suelo, son: perfil tipo S0 o roca dura, perfil tipo S1 o roca y suelo muy duro, perfil tipo S2 o suelo intermedio, tipo S3 o suelo blando y tipo S4 o suelo con condiciones especiales.

Parámetros del sitio (S, TP y TL)

Para encontrar estos valores, se considera el tipo de perfil de suelo junto con factores regionales. Luego, para encontrar el período correspondiente, use el tipo de perfil de suelo (Ver Tabla N° 1 y N° 2)

Tabla 1: Factor de suelo "S"

FACTOR DE SUELO "S"				
ZONA/SUELO	S0	S1	S2	S3
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: Tabla N° 03 del (RNE E.030, 2018)

Tabla 2: Periodos "Tp" y "TI"

PERIODOS "Tp" y "TI"				
	Perfil del Suelo			
	S0	S1	S2	S3
Tp (s)	0.30	0.40	0.60	1.00
TI (s)	3.00	2.50	2.00	1.60

Fuente: Tabla N° 04 del (RNE E.030, 2018)

Factor de amplificación sísmica

De acuerdo a las propiedades de sitio, el factor de amplificación sísmica se da por las siguientes relaciones. (Ver Figura N° 15)

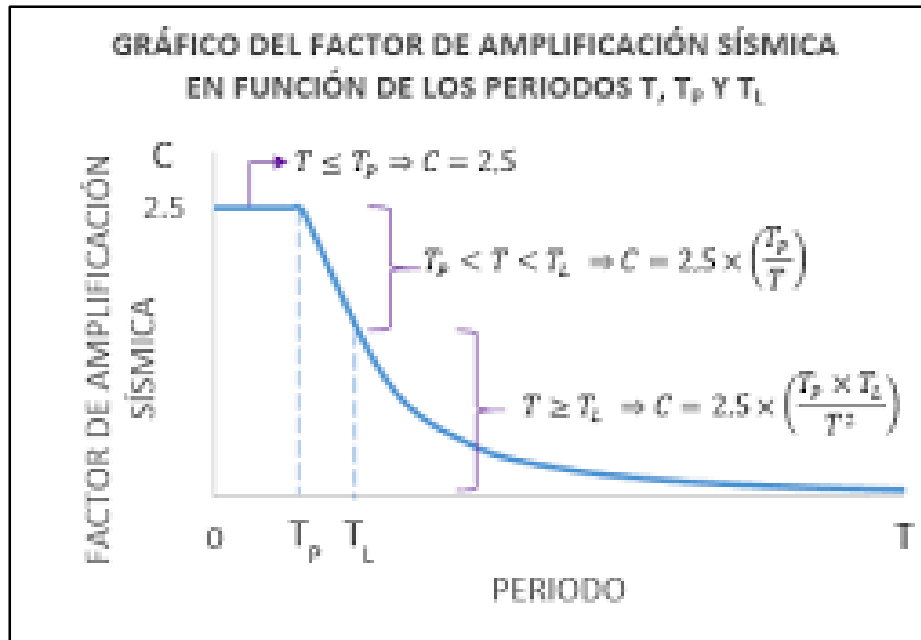


Figura 15: Factor de amplificación sísmica
Fuente: (RNE E.030, 2018)

Categoría de edificación y factor de uso

Las estructuras están divididas de acuerdo a la Tabla N° 05 del RNE E.030 (Diseño Sismorresistente) en categorías, por lo tanto, su factor de uso está definido en base a la clasificación que se haga. (Ver Tabla N° 3)

Tabla 3: Categoría de las edificaciones y factor "U"

CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	U
A	Esenciales	1.5
B	Importantes	1.3
C	Comunes	1.0
D	Menores	*

Fuente: Tabla N° 05 del (RNE E.030, 2018)

Coefficiente básico de reducción de fuerzas

Las configuraciones estructurales se dividen acorde a los materiales en uso, y sistemas de estructuración sismorresistente tal como se ve en la Tabla N° 07 del RNE E.030. Luego se ubica el coeficiente en base. (Ver Tabla N° 4) (Ver Figura N° 16)

Tabla 4: Coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas

SISTEMA ESTRUCTURAL	R_0
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4

Fuente: Tabla N° 07 del (E.030, 2018) adaptado.

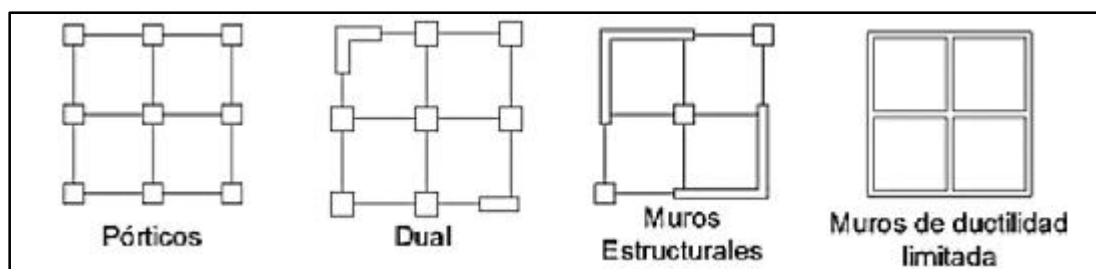


Figura 16: Tipos de sistema estructural

Fuente: (Villegas Sánchez, 2019)

Factores de irregularidad

De acuerdo al tipo de irregularidad, le corresponde un factor I_p , lo cual es un factor para la reducción de fuerzas sísmicas R , y el factor I_p , determina el menor valor de las Tablas N° 8 y N° 9 del RNE E.030. El cual se dividen en dos tipos de configuraciones: irregularidades por altura y planta.

Irregularidad de rigidez –piso blando

Esta irregularidad está dada por cambios drásticos de la distribución de rigidez en elevación de la estructura, y se especifica en la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente). Se puede dar por alturas diferenciadas de pisos, por la irrupción de elementos estructurales verticales, o por la interacción de elementos no estructurales con los elementos estructurales. (Ver Figura N° 17)

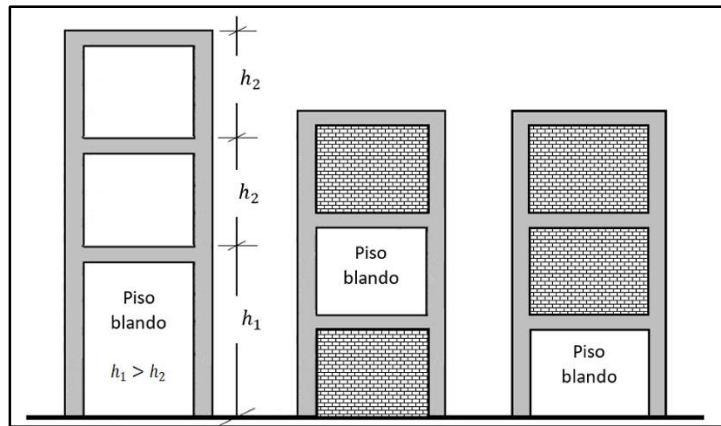


Figura 17: Irregularidad de rigidez por piso blando
Fuente: (Mota, 2020)

Irregularidad de masa

Este tipo de irregularidad se presencia cuando hay diferencias de pesos bruscos de un nivel y de su adyacente. Cuando la masa de un piso es 1.5 veces que la masa de un piso adyacente. (Ver figura N° 18)

Irregularidad en geometría vertical

Se da este tipo de irregularidad, cuando en alguna de las direcciones de análisis o en ambas, la dimensión en planta de la estructura resistentes a cargas laterales es mayor que 1.3 veces a la dimensión de piso adyacente. Lo antes descrito, no aplica en azoteas ni sótanos. (Ver figura N° 18)

Discontinuidad de sistemas resistentes

Cuando existe un desalineamiento de los elementos estructurales verticales, como cambios de orientación, como desplazamientos de mayor magnitud que la dimensión del elemento. (Ver figura N°18)

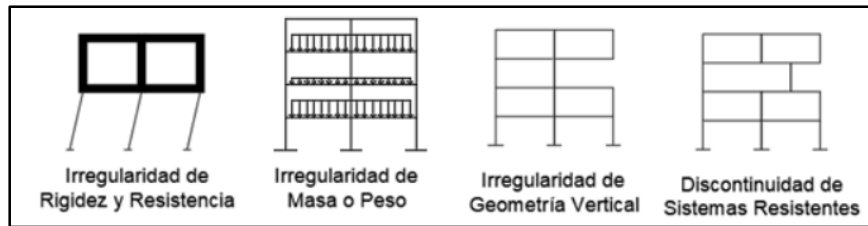


Figura 18: Tipos de irregularidades en altura
Fuente: (Villegas Sánchez, 2019)

Irregularidad torsional

Se da cuando la deriva de entrepiso, en cualquiera de las dos direcciones, es mayor en 1.3 veces que la deriva promedio al final del entrepiso, si se da este caso se produce irregularidades de torsión para las mismas condiciones de carga. (Ver figura N° 19)

Esquinas entrantes

Se determina como irregular cuando presenta esquinas entrantes, que sus dimensiones sean mayores que el 20% de la dimensión total de la planta. (Ver figura N° 19)

Discontinuidad del diafragma

Se determina como discontinuo de diafragma cuando presente variaciones abruptas mayores al 50% del área bruta del diafragma. (Ver figura N° 19)

Sistemas no paralelos

Se da cuando en cualquiera de las direcciones los elementos estructurales que resisten fuerzas laterales no son paralelos. (Ver figura N° 19)

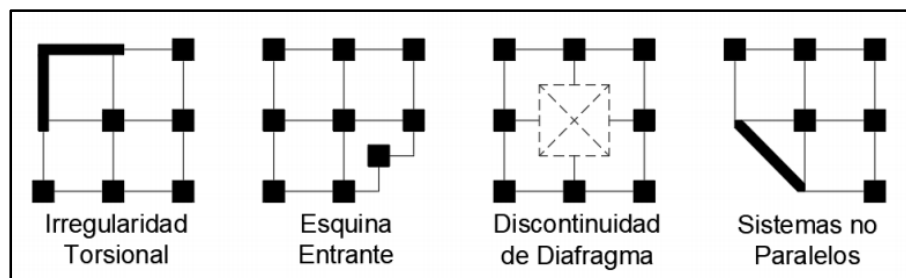


Figura 19: Tipos de irregularidades en planta
Fuente: (Villegas Sánchez, 2019)

Coeficiente de reducción de fuerza sísmica R

El coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas se determina por la siguiente relación establecida en la Norma E.030 del RNE.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

Cortante Basal

La fuerza cortante total en la base se da por la siguiente relación.

$$V_{base} = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

Desplazamientos máximos permisibles

Los desplazamientos laterales se hallan mediante dos expresiones, dependiendo si la estructura califico como regular o irregular. Para estructuras regulares se calcula por $0.75 * R$ los resultados del análisis lineal y elástico. Para estructuras irregulares se calcula por $0.85 * R$ de los resultados de análisis lineal y elástico. (Ver Tabla N° 5)

Tabla 5: Desplazamientos máximos permisibles

LIMITES PARA LA DISTORSIÓN DE ENTREPISO	
Material predominante	(Δ/h)
Concreto armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de CDL	0.005

Fuente: Tabla N° 11 del (RNE E.030, 2018)

III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño y tipo de investigación

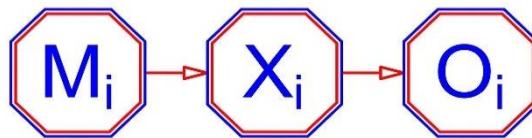
No Experimental

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) la investigación no experimental es la que se da sin hurgar las variables lo que significa que no se lleva a la variación intencional de la variable independiente solo se observa fenómenos tal

y cual como se dan en un contexto básico para luego analizarlos mediante la observación.

Transversal o Transeccional Descriptivo

(Hernández, Fernandez y Baptista, 2014) el tipo de diseño de investigación es de transversal o transeccional, este tipo juntan y analizan datos en un solo periodo de tiempo y su objetivo es explicar las variables. Y descriptivo porque buscan la incidencia y los valores en que se manifiesta una o más variables.



Donde:

Mi: Modelo BIM

Xi: Diseño Estructural

Oi: Resultado

3.2. Variables y operacionalización

En este proyecto de investigación se consideró como variable independiente al modelo BIM (Building Information Modeling) y como variable dependiente al Diseño Estructural y ver el cuadro de operacionalización de variables. (Ver Anexo N° 1)

Variable independiente

Definición conceptual

(Florez Cajacuri, 2020) Building Information Modeling (BIM), es una metodología que permite el trabajo colaborativo con el objetivo de crear y gestionar un proyecto de construcción. Su tarea principal es unificar toda la información del

proyecto en un solo modelo de información digital al cual tengan acceso todos los profesionales implicados en su creación. BIM hace el uso de programas computacionales que modelan y analizan los edificios u obras civiles en forma tridimensional y en tiempo real.

Definición operacional

(Prieto-Tibaduiza et al., 2019) La metodología BIM busca optimizar el proceso de trabajo en todas las fases, desde su concepción hasta su ejecución. Su objetivo principal es representar la estructura con información, todo ello en una sola base de datos, a la cual puedan acceder todos los intervinientes en su creación, para luego integrar las disciplinas y evitar las colisiones o interferencias.

Dimensiones

- Revit Architecture 2021
- Revit Structure 2021
- Autodesk Robot Structural 2021

Indicadores

- Planos arquitectónicos
- Planos estructurales
- Análisis estructural

Escala de medición

Nominal

Variable dependiente

Definición conceptual

El diseño estructural es un flujograma que se basa en una norma, pero aplica y necesita de la creatividad del diseñador a la cual tiene que incorporar una conjunción de soportes definiendo sus características óptimas para la

edificación. Este sistema de soportes cumple de forma efectiva la tarea de equilibrar las fuerzas a la que va a estar expuesto, de tal forma que no llegue al colapso o fallas que expongan la vida de los seres humanos.

Definición operacional

La tarea general de un diseño estructural es de proporcionar efectividad y estabilidad estructural ante varios factores que intervienen en una estructura por medio de un buen diseño estructural aplicando los Reglamentos y Normas vigentes, y el adecuado aplicación y uso de materiales.

Dimensiones:

- Estudio de Mecánica de Suelos (EMS)
- Parámetros de sitio
- Categoría y factor de uso
- Sistema estructural
- Regularidad estructural
- Estimación del peso

Indicadores:

- Capacidad portante del suelo
- Factor de amplificación del suelo "S", periodo " T_p " y " T_l "
- Categoría "C" (Edificaciones comunes), factor "U" (1.0)
- Concreto armado
- Regular
- Peso de la carga muerta más el 25% de la carga viva

Escala de medición:

Intervalo

3.3. Población y muestreo

Población:

Según (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) nos da a entender que población es un grupo en el que se concuerda con una clase de especificaciones y este proyecto de investigación la población es equivalente a la muestra. Lo cual es la edificación misma que cuenta con un área de 450.00 m².

Muestra:

La muestra es un subgrupo de la población, del cual se tomarán datos para realizar el estudio, en este caso la muestra es lo mismo que la población y es de tipo no probabilístico.

Muestreo:

El muestreo es un recurso de la investigación científica, cuyo objetivo es que grupo de la población se encontrará en análisis. En este caso no se cuenta con muestreo porque es una investigación global que solo tiene por objeto el estudio y análisis de una edificación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**Técnica:**

En este proyecto de investigación la técnica fue en base a la observación directa donde se obtiene datos básicos del Estudio de Mecánica de Suelos y de la edificación del proyecto (arquitectura), luego para realizar el análisis de la estructura de la edificación se tuvo en cuenta el Reglamento Nacional de Edificaciones vigente.

Instrumentos:

Se empleó la ficha técnica del Estudio de Mecánica de Suelos y los planos de arquitectura y estructuras. (Ver Anexo N° 3)

3.5. Procedimiento

Primero se mandó a realizar el Estudio de Mecánica de Suelos y una vez concluido se tiene los resultantes en materia geotécnica haciendo uso de las

fichas técnicas. Luego se procede a estudiar los planos arquitectónicos y verificando que todo este conforme a la Norma A.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones. Ahora se plantea la estructuración de los componentes estructurales los cuales son columnas, vigas, losas y zapatas. Por consiguiente, se procede a realizar el modelo estructural de la edificación multifamiliar en tres dimensiones en base al software Autodesk Revit. Como siguiente paso se interrelaciona el modelo 3D al software Autodesk Robot Structural, en donde se desarrolla en análisis estructural aplicando la norma E.030 (Diseño Sismorresistente) y norma E.020 (Cargas). Primeramente, este proceso incluye el metrado de cargas con el fin de calcular el peso sísmico efectivo. Y se provoca las combinaciones adicionando las cargas respectivas. Se hace el análisis estático y se genera el análisis modal. Luego se desarrolla el cálculo de la cortante estático en la base y por consecuencia se insertan y generan los espectros de diseño. Se procede a evaluar en planta y elevación las irregularidades presentadas. Seguidamente se hace el cálculo del cortante dinámico corroborando los desplazamientos y derivas de piso para luego desarrollar el escalamiento de fuerzas con tarea última análisis del periodo fundamental de vibración.

El segundo paso principal es el diseño de los elementos estructurales de la edificación multifamiliar aplicando la norma E.060 conjuntamente con el ACI – 318 – 14 en el programa Autodesk Robot Structural. Luego se retorna al Revit para el desarrollo de los planos estructurales.

3.6. Método de análisis de datos

El análisis de datos fue de forma descriptiva porque se muestra cómo se comporta la edificación multifamiliar ante algún evento sísmico de esta manera logrando verificar y pronosticar el desempeño de la edificación.

3.7. Aspectos éticos

El proyecto fue desarrollado con suma transparencia respetando fielmente el Reglamento Nacional de Edificaciones y todas sus disposiciones y el código de ética del profesional. Se verifico las herramientas aplicadas para el análisis y diseño respectivo para que las resultantes sean válidas y fiables. Por ello se

muestra el desarrollo detallado y los cálculos del diseño estructural de una edificación multifamiliar.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del proyecto

4.1.1. Ubicación

La edificación multifamiliar proyectada se encuentra en la Av. Mártires del 4 de Noviembre Mz. B28 Lote N° 32 esq. Jr. Guyanas en el distrito de Juliaca, provincia de San Román, departamento de Puno.

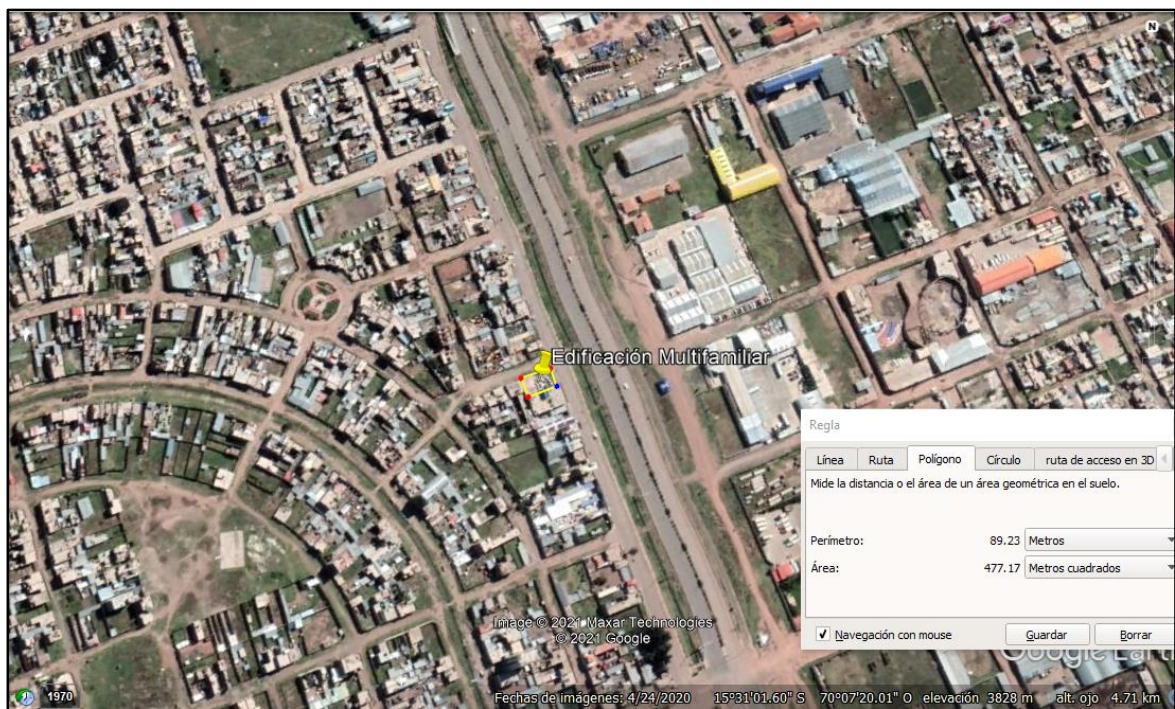


Figura 20: Plano satelital de la ubicación del proyecto
Fuente: Google Earth

En la siguiente imagen satelital se proyecta la ubicación del lote, en donde se desarrollará la edificación multifamiliar. (Ver Figura N° 20)

4.1.2. Resumen del Estudio de Mecánica de Suelos

El Estudio de Mecánica de Suelos se realizó mediante el ensayo de penetración estándar (SPT), a una profundidad de 6.50 m. El nivel freático encontrado se dio a una profundidad de 2.50 m, esto dado en el mes de abril, ya que en la zona este mes pertenece a la época lluviosa, es decir, ese nivel baja en los meses de

sequía. Con respecto al nivel recomendado de desplante es de 2.00 m de profundidad con respecto al nivel 0.00 m.

El valor de diseño del Q_{adm} será de 0.21 kg/cm² por ser el más crítico encontrado. Para ver la memoria de cálculo del estudio de mecánica de suelos ir al (Anexo N° 3).

4.1.3. Descripción de la arquitectura

La edificación multifamiliar consta de ocho niveles sin sótanos. Se proyecta en un área de terreno total de 450 metros cuadrados, 30 metros de largo con 15 metros de ancho. En el primer nivel se encuentra ubicado la cochera con capacidad para 6 autos, dos cajas de escaleras, dos cajas de ascensores, un área para el tanque subterráneo de agua, un cuarto de máquinas, un cuarto para las conexiones de gas, un minimarket y una botica. Del segundo al octavo nivel se cuenta con dos departamentos por piso divididos por una circulación común intermedia que dirige a cada departamento. También se puede ver el plano de elevación desde la vista norte en la cual se muestra las alturas planteadas de cada nivel. (Ver Figura N° 21, N° 22 y N° 23)

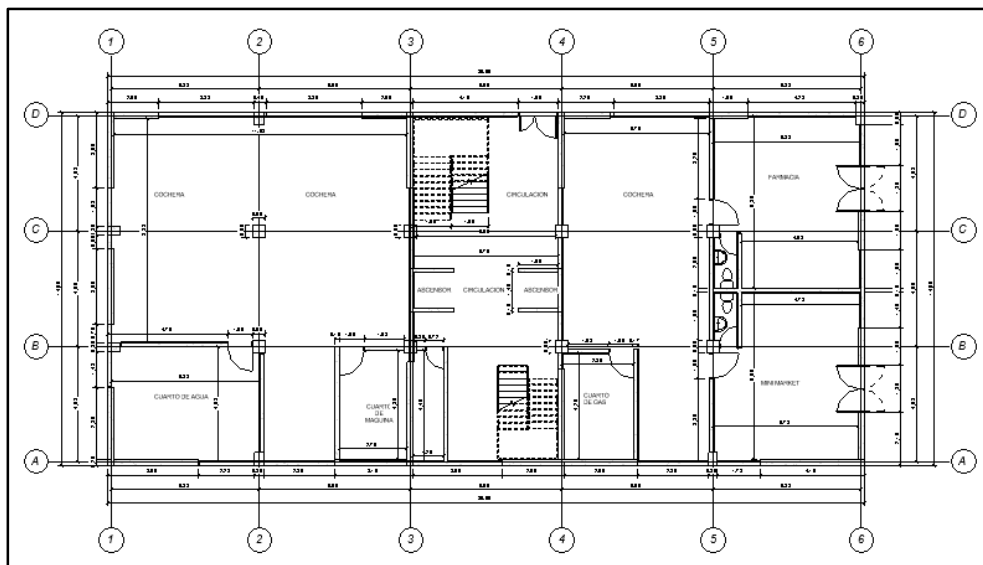


Figura 21: Plano de distribución del primer nivel
Fuente: Propia

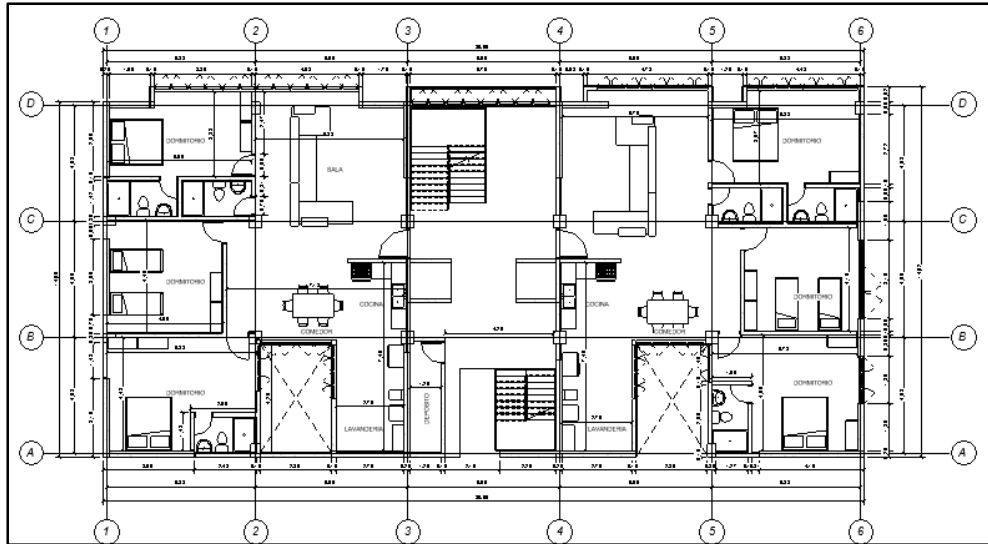


Figura 22: Plano de distribución del segundo al octavo nivel
Fuente: Propia

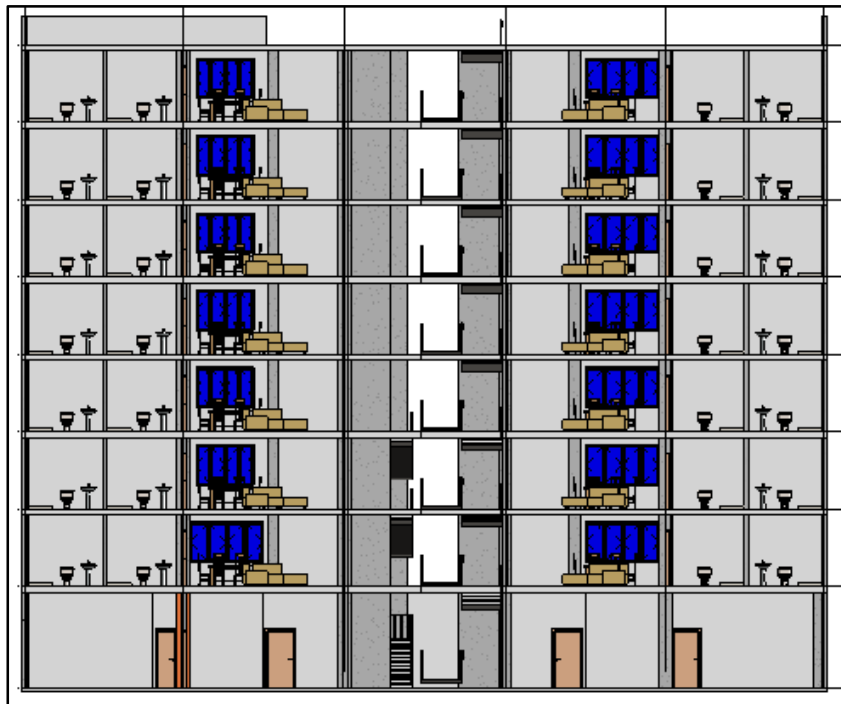


Figura 23: Plano de corte de elevación vista norte
Fuente: Propia

4.2. Estructuración

(Blanco Blasco, 1994) Recomienda que la estructuración en lo mayor posible, simple y simétrico con el objetivo de buscar un buen comportamiento sísmico y poder lograr los desplazamientos máximos permisibles respetando la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente).

La estructuración dependerá de la geometría del terreno que en este caso es rectangular. Se puede observar que en los planos de arquitectura la distribución es livianamente irregular debido a que presenta dos ductos de iluminación.

Se planteó 4 ejes en la dirección X denominadas como A, B, C, D y 6 ejes en la dirección Y denominadas como 1, 2, 3, 4, 5 y 6. En esta estructuración se plantearon pórticos y sistemas duales que incluyen placas, columnas, y vigas. En lo cual en los ejes 6, 1, D se dispusieron placas para que estas absorban por su rigidez gran porcentaje de las fuerzas de sismo. Las vigas principales se disponen en los ejes de la dirección X por tener mayor luz libre. También se dispuso de dos placas en forma de U por la ubicación del ascensor. La opción de optar por una losa aligerada fue porque el edificio tuvo paños rectangulares por lo cual es apropiado plantear una losa aligerada en una sola dirección. Para definir la dirección del aligerado se optó las recomendaciones de (Blanco Blasco, 1994) que deben estar puestas en la dirección de la luz más corta. Y esto se dispuso para todo el edificio con el objetivo de que el proceso constructivo sea más sencillo y rápido. Tal como se muestra en la imagen. (Ver Figura N° 24)

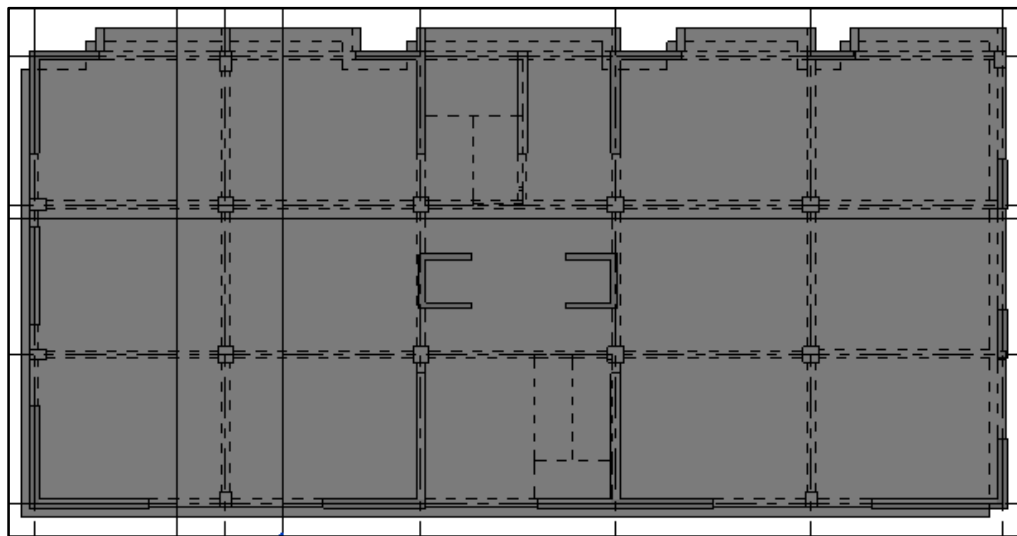


Figura 24: Plano de estructuración de la edificación multifamiliar
Fuente: Propia

4.3. Predimensionamiento

En esta etapa se da medidas tentativas a las secciones de los elementos estructurales sin aún no realizar ningún tipo de análisis de software de la edificación multifamiliar. Las medidas que se plantea en esta etapa son

temporales y se modifican conforme se avanza el análisis estructural y cabe mencionar que en esta sección se toma las recomendaciones de (Blanco Blasco, 1994) plasmadas en su libro.

4.3.1. Predimensionamiento de losas aligeradas

En el proceso de dimensionar las losas se consideró la luz máxima entre apoyos y una vez obtenido ese valor se halla a que intervalo corresponde en la siguiente tabla de la cual se obtiene el espesor de la losa aligerada y al mismo tiempo el peso propio correspondiente. (Ver Tabla N° 6)

Tabla 6: Dimensiones recomendadas

h (metros)	Peso Propio (kg/cm ²)	Luces Máximas (metros)
0.17	280	luces ≤ 4
0.20	300	4 ≤ luces ≤ 5.5
0.25	350	5 ≤ luces ≤ 6.5
0.30	420	6 ≤ luces ≤ 7.5

FUENTE: (Blanco Blasco, 1994)

Tomando esta referencia para este diseño de la edificación multifamiliar se vio que la luz máxima fue de 4 m, por lo tanto, el espesor considerado fue de 0.20 m con un respectivo peso propio de 300 kg/cm². Al observar que los paños son similares uno del otro se optó por uniformizar este espesor con el objetivo de simplificar el proceso constructivo. (Ver Figura N° 25)

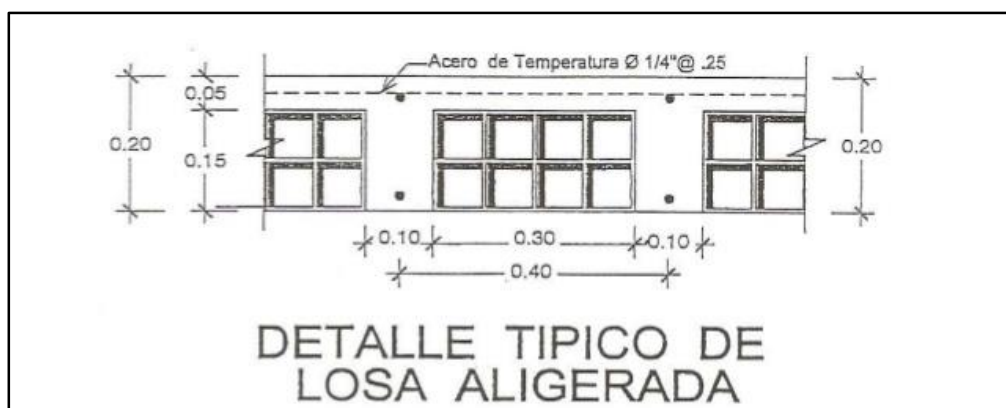


Figura 25: Detalle típico de una Losa Aligerada de 0.20m

Fuente: (Blanco Blasco, 1994)

4.3.2. Predimensionamiento de vigas

Vigas principales

Para el predimensionamiento de las vigas principales el primer paso es hallar el peralte dividiendo la luz libre entre 10 a 12. En este caso por la importancia de la edificación se procedió a dividir la luz libre máxima entre 11.

$$H_{viga} = \frac{L_{m\acute{a}x}}{11} = \frac{5.5}{11} = 0.50 \cong 0.50m$$

Dónde:

- ~ *H viga: Peralte de la viga*
- ~ *L máx.: Luz mayor entre apoyos*

Posteriormente para hallar el ancho de la viga la Norma de Concreto Armado nos dice que las vigas sísmicas deben de tener una base mínima de 0.25 m es por ello que las vigas principales toman las dimensiones iniciales de 0.30m x 0.50 m y estas son replicadas para todas las vigas principales puesto que todas las luces mayores son similares según la estructuración del plano y también mejoran el proceso constructivo, así como la estética de la edificación multifamiliar.

4.3.3. Predimensionamiento de columnas

La edificación multifamiliar se compuso por placas y columnas. Las placas propuestas estarán encargadas de absorber las mayores fuerzas cortantes producidas por eventos sísmicos. En cambio, las columnas serán dispuestas por la carga axial y momentos flectores con influencia menor de la fuerza cortante. Por lo tanto, para hallar las dimensiones previas se desarrollará el criterio de (Blanco Blasco, 1994) donde recomienda que para edificaciones que tengan muros de corte en las dos direcciones las cuales van a tener un mayor control de las fuerzas de corte, las columnas centrales podrán suponer un área igual a:

$$\text{Área de columna central} = \frac{P_{servicio}}{0.45 f'c}$$

Donde:

- ~ Área de columna: área transversal de la columna
- ~ P servicio: carga vertical en servicio
- ~ f'c: resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

$$P_{servicio} = \text{Área tributaria} * \text{Peso por m}^2 * N^{\circ} \text{ de niveles}$$

Datos para calcular el área transversal de las columnas centrales (Ver Tabla N° 7)

Tabla 7: Datos optados para el predimensionamiento de columnas

DATOS DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA		
Peso por metro cuadrado	1	tn/m ²
Número de niveles	8	
f'c	210	kg/cm ²

Fuente: Propia

Se empezó a hallar las columnas con las fórmulas ya desarrolladas (Ver Tabla N° 8).

Tabla 8: Tabla de predimensionamiento de columnas centrales

COLUMNAS CENTRALES								
Columna	Ubicación	Área Tributaria (m ²)	N° de niveles	P servicio (tn)	Área requerida (cm ²)	b (cm)	h(cm)	Área final (cm ²)
C-1	B-5	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500
C-1	C-5	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500
C-1	B-4	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500
C-1	B-3	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500
C-1	B-2	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500
C-1	C-2	28.2	8	225.6	2387.30158	50	50	2500

Fuente: Propia

$$\text{Área de columna lateral} = \frac{P_{servicio}}{0.35 f'c}$$

Donde:

- ~ Área de columna: área transversal de la columna

- ~ P servicio: carga vertical en servicio
- ~ f'c: resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

$$P_{servicio} = \text{Área tributaria} * \text{Peso por m}^2 * N^{\circ} \text{ de niveles}$$

Datos para sumir el área transversal de las columnas laterales (Ver Tabla N° 9)

Tabla 9: Datos optados para el predimensionamiento de columnas laterales

DATOS DEL PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA		
Peso por metro cuadrado	1	tn/m ²
Número de niveles	8	
f'c	210	kg/cm ²

Fuente: Propia

Se empezó a hallar las columnas con las formulas ya desarrolladas como se puede apreciar en la (Tabla N° 10).

Tabla 10: Tabla de predimensionamiento de columnas laterales

COLUMNAS TALERALES								
Columna	Ubicación	Área Tributaria (m ²)	N° de niveles	P servicio (tn)	Área requerida (cm ²)	b (cm)	h(cm)	Área final (cm ²)
C-2	B-6	14.10	8	112.80	1534.693878	55	30	1650
C-2	C-6	14.10	8	112.80	1534.693878	55	30	1650
C-3	B-1	17.63	8	141.04	1918.911565	65	30	1950
C-3	C-1	17.63	8	141.04	1918.911565	65	30	1950
C-4	D-2	14.10	8	112.80	1534.693878	30	55	1650
C-4	D-3	14.10	8	112.80	1534.693878	30	55	1650
C-4	D-4	14.10	8	112.80	1534.693878	30	55	1650
C-4	D-5	14.10	8	112.80	1534.693878	30	55	1650
C-5	A-2	18.60	8	148.80	2024.489796	30	70	2100
C-5	A-3	18.60	8	148.80	2024.489796	30	70	2100
C-5	A-4	18.90	8	151.20	2057.142857	30	70	2100
C-5	A-5	18.90	8	151.20	2057.142857	30	70	2100
C-6	A-6	9.45	8	75.60	1028.571429	30	35	1050
C-7	A-1	11.97	8	95.76	1302.857143	35	40	1400

Fuente: Propia

4.3.4. Predimensionamiento de placas

También llamados muros estructurales son los que toman el mayor porcentaje de las fuerzas cortantes de eventos sísmicos. Por lo tanto, las longitudes exactas de las placas fueron halladas con el análisis sísmico regidas por la Norma E.030. Pero antes de ello fue importante hallar su espesor.

En la Norma E.060 de Concreto Armado plantea que la longitud transversal de las placas sea mayor a la altura de los elementos que le dan restricciones laterales dividido entre 25. Pero en este caso se tomará placas con espesor de 30 cm para que las vigas planteadas con responsabilidad sísmica se desarrollen óptimamente.

4.4. Análisis preliminar del peligro sísmico

En esta área se analizó si la estructura si el predimensionamiento propuesto cumple con los parámetros de la Norma E.030, en el caso de que no cumpla con algunos parámetros se tendrá que iterar disminuyendo o aumentando las dimensiones transversales de los elementos estructurales verticales para poder lograr sus solicitaciones.

4.4.1. Zonificación

El área nacional se encuentra dividido en 4 zonas tal como se muestra en la (Tabla N° 11), a cada zona se le da un valor “Z” el cual interpreta la aceleración máxima horizontal con probabilidad de ser excedida en 50 años un 10%.

Tabla 11: Factores de Zona (Norma E.030)

FACTOR DE ZONA	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

FUENTE: Norma E.030, Cap. II, Art. 10, Tabla N° 01

En este caso la edificación multifamiliar está proyectada en el departamento de Puno, provincia de San Román, distrito de Juliaca, entonces lo situamos en la Zona 3 al cual le corresponde $Z=0.35$ (Norma Técnica E.030, 2018, p65).

4.4.2. Parámetros de sitio

De acuerdo al estudio de mecánica de suelos (Ver Anexo N° 3) el perfil de terreno de desplante es un suelo tipo S3 (Suelos blandos) y con este dato ubicamos en las tablas los parámetros respectivos (Ver Tabla N° 12).

Tabla 12: Parámetros de sitio ubicadas para la edificación multifamiliar en estudio

PARÁMETROS DE SITIO	
Factor de Suelo "S"	1.20
Periodo T_p	1.00
Periodo T_l	1.60

FUENTE: Norma E.030, Cap. II, Art. 13, Tabla N° 03 y N° 04

4.4.3. Factor de amplificación sísmica

El factor de amplificación sísmica se da mediante tres expresiones la cual se ubicó de acuerdo al valor T que se halló a partir del periodo fundamental de vibración la cual se determina mediante:

$$T = \frac{h_n}{C_T}$$

Donde h_n es la altura total de la edificación que es 23.91 metros y C_T es un coeficiente que se da en base al tipo de sistema estructural que se propuso, en este caso la edificación multifamiliar es de concreto armado dual por lo que se concluye que $C_T=60$.

$$T = \frac{23.91}{60} = 0.3985 \text{ s}$$

Una vez obtenido los datos las ubico en las expresiones de Factor de Amplificación Sísmica "C" es igual a 2.5

4.4.4. Categoría

La edificación en estudio será destinada para departamentos multifamiliares lo cual según la tabla N° 5 se encuentra dentro de edificaciones comunes al cual le

corresponde la categoría “C”. Por lo tanto, el Factor de Uso “U” que corresponde según tabla es 1.

~ Categoría: C

~ Factor U: 1.0

4.4.5. Sistema estructural

El sistema estructural el cual se implementó es el sistema dual ya que según el reglamento es un sistema donde las fuerzas sísmicas son resistidas por la interacción de pórticos y placas estructurales en las que la fuerza cortante es absorbida por los muros mayor a 20% y menor que un 70% de la cortante basal.

En el Art. 17 menciona que en concordancia de la categoría de edificación y la zona donde se encuentre se puede emplear un sistema estructural de acuerdo a las recomendaciones de la Tabla N° 6 y limitándonos a las restricciones de irregularidad que establece la Norma E.030 mediante la Tabla N° 10.

De la Tabla N° 6 obtenemos que de acuerdo a la Categoría de Edificación que en este caso es tipo “C” y Zona 3 nos dice que podemos implementar “Cualquier sistema” entonces ratificamos lo planteado que es un sistema estructural tipo dual.

Con respecto al Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas “R0” nos dice que esta la ubicaremos de acuerdo al sistema estructural empleado que en este caso es dual y la Tabla N° 7 donde concluimos que el R_0 es 7. Estos coeficientes se dan solo a estructuras en la que los elementos estructurales verticales y horizontales permiten la minimización de la energía garantizando la estabilidad de la estructura.

4.4.6. Regularidad estructural

La edificación multifamiliar como se mostró en los planos de arquitectura (distribución, cortes y elevaciones) en su disposición a cargas laterales no presenta las irregularidades establecidas en la Tabla N° 8 y la Tabla N° 9 de la Norma E.030 a excepción de la discontinuidad del diafragma que en su

comprobación da un resultado mínimo considerándola como regular. Por lo tanto, la edificación multifamiliar es una estructura regular por lo que el factor I_a e I_p es igual a 1.

El edificio solo presenta en planta por discontinuidad del diafragma y la Tabla N° 9 de la Norma E.030, nos dice que la estructura será calificada como irregular cuando haya aberturas que sobrepasen el 50% del área total del diafragma, y si estas poseen discontinuidades grades o variaciones abruptas en cuanto a la rigidez. (Ver Tabla N° 13)

Tabla 13: Comprobación de discontinuidad de diafragma.

Área (m ²)	Área de los ductos de iluminación	> a 50% = irregular
420	30.25	7.20%

Fuente: Propia

De acuerdo a la Tabla N° 13 anteriormente mostrada se comprueba que la irregularidad estructural por diafragma dio resultado un 7.20% y no sobrepasa el 50%, por lo tanto, se considera regular.

Se concluye que después del análisis de irregularidad:

~ I_a es igual a 1.0

~ I_p es igual a 1.0

Con respecto a las restricciones de irregularidad se da de acuerdo a la categoría y zona donde se encuentre ubicada el proyecto, y se debe respetar las consideraciones de la Tabla N° 10 de la Norma Técnica E.030. Nos dice que nuestra categoría de edificación "C" y la zona 3, no se permiten irregularidades extremas, por lo tanto, la edificación multifamiliar se encuentra dentro de estructuras regulares entonces cumplimos con este requisito satisfactoriamente.

Para hallar el coeficiente de reducción de las fuerzas sísmicas "R" se obtiene del producto del coeficiente R_0 con los factores de irregularidad I_a e I_p obtenidas anteriormente.

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 7 * 1 * 1$$

$$R = 7$$

Entonces se les presenta la siguiente tabla, donde se resume los factores sísmicos. (Ver Tabla N° 14)

Tabla 14: Tabla resumen de los factores sísmicos aplicadas en la edificación multifamiliar

RESUMEN	
Z	0.35
S	1.2
T_p	1.0
T_l	1.6
Categoría	C
U	1.0
R_0	7
I_a	1.0
I_p	1.0
R	7

Fuente: Propia

4.4.7. Metrado de cargas por gravedad (1ra iteración)

De acuerdo a la Norma E.020 (Cargas) las cargas son las fuerzas que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, movimientos diferenciales. Y para el desarrollo el metrado de cargas para el análisis sísmico se considerará la carga muerta y la carga viva.

La carga muerta se refiere al peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, o cualquier otro elemento soportado por la edificación, sumando a ello su peso propio. (Ver Tabla N° 15)

Tabla 15: Precios unitarios de carga muerta

PESOS UNITARIOS DE CARGA MUERTA		
Concreto	2400	Kgf/m ³
Tabiquería (Unidades de arcilla hueca)	1350	Kgf/m ³
Losa aligerada (20 cm de espesor)	300	Kgf/m ²
Acabados	100	Kgf/m ²

Fuente: Norma E.020 (Cargas)

La carga viva se dirige al peso de los ocupantes y elementos móviles soportados por la edificación. En este caso como el destino de la edificación multifamiliar es para vivienda y según la Norma E.020 (Cargas) la carga mínima repartida para viviendas es de 200 Kgf/m², por lo tanto, este valor se tomará en cuenta del primer al séptimo nivel, en cambio para el octavo nivel donde se encuentra el noveno piso se tomará el valor de azotea igual a 100 Kgf/m².

4.4.8. Resumen del peso total para el análisis sísmico

En la tabla nos muestra el peso total resumido para poder continuar con el análisis sísmico. (Ver Tabla N° 16)

Tabla 16: Resumen del peso sísmico total de la edificación multifamiliar

RESUMEN DEL PESO DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR				
	CM (Peso Propio) (Tn)	CM (Tn)	25% de CV (Tn)	TOTAL
NIVEL N° 01	130.26	242.09	17.85	390.20
NIVEL N° 02	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 03	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 04	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 05	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 06	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 07	112.55	239.36	17.85	369.76
NIVEL N° 08	112.55	239.36	8.93	360.84
PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR				2969.60

Fuente: Propia

4.5. Análisis sísmico estático (E.030 – 2018) (1ra iteración)

4.5.1. Cálculo de la fuerza sísmica y su distribución en altura

Tabla 17: Parámetros sismorresistentes de la edificación multifamiliar

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR		
Factor de zona (Zona 3)	Z	0.35
Factor de uso (Vivienda multifamiliar)	U	1
Factor de suelo (Suelos blandos)	S	1.2
Coefficiente de amplificación sísmica	C	2.5
Factor de reducción (Regular)	R	7
Peso de la edificación (Tn)	P	2839.43

Fuente: Propia

La fuerza cortante en la base de la estructura se da por la siguiente expresión:

$$V_{base} = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_{base} = \frac{0.35 * 1.0 * 2.5 * 1.2}{7} * 2969.60 \text{ tn}$$

$$V_{base} = 445.44 \text{ tn}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura:

$$F_i = \alpha_i * V$$

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

Donde:

V=445.44 tn

T=0.3985 s ≤ 0.5 s entonces K= 1.0

Tabla 18: Distribución de las fuerzas sísmicas en altura

Piso	Pi (tn)	hi	Pi(hi)	α_i	V	Fi	ΣFi
8vo nivel	369.76	23.91	8840.96	0.21570209	445.44	96.082	96.082
7mo nivel	369.76	21.03	7776.05	0.18972037	445.44	84.509	180.591
6to nivel	369.76	18.15	6711.14	0.16373866	445.44	72.936	253.527
5to nivel	369.76	15.27	5646.24	0.13775719	445.44	61.363	314.890
4to nivel	369.76	12.39	4581.33	0.11177547	445.44	49.789	364.679
3ro nivel	369.76	9.51	3516.42	0.08579375	445.44	38.216	402.895
2do nivel	369.76	6.63	2451.51	0.05981204	445.44	26.643	429.538
1er nivel	390.20	3.75	1463.25	0.03570043	445.44	15.902	445.44
	$\Sigma Pi(hi)$		40986.9	1		445.440	

Fuente: Propia

Distribución de las fuerzas sísmicas en altura en X –X. (Ver Figura N° 26)

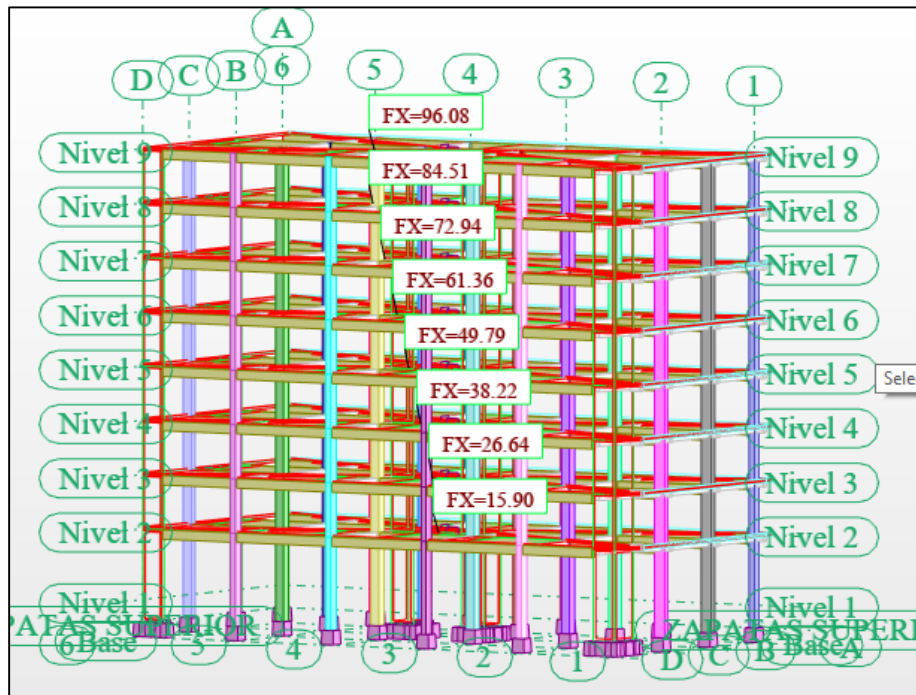


Figura 26: Distribución de las fuerzas sísmicas en cada nivel en X - X.

Fuente: Propia

Distribución de las fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y- Y. (Ver Figura N° 27)



Figura 27: Distribución de las fuerzas sísmicas en cada nivel en Y –Y.

Fuente: Propia

4.5.2. Cálculo de los desplazamientos laterales

En el software Robot Structural Analysis se halló los desplazamientos laterales en ambas direcciones (Ver Figura N° 28 y N° 29).

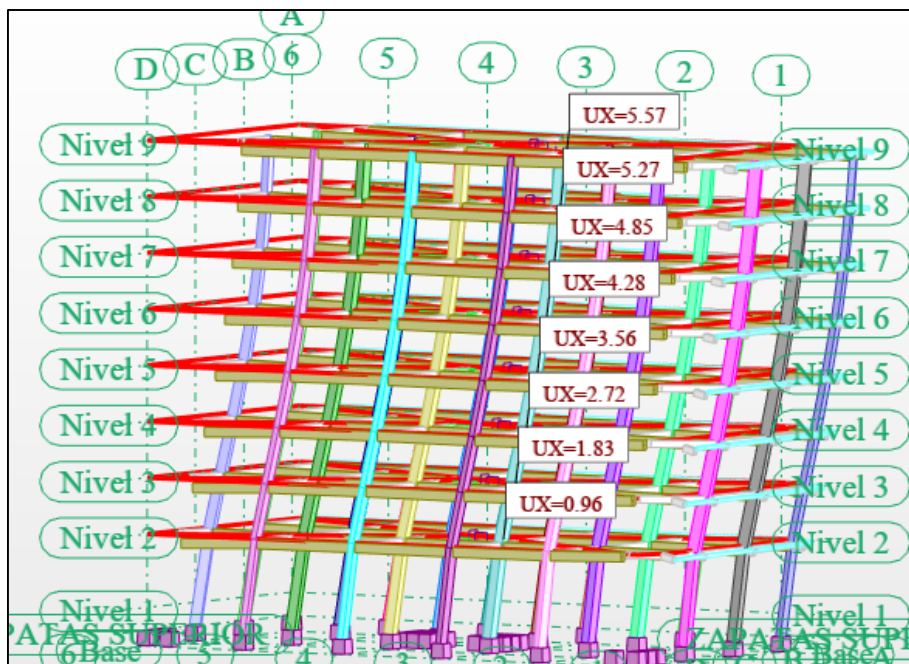


Figura 28: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm).

Fuente: Propia

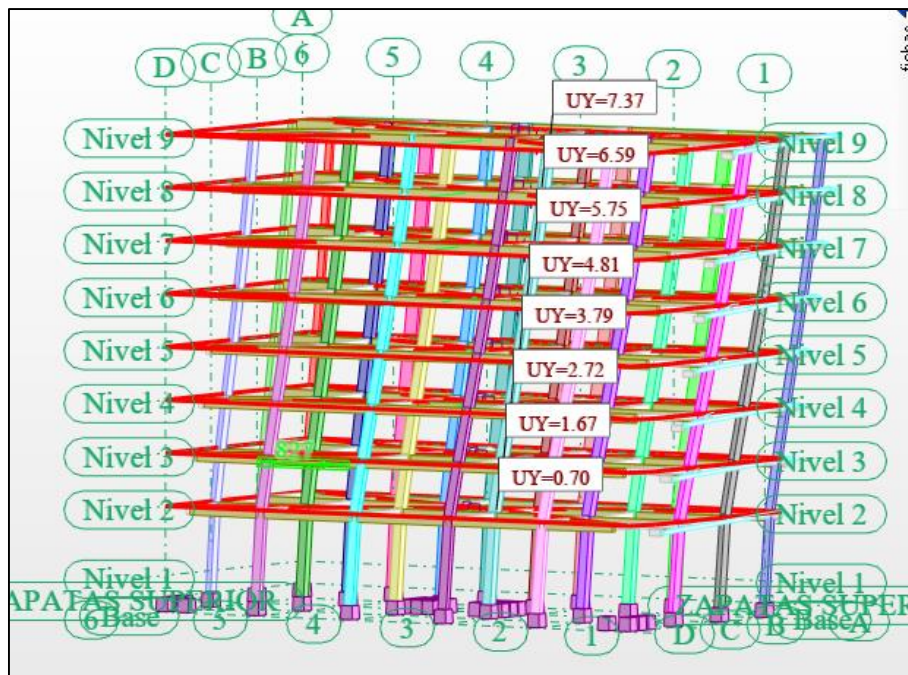


Figura 29: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm).
Fuente: Propia

4.5.3. Verificación de las derivas y desplazamientos laterales

A continuación, se muestra una tabla donde se verificó las derivas y desplazamientos laterales rigiéndonos en la norma E.030 (Norma de Diseño Sismorresistente) donde el máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe de exceder el 7‰ para estructuras de concreto armado, resultados obtenidos del software Robot Structural 2021.

Tabla 19: Derivas máximas en la dirección X.

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN X							
Sismo en la dirección X-X							
R=7	D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)						
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.30	1.5750	1.5750	0.00546875	0.007	Si cumple
7	288	0.42	2.2050	2.2050	0.00765625	0.007	No Cumple
6	288	0.57	2.9925	2.9925	0.01039063	0.007	No Cumple
5	288	0.72	3.7800	3.7800	0.01312500	0.007	No Cumple
4	288	0.84	4.4100	4.4100	0.01531250	0.007	No Cumple
3	288	0.89	4.6725	4.6725	0.01622396	0.007	No Cumple
2	288	0.87	4.5675	4.5675	0.01585938	0.007	No Cumple
1	375	0.96	5.0400	5.0400	0.01344000	0.007	No Cumple

Fuente: Propia

Tabla 20: Derivas máximas en la dirección Y

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN Y							
Sismo en la dirección Y-Y							
R=7	D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)						
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.78	4.0950	4.0950	0.01421875	0.007	No Cumple
7	288	0.84	4.4100	4.4100	0.01531250	0.007	No Cumple
6	288	0.94	4.9350	4.9350	0.01713542	0.007	No Cumple
5	288	1.02	5.3550	5.3550	0.01859375	0.007	No Cumple
4	288	1.07	5.6175	5.6175	0.01950521	0.007	No Cumple
3	288	1.05	5.5125	5.5125	0.01914063	0.007	No Cumple
2	288	0.97	5.0925	5.0925	0.01768229	0.007	No Cumple
1	375	0.70	3.6750	3.6750	0.00980000	0.007	No Cumple

Fuente: Propia

Se observa en las (Tablas N° 19 y N° 20) que los máximos valores encontrados exceden lo que la Norma Peruana recomienda.

- En la dirección X resultó una deriva máxima de 0.016 lo cual es mayor que 0.007.
- En la dirección Y resultó una deriva máxima de 0.0195 lo cual es mayor que 0.007.

Por lo tanto, la estructura no cumple con los requisitos mínimos establecidos, por lo que se procederá a incrementar la rigidez en los elementos estructurales verticales. Para luego, realizar las comprobaciones necesarias.

4.5.4. Metrado de cargas por gravedad (2da iteración)

De acuerdo a la Norma E.020 (Cargas) las cargas son las fuerzas que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos ambientales, movimientos diferenciales. Y para el desarrollo el metrado de cargas para el análisis sísmico se considerará la carga muerta y la carga viva.

La carga muerta se refiere al peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques, o cualquier otro elemento soportado por la edificación, sumando a ello su peso propio. (Ver Tabla N° 21)

Tabla 21: Precios unitarios de carga muerta

PESOS UNITARIOS DE CARGA MUERTA		
CONCRETO	2400	Kgf/m ³
TABIQUERÍA (Unidades de arcilla hueca)	1350	Kgf/m ³
LOSA ALIGERADA (20 cm de espesor)	300	Kgf/m ²
ACABADOS	100	Kgf/m ²

Fuente: Norma E.020 (Cargas)

La carga viva se dirige al peso de los ocupantes y elementos movibles soportados por la edificación. En este caso como el destino de la edificación multifamiliar es para vivienda y según la Norma E.020 (Cargas) la carga mínima repartida para viviendas es de 200 Kgf/m², por lo tanto, este valor se tomará en cuenta del primer al séptimo nivel, en cambio para el octavo nivel donde se encuentra el noveno piso se tomará el valor de azotea igual a 100 Kgf/m².

4.5.5. Resumen del peso total para el análisis sísmico

Con la finalidad de hallar el peso sísmico de la edificación se presenta la siguiente tabla en donde muestra el resumen del peso de la edificación multifamiliar. (Ver Tabla N° 22)

Tabla 22: Resumen del peso de la edificación multifamiliar (2da iteración)

RESUMEN DEL PESO DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR				
	CM (Peso Propio) (Tn)	CM (Tn)	25% de CV (Tn)	TOTAL
NIVEL N° 01	176.33	225.01	17.85	419.19
NIVEL N° 02	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 03	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 04	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 05	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 06	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 07	157.84	222.28	17.85	397.97
NIVEL N° 08	96.59	222.28	8.93	327.80
PESO TOTAL DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR				3134.81

Fuente: Propia

4.6. Análisis sísmico estático (E.030 – 2018) (2da iteración)

4.6.1. Cálculo de la fuerza sísmica y su distribución en altura

Tabla 23: Resumen de los parámetros sismorresistentes y peso sísmico de la estructura. (2da iteración)

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR		
Factor de zona (Zona 3)	Z	0.35
Factor de uso (Vivienda multifamiliar)	U	1
Factor de suelo (Suelos blandos)	S	1.2
Coefficiente de amplificación sísmica	C	2.5
Factor de reducción (Regular)	R	7
Peso sísmico de la edificación (Tn)	P	3134.81

Fuente: Propia

La fuerza cortante en la base de la estructura se da por la siguiente expresión:

$$V_{base} = \frac{Z * U * C * S}{R} * P$$

$$V_{base} = \frac{0.35 * 1.0 * 2.5 * 1.2}{7} * 3134.81 \text{ tn}$$

$$V_{base} = 470.2215 \text{ tn}$$

Distribución de la fuerza sísmica en altura:

$$F_i = \alpha_i * V$$

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

Donde:

$$V=470.2215 \text{ tn}$$

$$T=0.3985 \text{ s} \leq 0.5 \text{ s} \text{ entonces } K= 1.0$$

Tabla 24: Distribución de las fuerzas cortantes en cada nivel para ambas direcciones.

Piso	Pi (tn)	hi	Pi(hi)	α_i	V	Fi	ΣFi
8vo nivel	327.80	23.91	7837.7	0.18470674	470.2215	86.853	86.853
7mo nivel	397.97	21.03	8369.31	0.1972349	470.2215	92.744	179.597
6to nivel	397.97	18.15	7223.16	0.17022422	470.2215	80.043	259.640
5to nivel	397.97	15.27	6077.00	0.1432133	470.2215	67.342	326.982
4to nivel	397.97	12.39	4930.85	0.11620262	470.2215	54.641	381.623
3ro nivel	397.97	9.51	3784.69	0.0891917	470.2215	41.940	423.563
2do nivel	397.97	6.63	2638.54	0.06218101	470.2215	29.239	452.802
1er nivel	419.19	3.75	1571.96	0.03704551	470.2215	17.420	470.2215
	$\Sigma Pi(hi)$		42433.21	1		470.2215	

Fuente: Propia

En la siguiente imagen se presenta la distribución de las fuerzas sísmicas en altura en la dirección X-X (2da iteración). (Ver Figura N° 30)

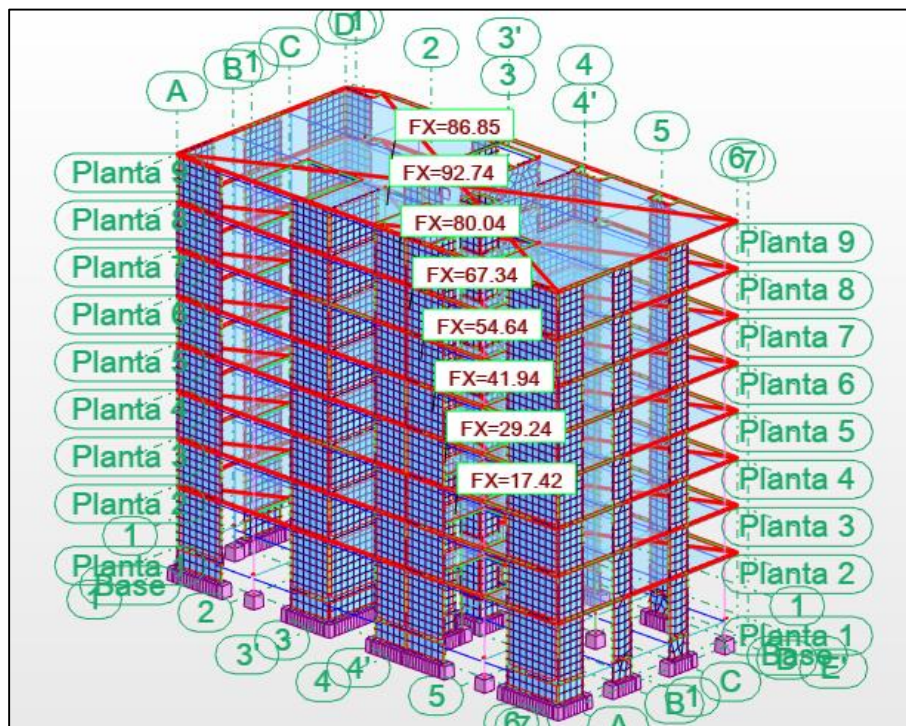


Figura 30: Distribución de las fuerzas sísmicas en la dirección X en cada nivel.
Fuente: Propia

En la siguiente figura se presenta la distribución de las fuerzas sísmicas en altura en la dirección Y-Y (2da iteración). (Ver Figura N° 31)

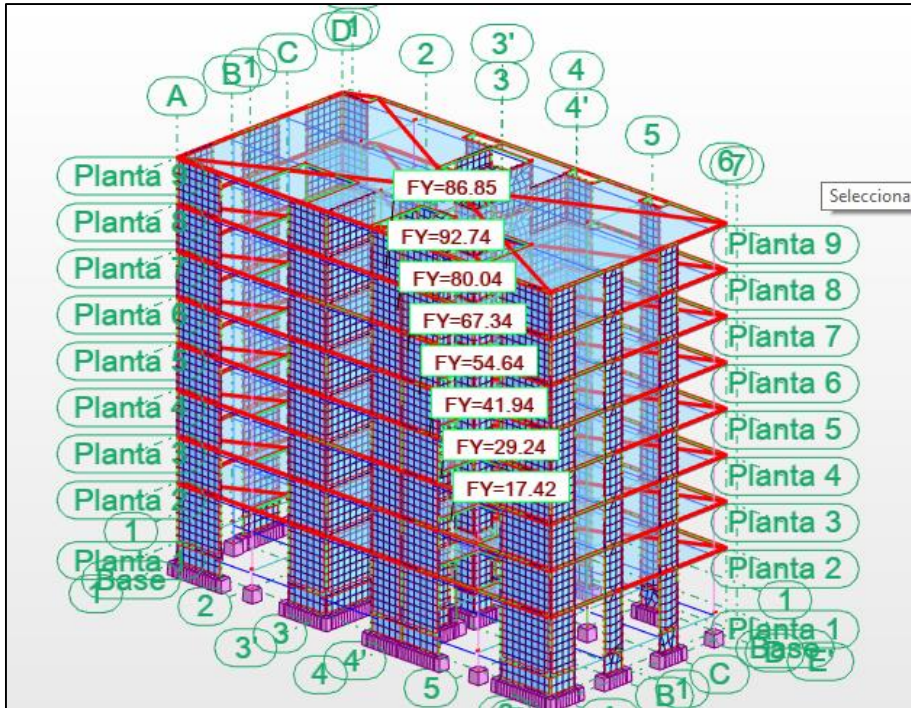


Figura 31: Distribución de las fuerzas sísmicas en la dirección Y en cada nivel.
Fuente: Propia

4.6.2. Cálculo de los desplazamientos laterales (2da iteración)

En el software Robot Structural Analysis se halló los desplazamientos laterales en ambas direcciones tal como se muestra en las (Figuras N° 32 y N° 33).

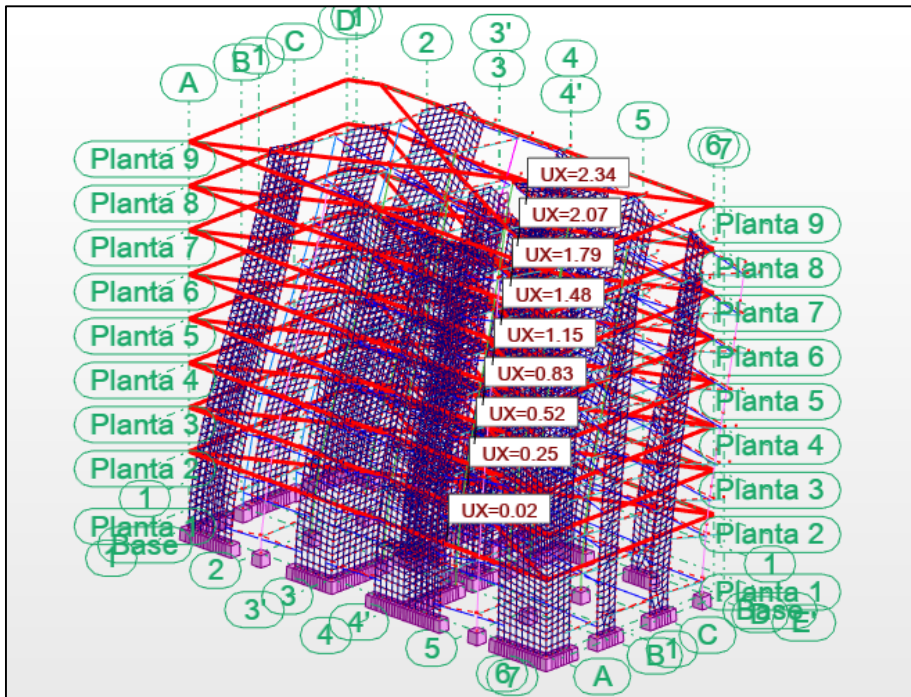


Figura 32: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm) en el software Robot.
Fuente: Propia

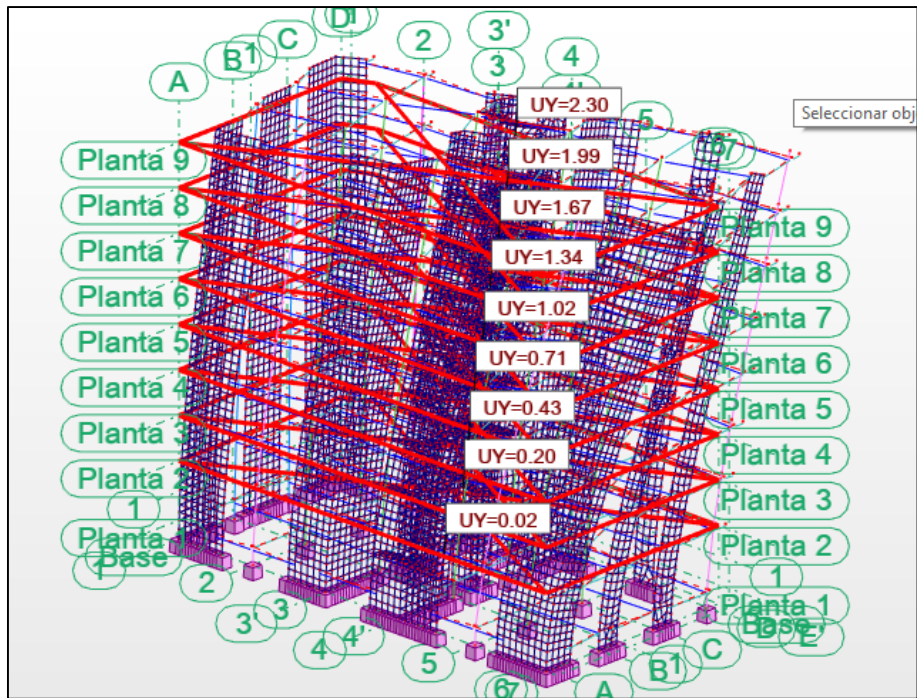


Figura 33: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm) en el software Robot Structural.

Fuente: Propia

4.6.3. Verificación de las derivas y desplazamientos laterales (2da iteración)

A continuación, se muestra las tablas en la cual se verificó las derivas y desplazamientos laterales rigiéndonos en la norma E.030 (Norma de Diseño Sismorresistente) donde el máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe de exceder el 7‰ para estructuras de concreto armado, resultados obtenidos del software Robot Structural Analysis 2021. (Ver Tabla N° 25 y N° 26)

Tabla 25: Derivas máximas en la dirección X.

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN X							
Sismo en la dirección X-X							
R=7	D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)						
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.27	1.4175	1.4175	0.00492188	0.007	✓
7	288	0.29	1.5225	1.5225	0.00528646	0.007	✓
6	288	0.31	1.6275	1.6275	0.00565104	0.007	✓
5	288	0.32	1.6800	1.6800	0.00583333	0.007	✓
4	288	0.33	1.7325	1.7325	0.00601563	0.007	✓
3	288	0.31	1.6275	1.6275	0.00565104	0.007	✓
2	288	0.27	1.4175	1.4175	0.00492188	0.007	✓
1	375	0.23	1.2075	1.2075	0.00322000	0.007	✓

Fuente: Propia

Tabla 26: Derivas máximas en la dirección Y

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN Y							
Sismo en la dirección Y-Y							
R=7			D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)				
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.31	1.6275	1.6275	0.00565104	0.007	✓
7	288	0.32	1.6800	1.6800	0.00583333	0.007	✓
6	288	0.33	1.7325	1.7325	0.00601563	0.007	✓
5	288	0.32	1.6800	1.6800	0.00583333	0.007	✓
4	288	0.31	1.6275	1.6275	0.00565104	0.007	✓
3	288	0.28	1.4700	1.4700	0.00510417	0.007	✓
2	288	0.23	1.2075	1.2075	0.00419271	0.007	✓
1	375	0.19	0.9975	0.9975	0.00266000	0.007	✓

Fuente: Propia

Se observa que los máximos valores encontrados cumplen lo que la Norma Peruana recomienda.

- En la dirección X resultó una deriva máxima de 0.00601563 lo cual es menor que 0.007.
- En la dirección Y resultó una deriva máxima de 0.00601563 lo cual es menor que 0.007.

4.7. Análisis sísmico dinámico modal espectral

El análisis dinámico es el más apropiado para estudiar una edificación expuesta a eventos sísmicos. Este tipo de análisis es la combinación de un análisis modal (en lo cual cada modo tiene un factor de colaboración directamente proporcional a su masa de participación) más un análisis espectral.

4.7.1. Aceleración espectral para la edificación multifamiliar

Para cada una de las direcciones horizontales X y Y se implementa un espectro de diseño inelástico de pseudoaceleraciones que se define por la siguiente relación:

$$S_a = \frac{Z * U * C * S}{R} * g$$

4.7.2. Espectro de diseño

La tabla presentada se utilizó para las dos direcciones de análisis. Por lo tanto, en el modelo de Robot Structural también ya se consideró el 5% de excentricidad accidental de la dimensión perpendicular a la dirección de análisis. Con el fin de poder hallar los valores que compondrán el espectro de utilizaron las siguientes expresiones dadas en la Norma E.030 (Diseño Sismorresistente). (Ver Tabla N° 27)

$$\text{Si } T < T_p \text{ entonces } C = 2.5$$

$$\text{Si } T_p < T < T_l \text{ entonces } C = 2.5 * \left(\frac{T_p}{T} \right)$$

$$\text{Si } T > T_l \text{ entonces } C = 2.5 * \left(\frac{T_p * T_l}{T^2} \right)$$

Tabla 27: Valores de la aceleración espectral en la dirección X y Y

C	T(s)	Sa (X-X)	Sa (Y-Y)
2.50	0.00	1.4715	1.4715
2.50	0.02	1.4715	1.4715
2.50	0.04	1.4715	1.4715
2.50	0.06	1.4715	1.4715
2.50	0.08	1.4715	1.4715
2.50	0.10	1.4715	1.4715
2.50	0.12	1.4715	1.4715
2.50	0.14	1.4715	1.4715
2.50	0.16	1.4715	1.4715
2.50	0.18	1.4715	1.4715
2.50	0.20	1.4715	1.4715
2.50	0.25	1.4715	1.4715
2.50	0.30	1.4715	1.4715
2.50	0.35	1.4715	1.4715
2.50	0.40	1.4715	1.4715
2.50	0.45	1.4715	1.4715
2.50	0.50	1.4715	1.4715
2.50	0.55	1.4715	1.4715
2.50	0.60	1.4715	1.4715
2.50	0.65	1.4715	1.4715
2.50	0.70	1.4715	1.4715
2.50	0.75	1.4715	1.4715
2.50	0.80	1.4715	1.4715
2.50	0.85	1.4715	1.4715
2.50	0.90	1.4715	1.4715

2.50	0.95	1.4715	1.4715
2.50	1.00	1.4715	1.4715
2.27	1.10	1.3377	1.3377
2.08	1.20	1.2263	1.2263
1.92	1.30	1.1319	1.1319
1.79	1.40	1.0511	1.0511
1.67	1.50	0.9810	0.9810
1.56	1.60	0.9197	0.9197
1.38	1.70	0.8147	0.8147
1.23	1.80	0.7267	0.7267
1.11	1.90	0.6522	0.6522
1.00	2.00	0.5886	0.5886
0.83	2.20	0.4864	0.4864
0.69	2.40	0.4088	0.4088
0.59	2.60	0.3483	0.3483
0.51	2.80	0.3003	0.3003
0.44	3.00	0.2616	0.2616
0.25	4.00	0.1472	0.1472
0.16	5.00	0.0942	0.0942
0.11	6.00	0.0654	0.0654
0.08	7.00	0.0480	0.0480
0.06	8.00	0.0368	0.0368
0.05	9.00	0.0291	0.0291
0.04	10.00	0.0235	0.0235

Fuente: Propia

Se muestra el espectro de diseño considerado para ambas direcciones de diseño realizado en Excel. (Ver Tabla N° 34)

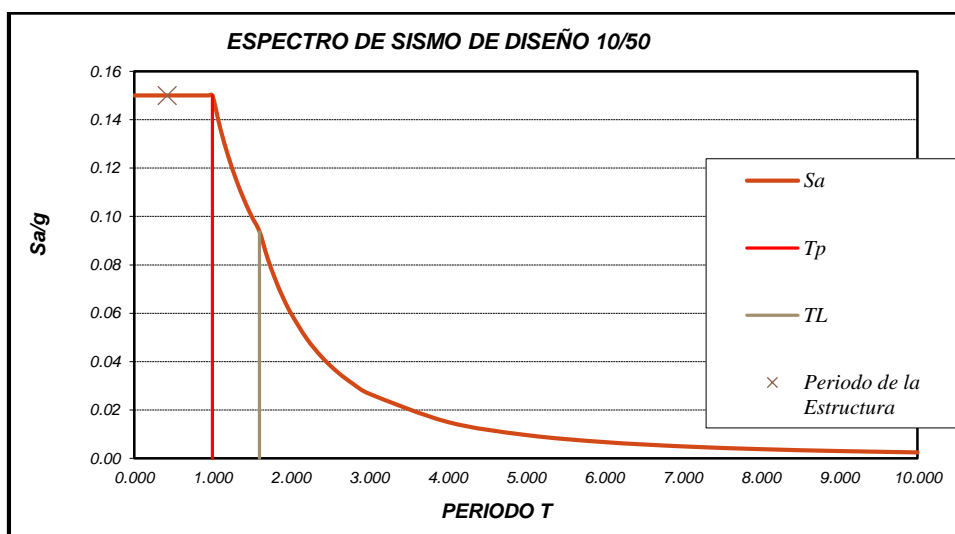


Figura 34: Gráfico de los valores del espectro de diseño en Excel.
Fuente: Propia

En las siguientes figuras se muestra se inserta los datos de la tabla del espectro de diseño para ambas direcciones de análisis, en el cual, se consideró la excentricidad accidental del 5%, en el software Robot Structural, y podemos afirmar que generan el mismo espectro de diseño a comparación de la Figura N° 14. (Ver Figura N° 35 y N° 36)

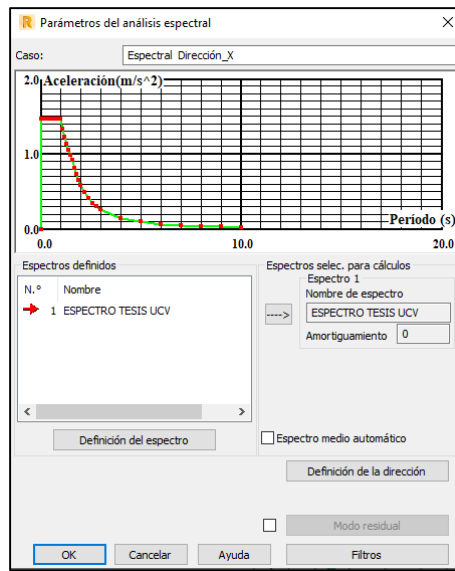


Figura 35: Espectro de diseño en Robot Structural en la dirección X-X
Fuente: Propia

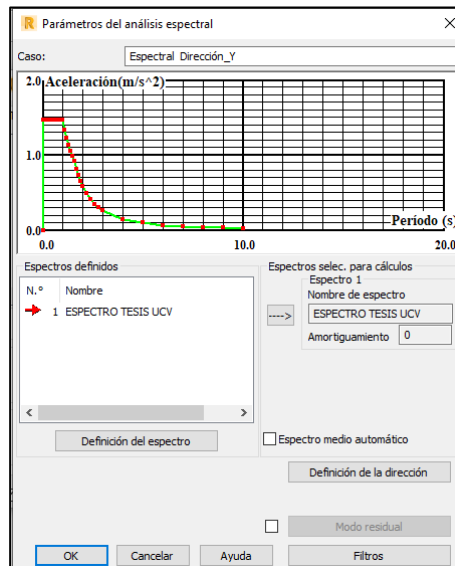


Figura 36: Espectro de diseño en Robot Structural en la dirección Y-Y
Fuente: Propia

4.7.3. Modos de vibración de la estructura

Se recomienda 3 modos de vibración por piso, de acuerdo a ello, se tomó en cuenta 24 modos de vibración, tal como se muestra. (Ver Figura N° 37 y N° 38)

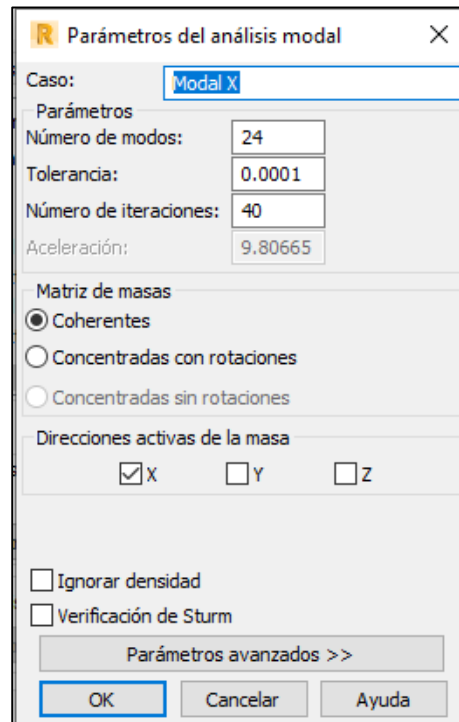


Figura 37: Parámetros del análisis modal en la dirección X-X
Fuente: Propia

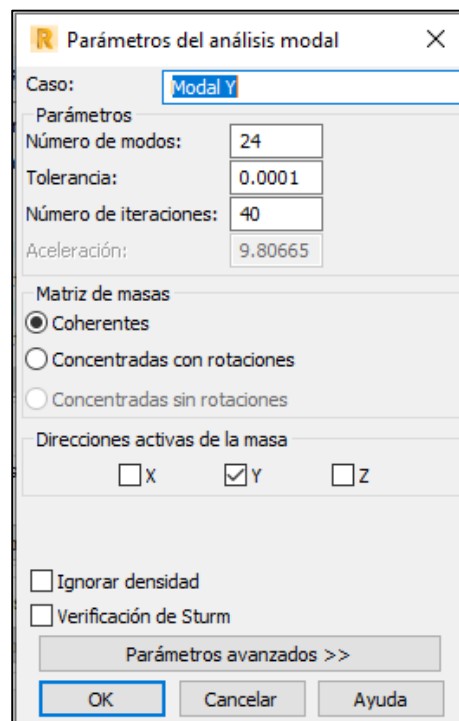


Figura 38: Parámetros del análisis modal en la dirección Y-Y
Fuente: Propia

De acuerdo a las figuras se tomaron en cuenta 24 modos de vibración que se muestra en las tablas, ya en los primeros 6 modos se alcanza se logra el 90% de la masa participativa en las dos direcciones, por ello, se puede concluir que la cantidad mínima de modos a considerar a considerar es 6.

Como se observa en la tabla, el periodo fundamental en la dirección X es de 0.68s con una masa participativa de 69.96%. (Ver Tabla N° 28)

Tabla 28: Cuadro de periodos y masas participativas en la dirección X-X

CUADRO DE PERIODOS Y PORCENTAJE DE MASAS PARTICIPATIVAS X-X			
MODO	PERIODO (Sec)	UX (%)	MASAS CORR UX (%)
1	0.68	69.96	69.96
2	0.29	73.61	3.65
3	0.17	88.39	14.78
4	0.09	88.39	0.00
5	0.08	93.30	4.91
6	0.07	94.15	0.85
7	0.06	94.16	0.01
8	0.05	94.16	0.00
9	0.05	95.88	1.72
10	0.05	95.88	0.00
11	0.04	95.89	0.01
12	0.04	95.89	0.00
13	0.04	95.90	0.01
14	0.04	95.90	0.00
15	0.04	95.90	0.00
16	0.04	95.92	0.02
17	0.04	95.98	0.06
18	0.04	96.01	0.03
19	0.04	96.01	0.00
20	0.04	96.01	0.00
21	0.04	96.01	0.00
22	0.04	96.01	0.00
23	0.04	96.01	0.00
24	0.04	96.01	0.00
		$\Sigma=$	96.01

Fuente: Robot Structural Analysis 2021

Como se observa en la (Tabla N° 29), el periodo fundamental en la dirección Y es de 0.68s con una masa participativa de 55.06%.

4.7.4. Periodos fundamentales de la estructura

Tabla 29: Cuadro de periodos y masas participativas en la dirección Y-Y

CUADRO DE PERIODOS Y PORCENTAJE DE MASAS PARTICIPATIVAS Y-Y			
MODO	PERIODO (Sec)	UY (%)	MASAS CORR UY (%)
1	0.68	55.06	55.06
2	0.45	71.09	16.03
3	0.26	71.12	0.03
4	0.15	84.33	13.22
5	0.11	89.77	5.44
6	0.07	93.05	3.28
7	0.05	93.15	0.10
8	0.05	94.76	1.60
9	0.05	94.76	0.00
10	0.05	94.76	0.00
11	0.04	94.76	0.00
12	0.04	94.76	0.00
13	0.04	94.76	0.00
14	0.04	94.76	0.00
15	0.04	95.92	1.16
16	0.04	95.92	0.00
17	0.04	95.97	0.06
18	0.04	95.97	0.00
19	0.04	95.97	0.00
20	0.04	95.97	0.00
21	0.04	95.97	0.00
22	0.04	95.97	0.00
23	0.04	95.97	0.00
24	0.04	95.97	0.00
		$\Sigma=$	95.98

Fuente: Robot Structural Analysis 2021

Tabla 30: Periodos fundamentales de la estructura.

DIRECCIÓN	PERIODO (s)
X-X	0.68
Y-Y	0.68

Fuente: Robot Structural Analysis 2021

4.7.5. Gráfico de los modos de vibración

Se presenta los 6 primeros modos de vibración en ambas direcciones. (Ver Anexo N° 4)

4.7.6. Verificación de la fuerza cortante mínima

La edificación multifamiliar es regular por lo que la norma peruana E.030, nos dice, del análisis dinámico en las dos direcciones, se da una fuerza cortante en el primer entrepiso de la edificación y esta no puede ser inferior al 80% de la cortante basal hallada en el análisis estático. Caso contrario, se escalará todos los resultados obtenidos, excepto las derivas.

$$0.80 * (V_{estático}) < V_{dinámico}$$

En la siguiente tabla (Tabla N° 31) de muestra, la determinación de la fuerza cortante en la base calculada en el análisis estático.

Tabla 31: Parámetros sismorresistentes para el análisis estático en las dos direcciones de diseño.

PARÁMETROS SISMORRESISTENTES DE LA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR			
PARÁMETROS		Dirección X-X	Dirección Y-Y
Factor de zona (Zona 3)	Z	0.35	0.35
Factor de uso (Vivienda multifamiliar)	U	1	1
Factor de suelo (Suelos blandos)	S	1.2	1.2
Coficiente de amplificación sísmica	C	2.5	2.5
Factor de reducción (Regular)	R	7	7
Peso sísmico de la edificación (Tn)	P	3134.81	3134.81
Fuerza Cortante en la Base (Tn)	$V_{estático}$	470.2215	470.2215

Fuente: Propia

En las (Figuras N° 39 y Figura N° 40) se muestra la determinación de la fuerza cortante en la base calculada en el análisis dinámico mediante el software Robot Structural Analysis.

Modo CQC						
Suma final	462.68	259.11	4218.15	76.58	161.71	3.57
Suma de reacciones <	450.70	0.00	0.00	0.19	7532.22	3889.16
Suma de esfuerzos	450.71	0.0	0.0	0.20	7532.37	3889.18
Verificación	901.41	0.00	0.00	0.38	15064.60	7778.35
Precisión:	1.21618e+05	7.76708e+00				

Figura 39: Fuerza cortante en la base, en la dirección X-X

Fuente: Propia

Modo CQC						
Suma final	236.27	462.40	4728.41	147.46	57.64	3.31
Suma de reacciones <	0.00	377.10	0.00	6357.99	0.39	6998.59
Suma de esfuerzos	0.0	377.10	0.0	6358.08	0.41	6998.60
Verificación	0.00	754.21	0.00	12716.07	0.80	13997.19
Precisión:	7.46768e+04	4.02588e-02				

Figura 40: Fuerza cortante en la base, en la dirección Y-Y

Fuente: Propia

4.7.7. Verificación de las fuerzas cortantes

Como se muestra en la tabla, la fuerza cortante en la base en la dirección X y Y es mayor al 80% de la fuerza cortante hallada en el análisis estático, por lo tanto, cumple con la condición, y no es necesario incrementar la cortante para cumplir los mínimos señalados. (Ver Tabla N° 32)

Tabla 32: Verificación de la fuerza cortante en la base.

DIRECCIÓN	80% (V estático)	V dinámico	$0.80 * V_{\text{estático}} < V_{\text{dinámico}}$
X-X	376.1772	450.71	Pasa
Y-Y	376.1772	377.10	Pasa

Fuente: Propia

4.7.8. Calculo de los desplazamientos laterales

En el software Robot Structural Analysis se halló los desplazamientos laterales en la dirección X (Ver Figura N° 41 y Figura N° 42).

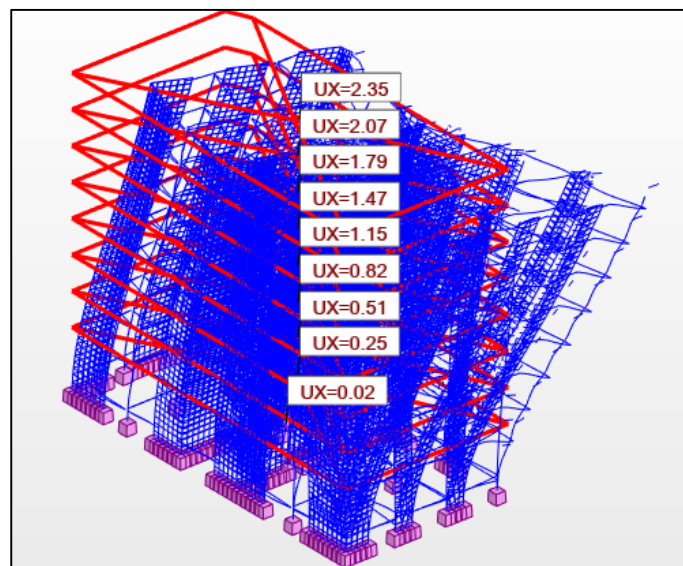


Figura 41: Desplazamientos laterales en la dirección X (cm) en el software Robot Structural

Fuente: Propia

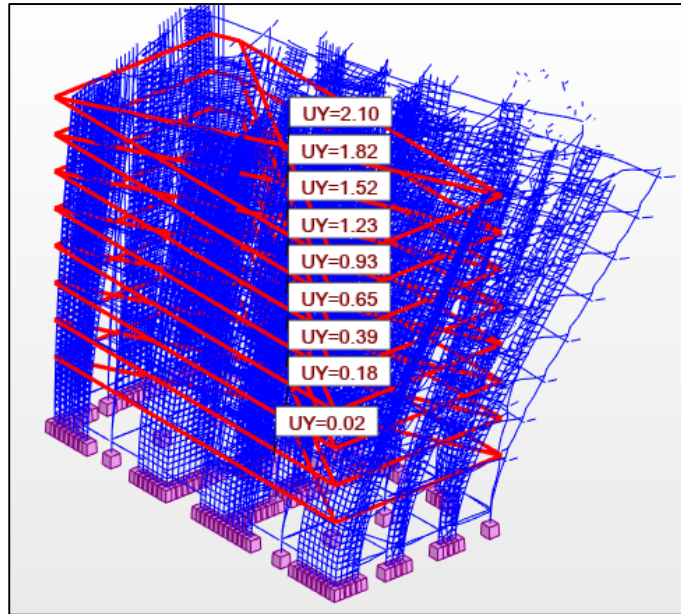


Figura 42: Desplazamientos laterales en la dirección Y (cm) en el software Robot Structural.

Fuente: Propia

4.7.9. Verificación de las derivas y desplazamientos laterales

A continuación, se muestra en las (Tabla N° 33 y la Tabla N° 34), donde se verificó las derivas y desplazamientos laterales rigiéndonos en la norma E.030 (Norma de Diseño Sismorresistente) donde el máximo desplazamiento relativo de entrepiso no debe de exceder el 7‰ para estructuras de concreto armado, resultados obtenidos del software Robot Structural Analysis 2021.

Tabla 33: Derivas máximas en la dirección X-X

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN X							
Sismo en la dirección X-X							
R=7	D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)						
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.28	1.4700	1.4700	0.00510417	0.007	✓
7	288	0.28	1.4700	1.4700	0.00510417	0.007	✓
6	288	0.32	1.6800	1.6800	0.00583333	0.007	✓
5	288	0.32	1.6800	1.6800	0.00583333	0.007	✓
4	288	0.33	1.7325	1.7325	0.00601563	0.007	✓
3	288	0.31	1.6275	1.6275	0.00565104	0.007	✓
2	288	0.26	1.3650	1.3650	0.00473958	0.007	✓
1	375	0.23	1.2075	1.2075	0.00322000	0.007	✓

Fuente: Propia

Tabla 34: Derivas máximas en la dirección Y-Y

DERIVAS MÁXIMAS EN LA DIRECCIÓN Y							
Sismo en la dirección Y-Y							
R=7	D= Desplazamientos relativos de entre piso ($U_i - U_{i-1}$)						
Nivel	h (cm)	D (cm)	D*0.75*R	d (cm)	Deriva (d/h)	Max. Perm.	Control
8	288	0.28	1.4700	1.4700	0.00510417	0.007	✓
7	288	0.30	1.5750	1.5750	0.00546875	0.007	✓
6	288	0.29	1.5225	1.5225	0.00528646	0.007	✓
5	288	0.30	1.5750	1.5750	0.00546875	0.007	✓
4	288	0.28	1.4700	1.4700	0.00510417	0.007	✓
3	288	0.26	1.3650	1.3650	0.00473958	0.007	✓
2	288	0.21	1.1025	1.1025	0.00382813	0.007	✓
1	375	0.16	0.8400	0.8400	0.00224000	0.007	✓

Fuente: Propia

Se observa que los máximos valores encontrados cumplen lo que la Norma Peruana recomienda.

- En la dirección X resultó una deriva máxima de 0.00601563 lo cual es menor que 0.007.
- En la dirección Y resultó una deriva máxima de 0.00546875 lo cual es menor que 0.007.

4.7.10. Separación entre edificios

Toda edificación toma una distancia prudente de las estructuras colindantes, desde el nivel cero con una distancia mínima de "s" con el objetivo de evitar el contacto ante algún acontecimiento sísmico.

La norma E.030 nos da tres formas para poder hallar la separación de la estructura.

- $s \geq 0.03 \text{ m}$
- $s = 0.006 * H \rightarrow 0.006 * 32.91 \text{ m} = 0.1435 \text{ m} \rightarrow 14 \text{ cm}$

La tercera formula implica conocer los desplazamientos de los edificios adyacentes, pero, este dato no se tiene, también mencionar que solo hay una construcción de dos niveles al lado izquierdo de la edificación multifamiliar en proyección, y al lado izquierdo no existe ninguna construcción.

La norma E.030 señala que el retiro de la edificación multifamiliar no debe ser menor que 2/3 del desplazamiento inelástico producido en el análisis dinámico, ni tampoco ser menor que $s/2$.

- $2/3 (12 \text{ cm}) = 8 \text{ cm}$
- $14/2 = 7 \text{ cm}$

Por lo tanto, el retiro será de 8 cm.

4.8. Diseño de los elementos estructurales de la edificación multifamiliar

En esta sección se muestra los reportes del cálculo de aceros de refuerzo de los componentes estructurales desarrollados con el software Autodesk Robot Structural Analysis, rigiéndonos en las normas ACI-318 y la E.060 (Concreto Armado).

El diseño de concreto armado se desarrolló bajo el método de diseño por resistencia donde se cumple la siguiente relación:

$$\phi Rn \geq Ru$$

Los factores de amplificación y las combinaciones de carga empleadas para conseguir las cargas críticas, son:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

$$U = 1.25(CM + CV) \pm CS$$

$$U = 0.9CM \pm CS$$

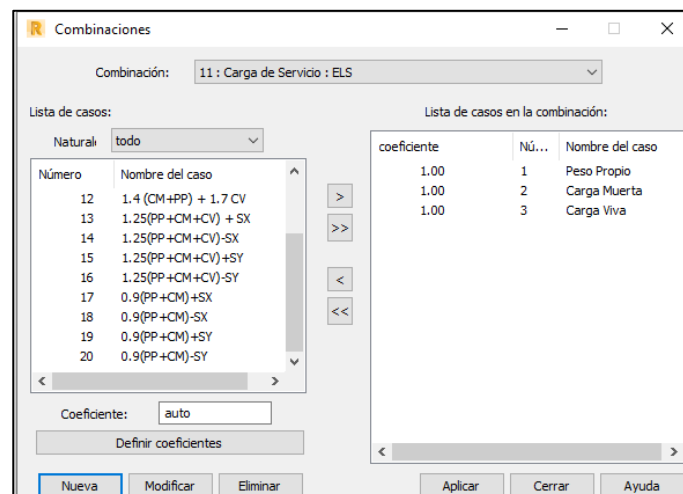


Figura 43: Combinaciones de carga introducidas al Software Robot Structural.

Fuente: Propia

De forma integral las fuerzas de flexión que interactúan en un elemento estructural, provocan esfuerzos a compresión y tracción en su respectiva sección transversal. En el área expuesta a compresión trabaja de forma óptima el concreto, por lo tanto, el acero de refuerzo trabaja íntegramente en el área de tracción.

Entonces, compresión en el concreto es igual a la tracción en el acero.

$$0.85 f'c * a * b = As * fy$$

$$As = \frac{Mu}{\phi fy \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

El diseño por corte se da por las siguientes relaciones, el trabajo integro donde soportará la mayoría de los esfuerzos a corte están dadas por el concreto y la repartición correcta de los estribos.

$$Vn = Vc + Vs$$

$$Vc = 0.53 f'c * b * d$$

$$Vs = \frac{As * fy * d}{s}$$

$b =$ base

$d =$ peralte

$As =$ Área de acero

$s =$ separación entre estribos

4.8.1. Diseño de viga

En esta sección el cálculo de acero de refuerzo de vigas se llevó a cabo con el software Robot Structural Analysis, implementando las normas ACI-318 y la E.060. Las cargas muertas y las cargas vivas que actúan directamente en las losas, se transmiten mediante su acero de refuerzo a las vigas principales, por lo tanto, las vigas fueron diseñadas con la finalidad de resistir esfuerzos a flexión. Este diseño se logra mediante la envolvente de diseño, que es una combinación de los esfuerzos más críticos.

Los elementos estructurales expuestos a cargas por flexión y fuerzas laterales duales tienen requerimientos mínimos acorde a la Norma E.060 expuestas en los siguientes párrafos.

En la zona extrema de la viga, el momento nominal positivo debe ser mínimamente a la tercera parte del momento nominal negativo en dicha zona.

En cada extremo de la viga, debe tener estribos de sujeción cerrados. La longitud de estos estribos debe ser igual al doble de la profundidad de la viga, medida desde la superficie de la junta, y la distancia del primer estribo no debe exceder los 10 cm. La separación de los estribos de contención debe ser inferior a $d/4$, y la separación no debe ser inferior a 15 cm o 10 veces el diámetro de las barras de acero longitudinales, o 24 veces el diámetro de las barras de acero utilizadas como estribos.

Diseño de la viga principal

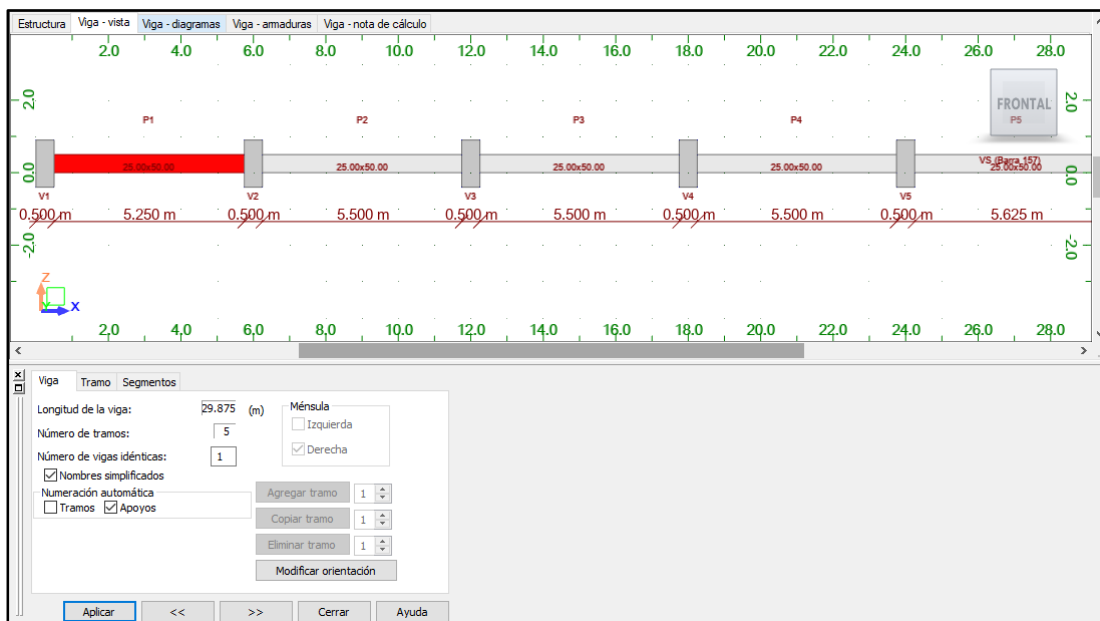


Figura 44: Cuadro de análisis y diseño del tramo
Fuente: Propia

El diseño de la viga P1, P2, P3, P4, P5 y P6 emplean la combinación que indican en el cuadro anterior, según como indica la norma E.060. El software crea la envolvente para las solicitaciones requeridas; ELU y ELS. En las gráficas

siguientes se muestra los diagramas de momentos flectores, y diagrama de momentos cortantes, respectivamente. (Ver Figura N° 45 y N° 46)

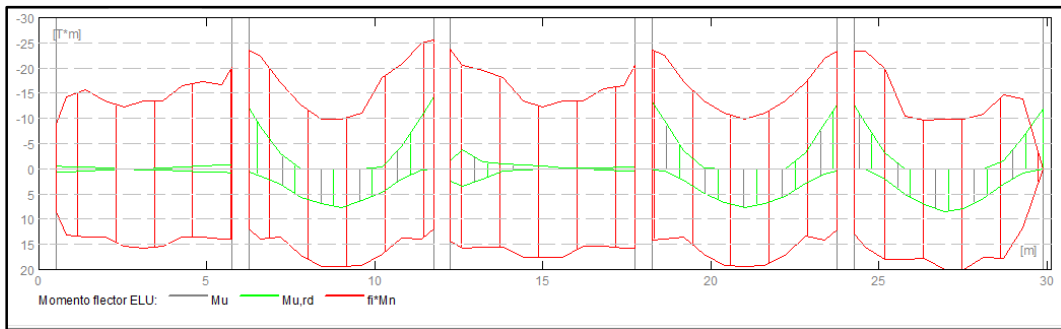


Figura 45: Diagrama del momento flector de la envolvente.
Fuente: Propia

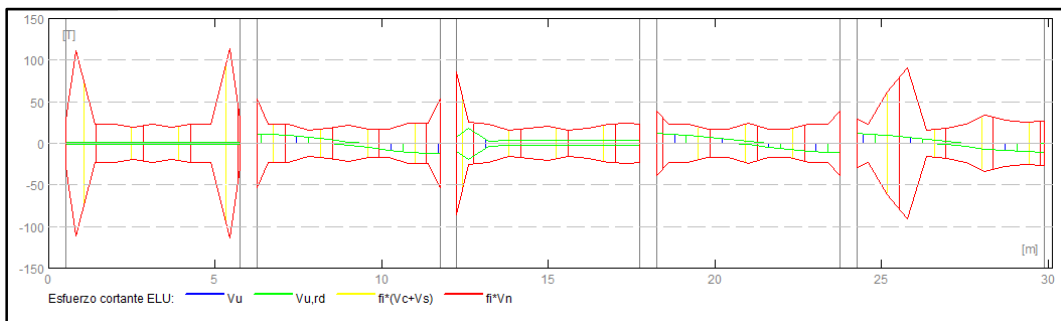


Figura 46: Diagrama del momento cortante de la envolvente.
Fuente: Propia

Para el diseño, se sabe que M_n es mayor o igual que el momento ultimo (M_u), rigiéndose en esta relación se procede a calcular los aceros. En la Figura N° 46 se muestra el diagrama de momentos flectores el cual contiene la envolvente de las combinaciones de carga requeridas, donde se ve que en los tramos centrales P2, P3, P4 es donde se requiere mayor acero de refuerzo.

En el siguiente cuadro se presenta los valores de los momentos por cada tramo analizado.

Tabla 35: Valores de los momentos por cada tramo analizado.

Tramo	$M_{u,m\acute{a}x.}$ (T*m)	$M_{u,m\acute{i}n.}$ (T*m)	$M_{u,iz}$ (T*m)	$M_{u,d}$ (T*m)	$V_{u,iz}$ (T)	$V_{u,d}$ (T)
P1	0.76	-0.38	0.69	-0.84	1.07	-1.28
P2	7.61	-0.42	-12.04	-14.25	11.15	-12.04
P3	3.5	-0.92	2.51	0.53	-10.24	3.62
P4	7.67	-0.08	-13.31	-12.63	11.72	-11.37
P5	8.53	0	-12.61	-11.89	11.78	-10.77

Fuente: Robot Structural Analysis

La tabla siguiente nos expone, el resumen de la distribución de aceros longitudinales y transversales en los tramos P1, P2, P3, P4, P5 y P6. El cálculo se desarrolló con el software Autodesk Robot Structural, teniendo en cuentas la normas E.060 y ACI-318-14. Toda la distribución empleada cumple con las exigencias mínimas de las normas mencionadas y para mayor detalle revisar la memoria de cálculo de la viga principal en los anexos. (Ver Tabla N° 35)

Tabla 36: Sección teórica de los aceros por cada tramo.

Tramo	Tramo (cm2)		Apoyo izquierdo (cm2)		Apoyo derecho (cm2)	
	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.
P1	0.43	0	0.39	0.31	0.43	0.48
P2	4.78	0	0.35	7.77	0.06	9.33
P3	2.06	0	1.48	0.96	0.3	0.24
P4	4.82	0	0.11	8.66	0.26	8.18
P5	5.39	0	0	8.16	0	7.67

Fuente: Robot Structural Analysis

Disposición de armaduras

P1: TRAMO DE 0.50 m A 5.75 m

Armaduras longitudinales: 3@ Ø(1/2") superior ; 3@ Ø(1/2") inferior ; 2@ Ø(3/8") intermedio.

Armaduras transversales: 42@ Ø(3/8")

$$e = 1*0.050 + 15*0.100 + 11*0.199 + 15*0.100 \text{ (m)}$$

P2: TRAMO DE 6.250 m A 11.750 m

Armaduras longitudinales: 3@ Ø(1/2") superior ; 3@ Ø(1/2") inferior ; 2@ Ø(3/8") intermedio.

Armaduras transversales: 45@ Ø(3/8")

$$e = 1*0.050 + 15*0.100 + 13*0.199 + 15*0.100 \text{ (m)}$$

P3: TRAMO DE 12.250 m A 17.750 m

Armaduras longitudinales: 3@ Ø(1/2") superior ; 3@ Ø(1/2") inferior ; 2@ Ø(3/8") intermedio.

Armaduras transversales: 42@ Ø(3/8")

$$e = 1*0.050 + 15*0.100 + 13*0.199 + 15*0.100 \text{ (m)}$$

P4: TRAMO DE 18.250 m A 23.750 m

Armaduras longitudinales: 3@ Ø(1/2") superior ; 3@ Ø(1/2") inferior ; 2@ Ø(3/8") intermedio.

Armaduras transversales: 42@ Ø(3/8")

$$e = 1*0.050 + 15*0.100 + 13*0.199 + 15*0.100 \text{ (m)}$$

P5: TRAMO DE 24.250 m A 29.875 m

Armaduras longitudinales: 3@ Ø(1/2") superior ; 3@ Ø(1/2") inferior ; 2@ Ø(3/8") intermedio.

Armaduras transversales: 42@ Ø(3/8")

$$e = 1*0.050 + 15*0.100 + 13*0.196 + 15*0.100 \text{ (m)}$$

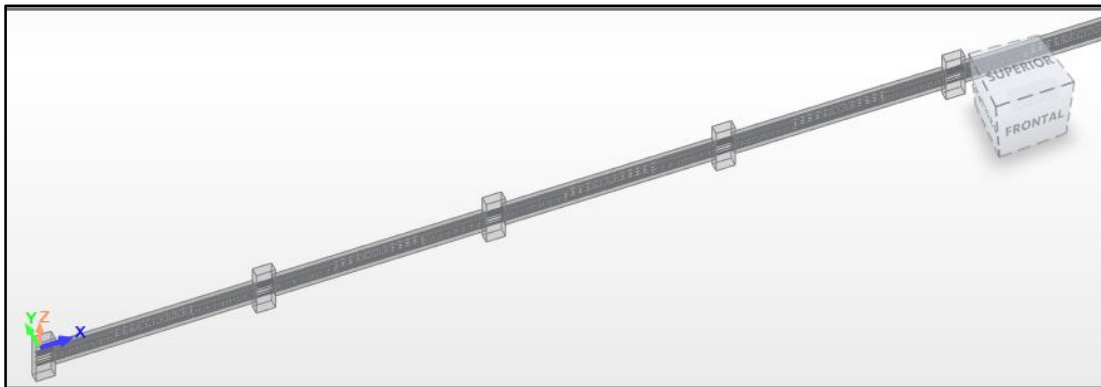


Figura 47: Distribución de los aceros de refuerzo.
Fuente: Propia

4.8.2. Diseño de columnas

Con el objetivo de diseño de los aceros de refuerzo en columnas la norma E.060 plantea requerimientos mínimos:

- En elementos estructurales verticales se proveerá de concreto de resistencia mayor o igual a $f'c$ de 210 kg/cm².
- El refuerzo longitudinal se tiene que encontrar en un intervalo de cuantía de 1% a 6% como máximo

Los estribos que se propongan en las columnas deben de ser cerrados, con ganchos distribuidos aleatoriamente, con longitudes de confinamiento no menores a:

- 1/6 de la luz libre del elemento vertical.
- No debe de tomar mayores espaciamientos que la longitud mayor de la sección transversal.
- Cincuenta centímetros.

Ahora se presenta el proceso de diseño de la columna 50 cm * 50 cm, lo cual es una columna central ubicada en el primer nivel, todo desarrollado en el Software Robot Structural. (Ver Figura N° 48)

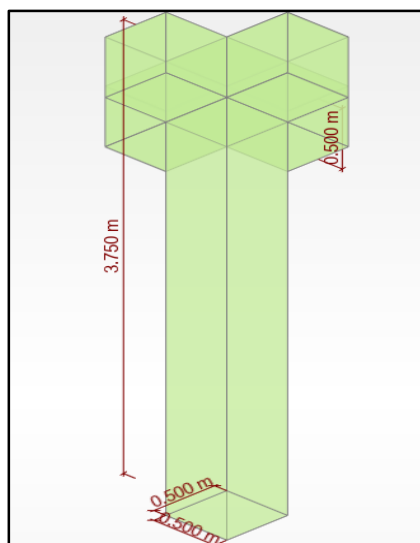


Figura 48: Modelo inicial y diseño de la columna central (50 cmx50 cm)

Fuente: Propia

Características de los materiales

- Concreto $f'c=280.00$ kg/cm²
- Acero de las armaduras longitudinales y transversales: Acero grado 60 $f_y=4200$ kg/cm²

Geometría del elemento

- Rectangular: 50 cm * 50cm
- Altura: 3.75 m
- Recubrimiento de la armadura: 4.00 cm

Cargas empleadas por el software Robot Structural Analysis

Tabla 37: Combinaciones de carga correspondientes según la E.060y empleadas en el software Robot Structural Analysis.

Caso	N (T)	Myu (T*m)	Myl (T*m)	Myi (T*m)	Mzu (T*m)	Mzl (T*m)	Mzi (T*m)
Carga de Servicio	197.72	0.03	0.36	0.22	0.26	-0.29	-0.07
1.40(PP+CM)+1.7CV	288.53	0.04	0.52	0.33	0.38	-0.43	-0.11
1.25(PP+CM+CV)+SX	248.57	5.7	-2.64	2.36	0.92	-0.5	0.36
1.25(PP+CM+CV)-SX	245.74	-5.63	3.53	-1.97	-0.28	-0.23	-0.26
1.25(PP+CM+CV)+SY	245.48	-1.24	0.92	-0.38	2.27	-0.58	1.13
1.25(PP+CM+CV)-SY	248.83	1.31	-0.02	0.78	-1.62	-0.16	-1.04
0.90(PP+CM)+SX	144.21	5.68	-2.83	2.28	0.78	-0.33	0.34
0.90(PP+CM)-SX	141.38	-5.65	3.34	-2.05	-0.42	-0.07	-0.28
0.90(PP+CM)+SY	141.12	-1.26	0.73	-0.47	2.13	-0.41	1.11
0.90(PP+CM)-SY	144.47	1.29	-0.21	0.69	-1.76	0.01	-1.05

Fuente: Robot Structural Analysis

Para los aceros distribuidos en la columna rectangular 50 cm x 50 cm, de manera teórica se elaboró el siguiente diagrama de interacción que se muestra en la figura. (Ver Figura N° 49)

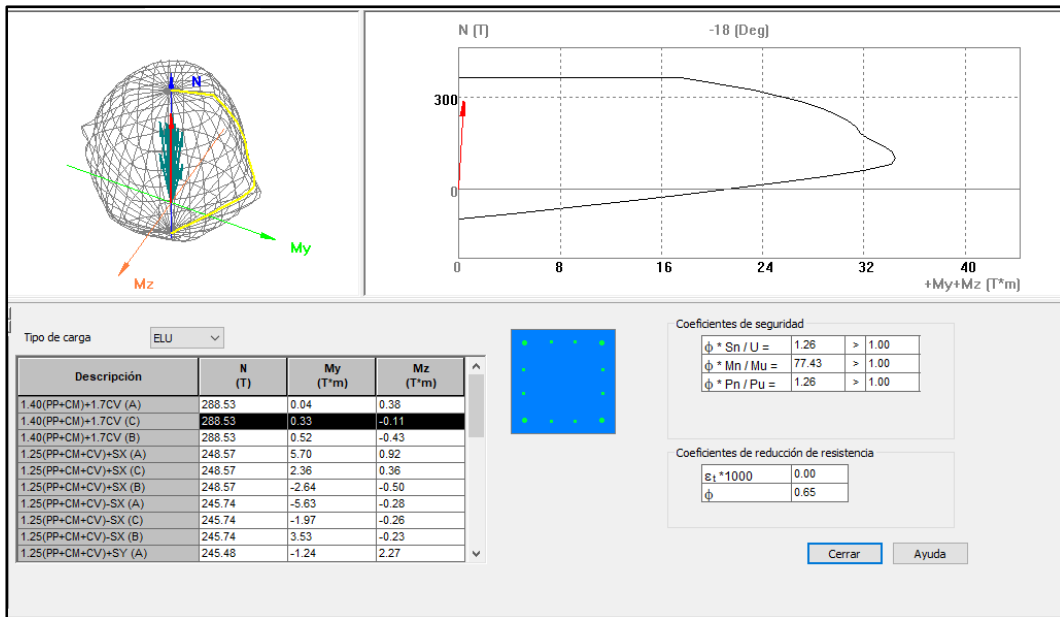


Figura 49: Diagrama de interacción de la columna principal
Fuente: Propia

Como se puede apreciar en la figura los valores de interacción del momento nominal y la carga nominal se dan en el interior del área total del diagrama, es decir, la distribución de aceros planteados trabaja óptimamente. (Ver Figura N° 49)

Distribución de aceros longitudinales y transversales.

La siguiente figura se aprecian la distribución de aceros en el modelo 3D, así como un corte. (Ver Figura N° 50)

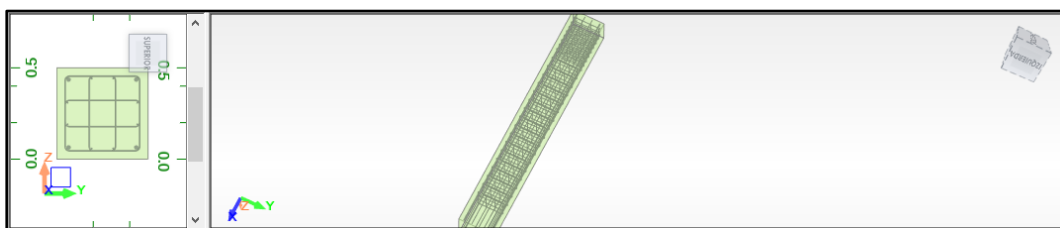


Figura 50: Modelo tridimensional de diseño de acero en la columna.
Fuente: Propia

4.8.3. Diseño de los muros cortantes

En la norma E.060, presenta consideraciones importantes para el diseño de acero de refuerzo en muros cortantes.

El espesor de los muros cortantes, no debe ser inferior a 10 cm, tampoco será menor a la altura efectiva entre 25.

Con respecto a los muros cortantes que se encuentran en los exteriores o en las cimentaciones, están no deben ser inferior a 20 cm.

Para muros estructurales con espesores pequeños, el proyectista debe de tomar en cuenta los aspectos de trabajabilidad con el objetivo de evitar las patologías del concreto.

Para refuerzos verticales o transversales a la normal en muros estructurales, las cuantías mínimas a considerar son:

$$\text{Si } Vu < 0.265\sqrt{f'c * Acw} \quad ; \quad \rho_h \geq 0.0020 \quad ; \quad \rho_v \geq 0.0015$$

$$\text{Si } Vu > 0.265\sqrt{f'c * Acw} \quad ; \quad \rho_h \geq 0.0025 \quad ; \quad \rho_v \geq 0.0025$$

Se toma en cuenta la distancia no menor que el mayor valor entre l_m y $M_u/4V_u$, cuando los elementos estructurales necesiten contar con elementos confinados de borde. (Ver Figura N° 51)

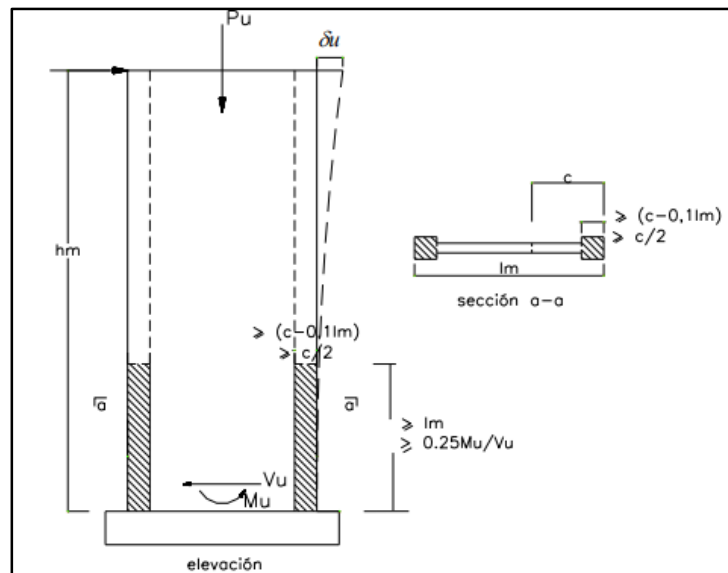


Figura 51: Elementos confinados de bordes de muro.
Fuente: (RNE E.060, 2018)

Geometría del elemento

Geometría del muro		Huecos	
Nombre	<input type="text"/>	Refuerzo izquierdo	
Longitud	3.500 (m)	B	25.00 (cm)
Altura	3.750 (m)	D	78.75 (cm)
Espesor	25.00 (cm)	Refuerzo derecho	
		B	25.00 (cm)
		D	78.75 (cm)

Figura 52: Geometría del muro estructural.
Fuente: Propia

Altura: 3.75m

Longitud a diseñar: 3.5m

Espesor: 25 cm

En la Tabla N° 38 se dan a conocer las combinaciones; los momentos y esfuerzos máximos que se aplican al muro, según sea el análisis que se realice.

Tabla 38: Combinaciones de carga aplicadas en el diseño.

Nombre	TIPO	N(T)	M(T*m)	H(T)
1.40 (PP+CM) +1.7CV	ELU	144.3	25.39	-1.3
1.25(PP+CM+CV) +SX	ELU	182.16	303.44	54.35
1.25(PP+CM+CV) -SX	ELU	69.33	-259.91	-56.55
1.25(PP+CM+CV) +SY	ELU	30.31	44.68	-7.16
1.25(PP+CM+CV) -SY	ELU	221.19	-1.15	4.95
0.90(PP+CM) +SX	ELU	136.58	294.32	54.85
0.90(PP+CM) -SX	ELU	23.75	-269.03	-56.05
0.90(PP+CM) +SY	ELU	-15.28	35.56	-6.66
0.90(PP+CM) -SY	ELU	175.6	-10.27	5.45

Fuente: Robot Structural Analysis

Diseño a compresión y flexión

En el borde izquierdo se utiliza la combinación dimensionante ELU 6

$M_u = 294.32$ (T*m)

$N_u = 136.58$ (T)

Resultado del área del borde izquierdo:

$$AsL = 6.67 \text{ cm}^2$$

En el borde derecho se utiliza la combinación dimensionante ELU 7

$$Mu = -269.03 \text{ (T*m)}$$

$$Nu = 23.75 \text{ (T)}$$

Resultado del área del borde izquierdo:

$$AsL = 19.78 \text{ cm}^2$$

Armadura

Armaduras distribuidas

Armadura vertical: #16 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

Armadura horizontal: #30 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

Armaduras de borde izquierdo

Rectas: #10 Grado 60 Ø 0.6

Horquillas: #15 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

Armadura horizontal: #15 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

Armaduras de borde derecho

Rectas: #10 Grado 60 Ø 0.6

Horquillas: #15 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

Armadura horizontal: #15 Grado 60 Ø 0.4 separación 0.25 m

A continuación, se presenta las disposiciones de aceros en el modelo tridimensional. (Ver Figura N° 53)

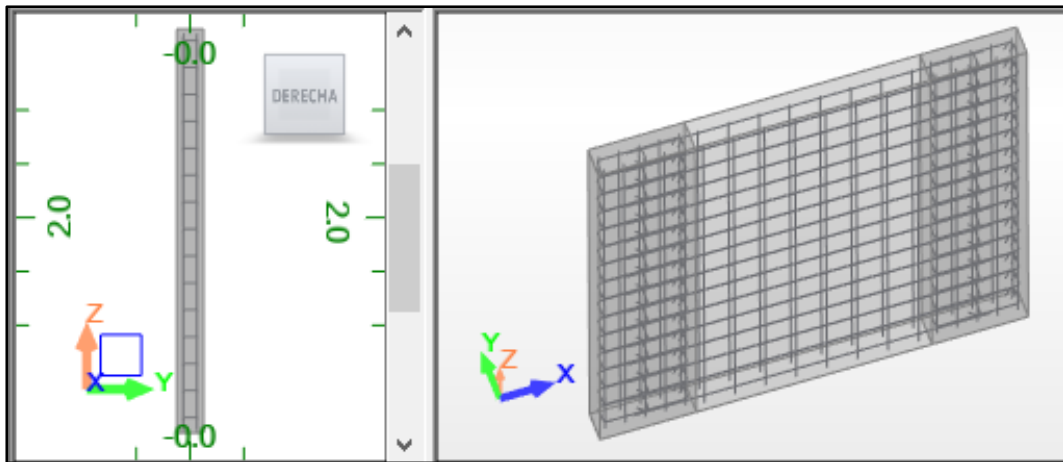


Figura 53: Disposición final de los aceros en un modelo tridimensional.
Fuente: Propia

4.8.4. Diseño de la losa de cimentación

Se presenta la losa de cimentación, planteada para toda el área de la cimentación debido a, según los resultados del Estudio de Mecánica de Suelos, la carga admisible es de 0.21kg/cm^2 . (Ver Anexo N° 7 y N° 8)

Se predimensiona las medidas anticipadas, para luego analizarlas en el software Robot Structural Analysis y mediante las iteraciones lograr las medidas apropiadas para el correcto desempeño de la losa de cimentación.

En la (Figura N° 54) se muestra el modelo de la losa.

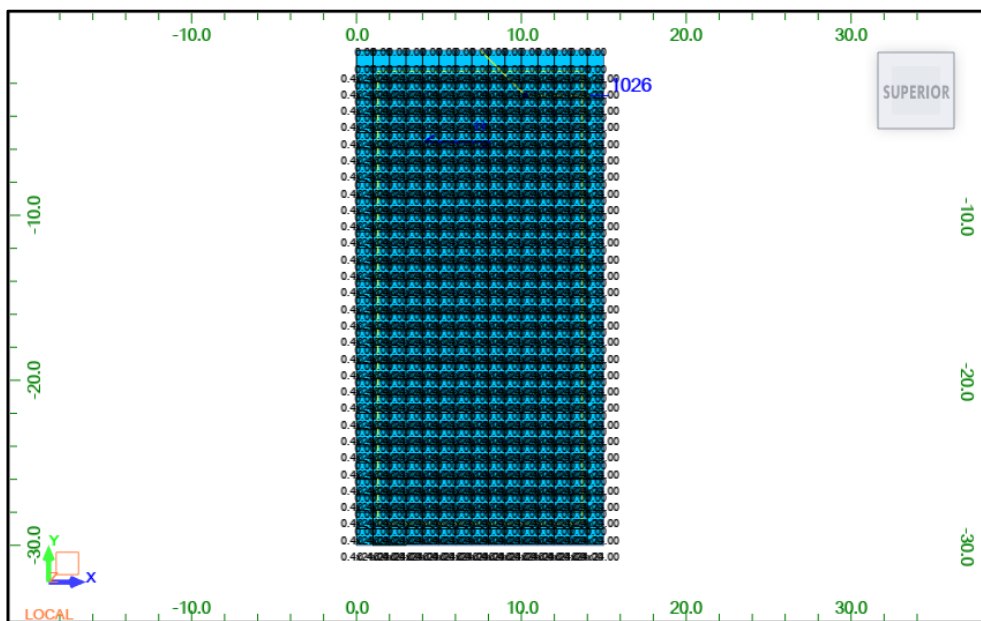


Figura 54: Dimensionamiento preliminar de la losa de cimentación.
Fuente: Propia

El análisis de la losa de cimentación se regirá en las interpretaciones correctas que se les dé a los diagramas de mapa. Y acorde a ello, se hallará las áreas de acero más óptimas para distribuirlos, respetando las normas ACI-318-14 y la norma E.060. (Ver Figuras N° 55, N° 56 y N° 57)

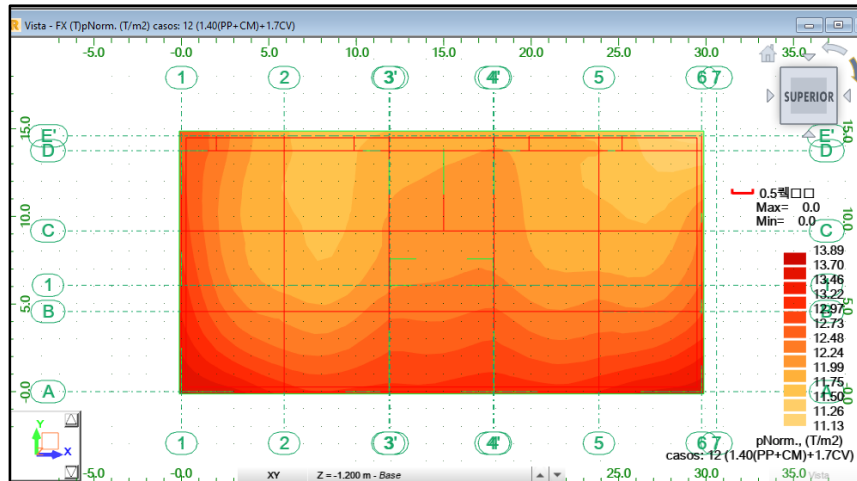


Figura 55: Diagrama del mapa de la reacción del suelo.
Fuente: Propia

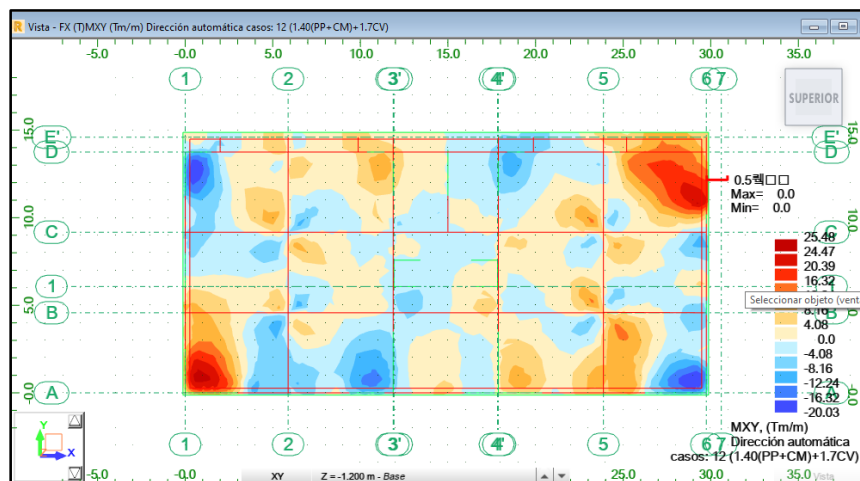


Figura 56: Diagrama del mapa de tensiones en las direcciones X y Y
Fuente: Propia

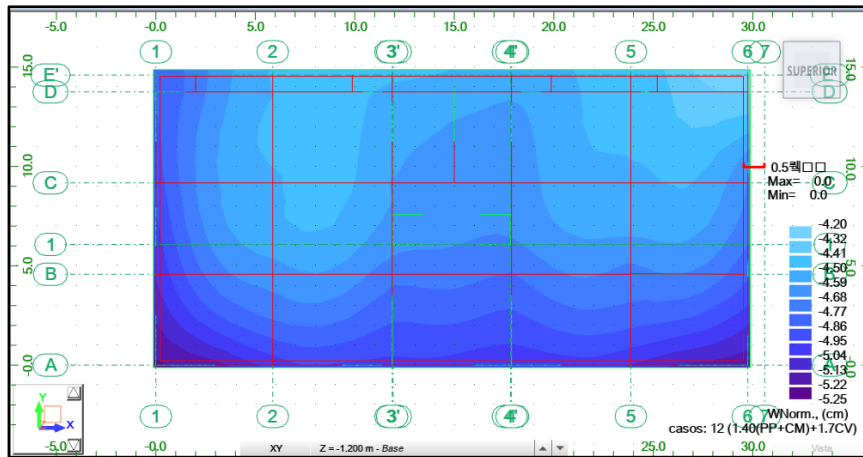


Figura 57: Diagrama del mapa de desplazamientos en la dirección Z.
Fuente: Propia

Las zonas con más contraste señalan mayor cantidad de área de acero a comparación de las zonas más opacas. En los siguientes cuadros se analizan las áreas de acero calculados.

Geometría de la losa

Ancho: 15 m

Largo: 30 m

Espesor: 0.80 m

Zonas de armadura

Armadura Inferior

Tabla 39: Tablas de las armaduras de la losa de cimentación

Nombre	Coordenadas				Armaduras adoptadas f (in) / (cm)	At (cm ² /m)	Ar (cm ² /m)
	x1	y1	x2	y2			
1/1- Ax Principal	0	-30	15	0	0.4 / 45.00	0.00 <	1.75
1/2- Ay Perpendicular	0	-30	15	0	0.4 / 45.00	0.00 <	1.75

Fuente: Robot Structural Analysis

V. DISCUSIÓN

De acuerdo a la **hipótesis general** planteada “La aplicación de la metodología BIM, potencia a tener un mejor proceso en el desarrollo del análisis estructural de la edificación multifamiliar” cabe indicar que el proceso llevado fue óptimo. Puesto que después de realizar la estructuración preliminar y su respectivo predimensionamiento. Se modeló de forma tridimensional en el programa computacional Revit 2021, teniendo en cuenta que el uso BIM era el de un análisis sísmico, es por eso que se modeló observando de forma paralela el modelo analítico con el objetivo de evitar errores, desfases e interferencias al momento de vincularlo con Robot Structural Analysis. El análisis sísmico se llevó con éxito obteniendo las derivas adecuadas sin exceder los que la Norma E.030 indica.

Este proceso implementado guarda relación con (Colonia Vitorio & Valentin Duran, 2020), en su tesis aplica la misma metodología para generar el análisis estructural sismorresistente, empleando el software Robot Structural. En la cual la efectividad del proceso del diseño estructural sismorresistente fue aceptada puesto que se da conforme a la filosofía y principios del diseño sismorresistente.

Acorde a la **hipótesis específica N° 1** “Una estructuración simétrica y continua tiene un buen comportamiento sismorresistente” lo cual es preciso indicar que aceptamos la hipótesis planteada. Primeramente, se observó con detalle y precisión los planos de arquitectura para plantear los elementos estructurales verticales los cuales se ubicaron de forma simétrica y continua en elevación. Por lo tanto, esta estructuración conllevó que el comportamiento sismorresistente sea óptimo y cumpla con lo establecido en la Norma E.030.

Esta afirmación tiene relación con (Colonia Vitorio & Valentin Duran, 2020), que en el proceso de análisis sismorresistente de su edificación también aplicaron una estructuración simétrica y continúa lo cual logró que su edificación en análisis tenga un buen comportamiento sismorresistente.

Esta hipótesis tiene relación con (Domínguez Hurtado & Moreno Minaya, 2018), que de acuerdo a su planos de arquitectura, aplicaron una estructuración lo más

simétrica posible por lo que obtuvieron en la parte de corroboración de irregularidad un factor de 0.9. Con respecto a la continuidad de los elementos estructurales, los tesisas cumplieron con esa condición con el objetivo de lograr un buen desempeño ante algún evento sísmico.

De acuerdo a la **hipótesis específica N° 2** “La implementación de la metodología BIM en el análisis sísmico potencia la minimización de errores, desfases e interferencias” lo cual indicamos que aceptamos la hipótesis planteada. Al implementar la metodología BIM en el análisis sísmico se comenzó por modelar tridimensionalmente la edificación, lo cual lleva a que no se generen desfases e interferencias entre elementos estructurales, esta minimización de errores genera que se haya hecho un adecuado análisis estructural sismorresistente obteniendo los resultados siguientes. Del EMS se obtuvo una capacidad portante de 0.21 kg/cm^2 lo cual conlleva a plantear una platea de cimentación. La edificación se encuentra en la zona 3, por lo tanto, su factor sísmico es $Z=0.35$, el suelo a profundidad de desplante es de tipo S3 (Suelos Blandos). Los periodos T_p y T_I son 1.0 y 1.6 respectivamente. El factor de amplificación sísmica “C” es igual a 2.5. La estructura corresponde a la categoría (C) por lo que el factor “U” es igual a 1.0. El sistema estructural es regular por lo que R_0 es igual a 7. Por lo tanto, el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas $R=7$. El sistema estructural que se empleó fue dual, porque al implementar muros cortantes estas absorben mayor porcentaje de las fuerzas sísmicas. Del análisis estático, la deriva máxima en ambas direcciones fue de 0.006.

Estos resultados tienen cierta relación con (Colonia Vitorio & Valentin Duran, 2020), la edificación que analizaron se encuentra en Ancash que pertenece según la Norma E.030 a la zona 3 con un factor de zona de 0.35, el suelo que encontraron fue de tipo S2 (Suelos Intermedios) con una capacidad portante de 1.21 kg/cm^2 lo cual es un buen suelo, por lo tanto, plantearon zapatas aisladas. Con respecto al coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas obtuvieron un valor de R igual a 7, que significa que trabajaron con una estructura regular. Las derivas máximas fueron de 0.007 en ambas direcciones a diferencia de nuestra investigación obtuvimos una deriva máxima de 0.006.

Los resultados obtenidos guardan relación con (Domínguez Hurtado & Moreno Minaya, 2018), en la cual, la edificación que analizaron se encuentra en Ancash, por lo tanto, pertenece a la zona 3 con un factor de zona de 0.35. El suelo encontrado fue de tipo S2 (Suelos Intermedios), esa fue la razón por la que optaron por una cimentación de zapatas aisladas, a diferencia de la nuestra donde planteamos una platea de cimentación. El sistema estructural que emplearon fue dual puesto que los muros cortantes absorben la mayor cantidad de las fuerzas laterales a la que está expuesto la edificación. El factor de reducción de fuerzas sísmicas fue de 6.3 puesto que tenían una estructura ligeramente irregular. Las derivas máximas obtenidas fueron menores a 0.007 lo cual cumple con los máximos establecidos en la Norma E.030.

De acuerdo a la **hipótesis específica N° 3** “El diseño de los elementos estructurales aplicando la metodología BIM, minimiza el recurso tiempo y reactualizaciones manuales” lo cual es preciso indicar que aceptamos la hipótesis planteada. Luego del análisis estático y dinámico se obtuvo las dimensiones más adecuadas de los elementos estructurales. Por lo tanto, se procedió a calcular el acero de refuerzo en las vigas, columnas, muros cortantes y platea de cimentación. Respetando las Norma E.060.

En contraste los resultados obtenidos, tiene relación con (Domínguez Hurtado & Moreno Minaya, 2018) que nos dice que en el desarrollo del cálculo de los elementos estructurales hizo uso de los programas computacionales Revit y Robot. Estos últimos ayudaron a que el proceso de diseño se hiciera de forma automática, todo ello comparando y aplicando los cursos aprendidos en pregrado. Rigiéndose en las normas ACI-318 y E.060.

VI. CONCLUSIONES

Conclusión del Objetivo General

Se desarrolló el diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM, cumpliendo con la Norma E.020 (Cargas), Norma E .030 (Diseño Sismorresistente), Norma E.050 (Suelos y Cimentaciones), Norma E.060 (Concreto Armado) y la ACI-318-14.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 01

La estructuración se desarrolló en base a los planos arquitectónicos, donde fue lo más simétrica posible, con disposición hiperestática, regularidad y continuidad estructural. Posteriormente se predimensionó las columnas, vigas principales, vigas secundarias y losas. Luego se modeló de forma tridimensional en Revit Structure.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 02

Se desarrolló el análisis sismorresistente de la edificación multifamiliar modelado en Revit Structure y exportado a Robot Structural Analysis, siendo los mencionados programas que integran la metodología BIM. En el análisis preliminar del diseño sismorresistente se obtuvo los factores sísmicos. La edificación se encuentra en la zona 3, por lo tanto, su factor sísmico es $Z=0.35$, el suelo a profundidad de desplante es de tipo S3 (Suelos Blandos). Los periodos T_p y T_l son 1.0 y 1.6 respectivamente. El factor de amplificación sísmica "C" es igual a 2.5. La estructura corresponde a la categoría (C) por lo que el factor "U" es igual a 1.0. El sistema estructural es regular por lo que R_0 es igual a 7. Por lo tanto, el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas $R=7$. Del análisis estático, la deriva máxima en ambas direcciones fue de 0.006 lo cual cumple con la Norma E.030 que nos dice que no debe sobrepasar el valor de 0.007. Del análisis dinámico modal espectral, se obtuvo que el periodo fundamental en la dirección X fue de 0.68 s con una masa participativa de 69.96%, en la dirección Y fue de 0.68 s con una masa participativa de 55.06%.

Conclusiones del Objetivo Específico N° 03

Se realizó el cálculo de las áreas de acero de los elementos estructurales mediante la herramienta computacional BIM, Robot Structural Analysis y Revit Structure. Estas herramientas vinculadas permitieron realizar el diseño y modelado de los aceros de refuerzo aplicando las normas E.060 (Concreto Armado) y la norma ACI-318-14.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda implementar esta metodología a todas las fases de creación de proyectos civiles, ya que realiza un trabajo de vanguardia evitando muchos inconvenientes que usualmente se veía ya en la ejecución del proyecto.

La estructuración de los proyectos tiene que ser lo más sencillo y simétrico posible, ya que estas tienen un mejor comportamiento ante sollicitaciones sísmicas. De esa manera salvaguardando lo más importante, lo cual es, las vidas humanas.

Al momento de modelar en Revit, se tiene que tener en cuenta cual es el uso BIM que se le pretende dar al proyecto. El uso BIM que se le dio en esta tesis fue el de análisis sísmico, lo cual es tuvo que tener en cuenta y revisar siempre el modelo analítico ya que Robot Structural, tomará en cuenta ese modelo al vincularse con Revit.

En el análisis sísmico que realiza Robot Structural Analysis es eficiente y cumple con los estándares establecidos de la filosofía y principios del análisis estructural. Por lo que se recomienda su uso ya que integra la metodología BIM.

Para la creación y procesamiento de proyectos civiles se recomienda el uso de licencias originales ya que la implementación de licencias no originales puede conllevar a llaves cerradas o errores en los resultados.

REFERENCIAS

- Aguilar Venegas, D., & Mendoza Tanta, L. (2020). *Análisis estructural con aisladores sísmicos para edificio destinado para la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo usando modelo BIM, Moche - Trujillo - La Libertad (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo. repositorio.ucv.edu.pe
- Alva Hurtado, J. E. (2011). *Diseño de Cimentaciones*. Instituto de la Construcción y Gerencia. <https://anamarcelabayona.files.wordpress.com/2012/11/leyes-de-la-termodinc3a1mica2.pdf>
- Barqawi, M., Chong, H. Y., & Jonescu, E. (2021). A Review of Employer-Caused Delay Factors in Traditional and Building Information Modeling (BIM)-Enabled Projects: Research Framework. *Advances in Civil Engineering, 2021*. <https://doi.org/10.1155/2021/6696203>
- Blanco Blasco, A. (1994). Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto armado. In *Colegio de Ingenieros del Perú (Vol. 2)*.
- Chacon, D., & Cuervo, G. (2017). *Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit (Tesis de Pregrado)*. Universidad de Carabobo. Repositorio Institucional - Universidad de Carabobo
- Chaiña Mamani, R. (2016). *Análisis y diseño sísmico de una edificación de seis niveles de concreto armado en la ciudad de Juliaca (Tesis de Pregrado)*. Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez. <http://repositorio.uancv.edu.pe/>
- Chinche Colorado, K. E., & Méndez Ascate, Y. P. (2020). *Diseño estructural con metodología BIM de un pabellón de 3 niveles de la I.E. N° 89541, distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/>
- Chipana Mamani, E. M., & Huillca Huillca, E. C. (2019). *Análisis y diseño del edificio Montoya Salazar de concreto armado de 1 semisótano + 6 pisos en*

- Arequipa interactuando los programas Revit y Robot Analysis (Tesis de Pregrado)*. Universidad Nacional de San Agustín.
<http://repositorio.unsa.edu.pe/>
- Colonia Vitorio, Y. R., & Valentin Duran, S. A. (2020). *Implementación de la metodología BIM en el diseño estructural sismorresistente en la construcción del edificio multifamiliar en Huaraz, Ancash, 2020 (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/>
- Dante Salvatierra, W. A. (2020). *Análisis y diseño estructural de un edificio de concreto armado de seis pisos con base aislada (Tesis de Pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/>
- Domínguez Hurtado, N. R., & Moreno Minaya, A. E. (2018). *Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la metodología BIM en la provincia de Pomabamba, Ancash, 2018 (Tesis de Pregrado)*. Universidad César Vallejo. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/26694>
- E.030, R. (2018). Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente del Reglamento Nacional de Edificaciones. *El Peruano*, 53(9), 1689–1699.
<http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/docs/normatividad/varios/Reglamento Nacional de Edificaciones.pdf>
- Florez Cajacuri, D. G. (2020). *Interacción entre BIM y Lean Construcción analizadas en proyectos de edificación (Tesis de Pregrado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://repositorio.pucp.edu.pe/index/>
- Forero Almeciga, C. N., & Rojas Pulido, J. S. (2020). *Guía de implementación del BIM en la fase estructural - concreto*. Universidad Católica de Colombia.
- Hernández Sampieri, R. C., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. MCGRAW-HILL.
- Ing. Ángel San Bartolomé. (2005). *Comentarios a la Norma Técnica de Edificación E . 070 Albañilería Informe Final*. 147. <http://blog.pucp.edu.pe/blog/albanileria/>
- Maqsoom, A., Rashid, H. B., Aslam, B., Ashraf, H., Abid, M., & Ejaz, A. (2020).

Building information modeling application for groundwater recharge: Development of multiple structures. *Environmental Engineering and Management Journal*, 19(7), 935–945.
<https://doi.org/10.30638/eemj.2020.088>

Meli Piralla, R. (2016). *Diseño Estructural* (N. Editores (ed.); Segunda Ed). Investigador del Instituto de Ingeniería.

Mojica Arboleda, A., & Valencia Rivera, D. F. (2012). *Implementación de las metodologías BIM como herramienta para la planificación y control del proceso constructivo de una edificación en Bogotá (Tesis de Pregrado)*. Pontificia Universidad Javeriana.

Morales, C., Bernal, I., Tavera, H., Arredondo, L., & Oyola, J. (2017). Espectros de respuesta elástica de pseudoaceleración a partir del análisis dinámico lineal equivalente del suelo en Chimbote - Perú. *Boletín de Geología*, 39(2), 31–47.
<https://doi.org/10.18273/revbol.v39n2-2017002>

Núñez Herrera, M. E., & Palacios Andrade, L. Á. (2020). *Diseño de una vivienda multifamiliar aplicando la metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia Huaraz - Áncash - 2019 (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cesar Vallejo. repositorio.ucv.edu.pe

Porras Díaz, H., Sánchez Rivera, O., & Galvis Guerra, J. (2015). Metodología para la elaboración de modelos del proceso constructivo 5d con tecnologías “building information modeling.” *Revista Gti*, 14(38), 59–73.

Prieto-Tibaduiza, W. A., Rocha-Vega, S. M., Julián Páez, H. J., & Lozano-Ramírez, N. E. (2019). Propuesta de herramienta para la integración de BIM a la toma decisiones financieras en proyectos de construcción. *Ingeniería y Ciencia*, 15(29), 75–101. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.15.29.3>

Rivas Osorio, Y. A. (2020). *Modelamiento de una estructura en 3D bajo la metodología BIM (MEP, arquitectura y estructural) (Tesis de Pregrado)*. Universidad Cooperativa de Colombia.
https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17785/2/2020_Modelami

ento_estructura_BIM.pdf

San Bartolome, A. (1994). *Construcciones de Albañilería- Coportamiento Sísmico y Diseño Estructural-*. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Sánchez Morales, R. J. (2017). *Aplicación de la metodología BIM (Modelación de la Información en la Construcción) a un proyecto de interés social (Tesis de Pregrado)*. Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Tavera, H., Bernal, I., Condori, C., Ordaz, M., Zevallos, A., & Ishizawa, O. (2016). Evaluación del Peligro Sísmico en Perú: Mapa de Peligro Sísmico para el Perú. *Instituto Geofísico Del Perú (Igp)*, 66.
[http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA PUBLICAR/IGP/Mapa_Peligro_Sismico_Peru_2015_Version_Preliminar.pdf](http://sigrid.cenepred.gob.pe/docs/PARA_PUBLICAR/IGP/Mapa_Peligro_Sismico_Peru_2015_Version_Preliminar.pdf)

Villegas Sánchez, K. G. (2019). *Comparación en el análisis sísmico de una estructura irregular considerando las normas E.030 2003, 2016 y 2018 (Tesis de grado)*. Pontificia Universidad Católica del Perú.
<http://repositorio.pucp.edu.pe/index/>

Yang, A., Han, M., Zeng, Q., & Sun, Y. (2021). Adopting Building Information Modeling (BIM) for the Development of Smart Buildings: A Review of Enabling Applications and Challenges. *Advances in Civil Engineering*, 2021.
<https://doi.org/10.1155/2021/8811476>

ANEXOS: ANEXO N° 01: Matriz de operacionalización de variables.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

TEMA: "DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM JULIACA-PUNO, 2021"

EJECUTOR: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

	VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA	METODOLOGIA
VARIABLE INDEPENDIENTE	Metodología BIM (Building Information Modeling)	Building Information Modeling (BIM) es una metodología de trabajo colaborativa para la creación y gestión de un proyecto de construcción. Su objetivo es centralizar toda la información del proyecto en un modelo de información digital creado por todos sus agentes.	Busca optimizar el proceso de trabajo en el desarrollo de las fases de conceptualización. Diseño, ejecución y mantenimiento de un proyecto. Su principal objetivo es representar la estructura con información, en una base de datos e integrar las disciplinas que sean consideradas en el proyecto.	Revit Architecture 2020	Planos arquitectónicos	Nominal	A. LINEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño sísmico y estructural
				Revit Structure 2020	Planos estructurales		B. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: No experimental
				Robot Structural 2019	Análisis estructural		C.TIPO DE DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Transversal - Descriptivo
							D. POBLACIÓN: Edificación multifamiliar de 8 niveles
VARIABLE DEPENDIENTE	Diseño Estructural Sismorresistente	El diseño estructural es un proceso creativo y normativo mediante el cual se definen las características de un sistema de soporte de una edificación de manera tal que cumpla en forma óptima con sus objetivos que es equilibrar las fuerzas a la que va estar sometido y resistir las solicitaciones sin colapso o mal comportamiento (excesivas deformaciones).	La principal función de un diseño estructural es de generar estabilidad estructural ante varios factores que intervienen en una estructura por medio de un buen diseño estructural aplicando los Reglamentos y Normas vigentes, y el adecuado aplicación y uso de materiales.	1.1.Estudio de mecánica de suelos	Capacidad portante del suelo	Intervalo	F. MUESTREO: Edificación multifamiliar de 8 niveles
				1.2.Parámetros de sitio	Factor de amplificación del suelo "S" Periodo " T_p " y " T_I "		TÉCNICA: Observación directa: Se observará planos de arquitectura y se obtiene datos básicos de la edificación del proyecto, también información del estudio de mecánica de suelos y el RNE vigente para el desarrollo del diseño estructural.
				1.3. Categoría y factor de uso	Categoría "C" (E. Comunes) Factor "U" (1.0)		
				1.4.Sistema estructural	Concreto armado		
				1.5.Regularidad estructural	Regular		
				1.6.Estimación del peso	Peso de la carga muerta más el 25% de la carga viva		

ANEXO N° 02: Matriz de consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TEMA: "DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM JULIACA-PUNO, 2021"

EJECUTOR: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	INDEPENDIENTE			
¿Cómo la metodología BIM influye en el desarrollo de un diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles en Juliaca, Puno?	Desarrollar un diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM cumpliendo con las exigencias del Reglamento Nacional de Edificaciones.	La aplicación la metodología BIM potencia a tener un mejor proceso en el desarrollo del análisis estructural de la edificación multifamiliar.	Metodología BIM	Revit Architecture 2021 Revit Structure 2021 Robot Structural 2021	Planos arquitectónicos Planos estructurales Análisis estructural	Softwares como: Autodesk Revit 2021 y Autodesk Robot Structural Analysis 2021
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVOS ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICAS	DEPENDIENTE			
1. ¿Cómo influye el empleo de una adecuada estructuración y pre-dimensionamiento en el comportamiento sismorresistente de la edificación multifamiliar?	1. Realizar la estructuración y predimensionamiento de todos los elementos de la edificación multifamiliar.	1. Una estructuración simétrica y continua tiene un buen comportamiento sismorresistente	Diseño estructural sismorresistente	1.1. Estudio de mecánica de suelos	Capacidad portante del suelo (kg/cm ²)	Ensayo SPT y Norma E.050
2. ¿Cuál es comportamiento sismorresistente de la edificación multifamiliar?	2. Desarrollar el análisis sísmico aplicando la metodología BIM de acuerdo a la Norma de Diseño Sismorresistente E.030.	2. La implementación de la metodología BIM en el análisis sísmico potencia la minimización de errores, desfases e interferencias.		1.2. Parámetros de sitio	Factor de amplificación del suelo "S" Periodo "T _s " y "T _r "	EMS y Norma E .030
3. ¿Cuál será las dimensiones más adecuadas de los elementos estructurales que compondrán la edificación multifamiliar?	3. Diseñar los elementos estructurales que componen la edificación multifamiliar teniendo en cuenta los requerimientos de la Norma de Concreto Armado E.060. y aplicando la metodología BIM.	3. El diseño de los elementos estructurales aplicando la metodología BIM minimiza el recurso tiempo y reactualizaciones manuales.		1.3. Categoría y factor de uso	Categoría "C" (E. Comunes) Factor "U" (1.0)	Norma E .030
				1.4. Sistema estructural	Concreto armado	Norma E .060
				1.5. Regularidad estructural	Regular	Hoja Excel y Norma E .030
				1.6. Estimación del peso	Peso de la carga muerta más el 25% de la carga viva	Hoja Excel y Norma E .020

ANEXO N° 03: Estudio de Mecánica de Suelos



CONTRATISTAS GENERALES GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Empresa dedicada al desarrollo de ingeniería, construcción en general y aseguramiento del control de calidad en obras civiles.



Material encontrado en el ensayo SPT



INFORME DE ENSAYO

Hoja 1 de 2

CAPACIDAD DE CARGA

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20
F. EJECUCIÓN : 2021-04-27
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Cimentación Superficial Zapata Cuadrada - SPT - 01

A.- DATOS GENERALES

Cota de Superficie (m) : 0.00

Ángulo de Fricción Interna (ϕ)	0.0	grados
Cohesión (c)	0.5	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	General	
Ángulo de Fricción Interna corregido (ϕ_c)	0.0	grados
Cohesión corregida (c _c)	0.5	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.01	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	2.01	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	1	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1	m
Incremento de base (Δb)	0.5	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0	m
Profundidad de Desplante (Df)	2	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.5	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	2.5	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0	grados
Factor de Seguridad (F.S. asume 3.0)	3	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SM	
Cimentación sugerida	Zapata Cuadrada	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 5.142 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 1.000 \quad N_q = \gamma z^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{-\alpha \phi}$$

$$N_y = 0.000 \quad N_y = 2(N_q + 1) \gamma z \phi$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.195 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1.000 \quad S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0.600 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \gamma z \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000 \quad i_c = i_q \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_q = 1.000$$

$$i_r = 1.000 \quad i_r = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 1.000$$

$$K_p = 1.000$$

$$K_o = 1.000$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.




 Ing. Raúl Miranda
 CHIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-325588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

Hoja 2 de 2

CAPACIDAD DE CARGA

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Cimentación Superficial Zapata Cuadrada - SPT - 01

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _a	q _{adm}	Detalle
			W	W'	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	
-2.00	2.00	1.0	1.00	0.75	0.68	0.23	Zapata Cuadrada
-2.00	2.00	1.5	1.00	0.67	0.68	0.23	
-2.00	2.00	2.0	1.00	0.63	0.68	0.23	
-2.50	2.50	1.0	1.00	0.50	0.78	0.26	
-2.50	2.50	1.5	1.00	0.50	0.78	0.26	
-2.50	2.50	2.0	1.00	0.50	0.78	0.26	
-3.00	3.00	1.0	0.92	0.50	0.83	0.28	
-3.00	3.00	1.5	0.92	0.50	0.83	0.28	
-3.00	3.00	2.0	0.92	0.50	0.83	0.28	
-3.50	3.50	1.0	0.86	0.50	0.88	0.29	
-3.50	3.50	1.5	0.86	0.50	0.88	0.29	
-3.50	3.50	2.0	0.86	0.50	0.88	0.29	
-4.00	4.00	1.0	0.81	0.50	0.93	0.31	
-4.00	4.00	1.5	0.81	0.50	0.93	0.31	
-4.00	4.00	2.0	0.81	0.50	0.93	0.31	

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible	q _{adm}	=	0.23	Kg/cm ²
Relación de Poisson	μ	=	0.30	
Módulo de Elasticidad	E _s	=	102	Kg/cm ²
Asentamiento permisible	S _i (max)	=	2.54	cm
Ancho de la cimentación	B	=	1.00	m
Factor de forma	I _f	=	0.93	m/m

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

Asentamiento	S _i	=	0.002	m
Asentamiento	S _i	=	0.19	cm

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$$

Presión por carga	q _{adm}	=	0.23	Kg/cm ²
Presión de carga asumida por asentamiento	q _{adm}	=	0.23	Kg/cm ²

	S _i	=	0.19	cm	OK!
	S _i	=	0.19	cm	OK!


 Ing. Raúl Miranda Quiñanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INFORME DE ENSAYO

hoja 1 de 2

CAPACIDAD DE CARGA

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Cimentación Superficial Cimiento Corrido - SPT - 01

Cota de Superficie (m) : 0.00

A.- DATOS GENERALES

Ángulo de Fricción Interna (Φ)	0.0	grados
Cohesión (c)	0.45	kg/cm ²
Tipo de falla por corte	General	
Ángulo de Fricción Interna corregido (Φ_c)	0.0	grados
Cohesión corregida (c_c)	0.45	kg/cm ²
Peso Unitario de Sobre Carga (γ_1)	2.01	gr/cm ³
Peso Unitario del Suelo de Cimentación (γ_2)	2.01	gr/cm ³
Relación Ancho / Largo (B/L)	0.10	(1.0 si es circular o cuadrada)
Ancho (diámetro) Inicial de la Cimentación	1.00	m
Incremento de base (Δb)	0.50	m
Cota de Terreno bajo piso terminado	0.00	m
Profundidad de Desplante (Df)	2.00	m (0.0 si es indeterminado)
Incremento de profundidad (ΔDf)	0.50	m
Posición del Nivel Freático (N.F.)	2.5	m (50m si no presenta)
Inclinación de la carga	0.0	grados
Factor de Seguridad (F.S. assume 3.0)	3.00	
Clasificación SUCS del suelo de cimentación	SM	
Cimentación sugerida	Cimientos Corridos	

B.- FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA

$$N_c = 5.142 \quad N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_q = 1.000 \quad N_q = 1.6 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{2.94 \phi}$$

$$N_y = 0.000 \quad N_y = 2(N_q + 1) \tan \phi$$

D.- FACTORES DE INCLINACIÓN

$$i_c = 1.000 \quad i_c = i_q = \left(1 - \frac{\beta}{90} \right)^2$$

$$i_q = 1.000 \quad i_r = \left(1 + \frac{\beta}{\phi} \right)^2$$

$$i_\gamma = 1.000$$

C.- FACTORES DE FORMA

$$S_c = 1.019 \quad S_c = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$$

$$S_q = 1.000 \quad S_q = 1 + 0.4 \frac{B}{L}$$

$$S_y = 0.960 \quad S_y = 1 + \frac{B}{L} \tan \phi$$

E.- COEFICIENTES DE PRESION LATERAL

$$K_a = 1.000$$

$$K_p = 1.000$$

$$K_o = 1.000$$

NOTA: Coeficientes de empuje encontrados según Rankine.

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

CAPACIDAD DE CARGA

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Cimentación Superficial Cimiento Corrido - SPT - 01

F.- CAPACIDAD ADMISIBLE

Cimentación sugerida Cimientos Corridos

COTA RELATIVA	DESPLANTE Df (m)	ANCHO B (m)	FACTORES POR N.F.		q _a (kg/cm ²)	q _{adm} (kg/cm ²)	Detalle
			W	W'			
-2.00	2.00	1.0	1.00	0.75	0.64	0.21	Cimientos Corridos
-2.00	2.00	1.5	1.00	0.67	0.64	0.21	
-2.00	2.00	2.0	1.00	0.63	0.64	0.21	
-2.50	2.50	1.0	1.00	0.50	0.74	0.25	
-2.50	2.50	1.5	1.00	0.50	0.74	0.25	
-2.50	2.50	2.0	1.00	0.50	0.74	0.25	
-3.00	3.00	1.0	0.92	0.50	0.79	0.26	
-3.00	3.00	1.5	0.92	0.50	0.79	0.26	
-3.00	3.00	2.0	0.92	0.50	0.79	0.26	
-3.50	3.50	1.0	0.86	0.50	0.84	0.28	
-3.50	3.50	1.5	0.86	0.50	0.84	0.28	
-3.50	3.50	2.0	0.86	0.50	0.84	0.28	
-4.00	4.00	1.0	0.81	0.50	0.89	0.30	
-4.00	4.00	1.5	0.81	0.50	0.89	0.30	
-4.00	4.00	2.0	0.81	0.50	0.89	0.30	

G.- ASENTAMIENTO (S_i)

Presión por carga admisible

q_{adm} = 0.21 Kg/cm²

Relación de Poisson

μ = 0.30

Módulo de Elasticidad

E_s = 102 Kg/cm²

Asentamiento permisible

S_{i(max)} = 2.54 cm

Ancho de la cimentación

B = 1.00 m

Factor de forma

I_f = 0.30 m/m

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

Asentamiento

S_i = 0.001 m

Asentamiento

S_i = 0.06 cm

$$I_f = \frac{\sqrt{L}}{\beta_s}$$

Presión por carga

q_{adm} = 0.21 Kg/cm²

Presión de carga asumida por asentamiento

q_{adm} = 0.21 Kg/cm²

S_i = 0.06 cm OK!

S_i = 0.06 cm OK!

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-923588 / 951 010447 / 951 671588
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

NORMA: ASTM D - 1586

CODIGO DE INFORME

GCT-STP-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ 828 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

SOLICITANTE : MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO

FECHA SOLICITUD : 2021-04-20

TRAMO : ---

FECHA EJECUCION : 2021-04-27

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Sondeo / Calicata : SPT - 1

Profundidad Total: 6.50 m

Margen de Sondeo : M D

N° de Muestras : 3

Progresiva : 0

REGISTRO DE SONDAJES

PROF. (m)	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN DEL SUELO	S U C S	CORRELACIONES			ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR	
				N SPT	σ (σ') en kg/cm ²	σ (kg/cm ²) en lb/cm ²	N ₆₀	σ _v de golpes kg/cm ²
0.30		Relleno conformado por gravas de grano fino y arcillas	R					
0.40								
0.50								
0.60								
0.70								
0.80								
0.90								
1.00								
1.10								
1.20				6	0.0	0.56		
1.30								
1.40								
1.50								
1.60		Arcilla de mediana plasticidad, condición suelta, nivel freático a 2.50 m, Peso específico de condición saturado 2.01 g/cm ³ y Peso específico de condición no saturado 1.87 g/cm ³	CL					
1.70								
1.80				6	0.0	0.45		
1.90								
2.00								
2.10								
2.20								
2.30								
2.40								
2.50								
2.60								
2.70								
2.80								
2.90								
3.00				14	36.9	0.00		
3.10								
3.20								
3.30								
3.40								
3.50								
3.60		Arena limosa sin plasticidad, condición medianamente densa, Peso específico de 2.65 g/cm ³	SM					
3.70								
3.80								
3.90								
4.00				11	34.9	0.00		
4.10								
4.20								
4.30								
4.40								
4.50								
4.60								
4.70								
4.80								
4.90								
5.00								
5.10								
5.20				24	41.8	0.00		
5.30		Arena mal graduada con fino de condición medianamente a densa, con un peso específico de 2.13 g/cm ³ .	SP-SM					
5.40								
5.50								
5.60								
5.70								
5.80								
5.90								
6.00								
6.10				38	47.6	0.0		
6.20								
6.30								
6.40								
6.50		Fin del sondeo						
6.60								
6.70								
6.80								
6.90								
7.00								

OBSERVACIONES

- Los ensayos fueron realizados en situ con la presencia del Cliente.
- Se determino la presencia del nivel freático a 2.50m.
-
-



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Nival Miramanda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCION - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISION - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-326568 / 051 010447 / 051 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D - 2216 - MTC E 108

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

página 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR

SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCION : 2021-04-20

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

SONDEO	: STANDARD PENETRATION TEST	ENSAYO	: SPT - 01
MATERIAL	: PROPIO	MUESTRA	: M-01
PROFUNDIDAD	: 0.80-3.00 m	NIVEL FREATICO	: 2.5 m
HORA	: 15:00:00 p.m.	T.M.N. VISUAL	: N° 4

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	NUMERO DEL TARRO	=	T-34
1	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO HUMEDO	g	467.00		560.10
2	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO SECO	g	371.10		438.60
3	MASA DEL TARRO	g	110.60		114.10
4	MASA DEL AGUA	g	95.90		121.50
5	MASA DEL SUELO SECO	g	260.50		324.50
6	HUMEDAD	%	36.81		37.44

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

37%

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	La muestra fue extraída de la cuchara del SPT y puesta en el laboratorio.
2	El metodo usado fue "A" ±1% de acuerdo a su tamaño maximo nominal visual.
3	No se ha realizado la exclusion de ningun tamaño del agregado.
4	la muestra presenta rotulado externo.
5	La muestra de ensayo si cumple con la cantidad de masa requerido.
6	El ensayo fue realizado en una muestra alterada.
7	0
8	0



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 ASTM D 6913 / D 6913M - 17

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ 828 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

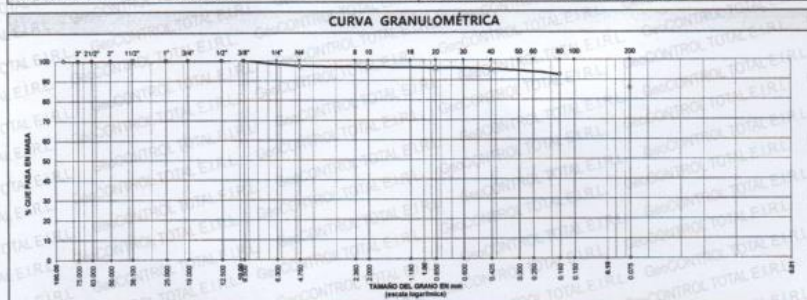
F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-24

DATOS DE LA MUESTRA

DIRECCIÓN : AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ 828 LOTE 32 SONDAJE : SPT - 01 NUMERO DE MUESTRA : M - 001
 MATERIAL : PROPIO PROFUND.: 0.80-3.00 CLASIFICACIÓN VISUAL : CL

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS		
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR	
1	3 1/2"	90.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra seca:	130 g	
2	3"	75.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra lavado y seco:	18 g	
3	2 1/2"	63.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		GENERALES		
4	2"	50.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		DESCRIPCIÓN	VALOR	
5	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Tamaño Máximo	3/8"	
6	1"	25.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Fino equiv. < #4	127 g	
7	3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Grava	2.7%	
8	1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Arena	11.5%	
9	3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Fino ensayado <#4	146.5 g	
10	#4	4.750	3.5	18.98	2.7	2.7	97.3		Finos < # 200	85.8%	
11	#10	2.000	1.0	5.42	0.7	3.4	96.6		COEFICIENTES		
12	#20	0.850	0.9	4.88	0.6	4.0	96.0		D ₁₀	D ₃₀	
13	#40	0.425	0.9	4.88	0.6	4.6	95.4		0.05	0.03	
14	#100	0.180	4.4	23.86	2.9	7.5	92.5		0.01	6.00	
15	#200	0.075	10.1	54.78	6.7	14.2	85.8		HUMEDAD Y LÍMITES DE CONSISTENCIA		
16	Fondo	0.000	129.2	700.72	65.8	100.0	0.0		DESCRIPCIÓN	VALOR	
LEYENDA		CLASIFICACIÓN		Humedad (%)		37					
Coeficiente de uniformidad		Cu		SUCS		AASHTO		ID		35.0	
Coeficiente de curvatura		Cc		CL		A-6		15.0		Límite Plástico (LP)	
Índice de Grupo		IG								17.0	
TIPO DE SUELO AASHTO:		Suelo arcilloso		TIPO DE SUELO SUCS:		Arcilla media plasticidad CL				Índice Plástico (IP)	
										18.0	



COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE OBTENIDA A PARTIR DE LA CAJÁ PARTIDA DEL SPT
 EL RESULTADO ESTA DADO SEGÚN EL MÉTODO "B" a 0.1%
 EL TIPO DE TAMIZADO REALIZADO PARA OBTENER PESOS RETENIDOS FUE SIMPLE MÉTODO B)
 NO SE HA REALIZADO LA EXCLUSIÓN DE NINGÚN ELEMENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.
 EL ESPÉCIMEN NO CONTEMPLA ENSAYOS PREVIOS.

GeoCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Rocío Mirinda Quinunilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-3285889 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-90

CODIGO DE INFORME

GCT-SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

SOLICITANTE: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. EJECUCIÓN : 2021-04-25

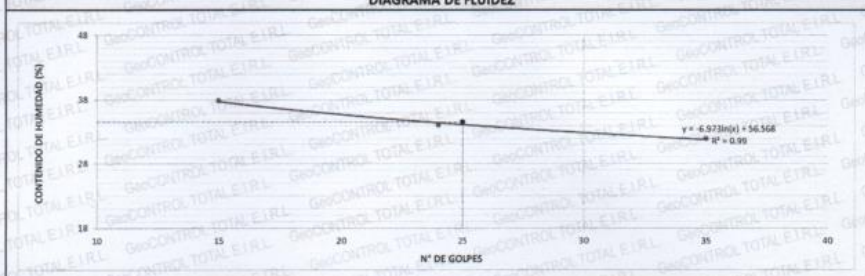
DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	0.80-3.00
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	2.29 m
MUESTRA :	M-01	NIVEL FREÁTICO :	2.50 m
T. M. VISUAL :	N° 4	C. HUMEDAD N. :	37 %

DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE LÍQUIDO			RESULTADOS		
		ID	T-199	MUESTRAS	CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA		
Nº Tara	(g)			T-10	T-16	LL (%)	35
Masa Tara + suelo húmedo	(g)	30.40	26.60	26.60	29.60		
Masa Tara + suelo seco	(g)	26.50	23.50	25.40		LP (%)	17
Masa del agua	(g)	3.90	3.10	4.20			
Masa de la tara	(g)	14.30	14.40	14.30		IP (%)	18
Masa del suelo seco	(g)	12.20	9.10	11.10			
Contenido de humedad	(%)	31.97	34.07	37.84			
Número de golpes		35	24	15			

DESCRIPCIÓN	UND	LÍMITE PLÁSTICO			LEYENDA		
		ID	T-51	MUESTRAS	DESCRIPCIÓN		
Nº Tara	(g)			T-41		LL :	LÍMITE LÍQUIDO
Masa Tara + suelo húmedo	(g)	10.60	10.70			LP :	LÍMITE PLÁSTICO
Masa Tara + suelo seco	(g)	10.30	10.40				
Masa de la tara	(g)	8.50	8.70			IP :	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Masa del agua	(g)	0.30	0.30				
Masa del suelo seco	(g)	1.80	1.70				
Contenido de humedad	(%)	16.67	17.65				

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	EL MUESTRO FUÉ ENTREGADO EN LA CARA POSTERIOR DEL SPT Y PREPARADO EN EL LABORATORIO.
2	EL MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO FUÉ DE MUESTRAS.
3	EL ESPREMIÓN FUÉ PREPARADO MEDIANTE UNA SECA PREVIAMENTE SELADO AL AIRE Y HORNO A 105 °C.
4	EL MÉTODO PARA REMOVER LAS PARTÍCULAS MAYORES A 75 µm SE FUÉ HECHO MEDIANTE TAMBAZO.
5	EL ESPREMIÓN SE OBTUVO DE UNA MUESTRA AL TIEMPO.
6	PARA EL SE USÓ UN EQUIPO DE CIBORGNER DE CARGO CON CONTROL AUTOMÁTICO Y UN BARRIDOR DE PLÁSTICO.
7	PARA DETERMINAR IP SE USÓ UN MOLINO MARELLI.
8	EL COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²) CUMPLE CON LA ACEPTACIÓN DEL ENSAYO.
9	

GEOCONTROL TOTAL S.A.S.

 Ing. Raúl Alfredo Quiroz

 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada. Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L. El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS

ASTM D 854 - 14

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

Página 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-23

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	0.80-3.00
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	2.20 m
MUESTRA :	M-01	NIVEL FREATICO :	2.50 m
T. M. VISUAL :	N° 4	C. HUMEDAD N. :	37 %

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NO SATURADO	SATURADO
1	Masa del suelo + Parafina	g	50.1	117.1
2	Masa del suelo	g	48.2	114.6
3	Masa de la Parafina	g	1.9	2.5
4	Volumen inicial del agua en la Probeta	g	0	600
5	Volumen del Suelo + Parafina + agua	g	27.9	660
6	Volumen del Suelo + Parafina	cm ³	27.9	60
7	Volumen de la Parafina	cm ³	2.16	2.84
8	Volumen del Suelo	cm ³	25.74	57.16
9	Densidad	g/cm ³	1.87	2.00
10	Peso específico	N/m ³	18369.28	19668.37
11	PESO ESPECÍFICO	g/cm ³	1.87	2.01

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	La muestra fue ensayada en laboratorio
2	Peso específico de la parafina = 0.88 g/cm ³
3	Gravedad = 9.81 m/s ²



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. David Miranda Quindimilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328589 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D - 2216 - MTC E 108

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 F. SOLICITUD : 2021-04-20
 F. EJECUCION : 2021-04-20
 ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

SONDEO : STANDARD PENETRATION TEST
 MATERIAL : PROPIO
 PROFUNDIDAD : 3.00-4.20 m
 HORA : 15:00:00 p.m.
 ENSAYO : SPT - 01
 MUESTRA : M-02
 NIVEL FREATICO : 2.5 m
 T.M.N. VISUAL : N° 4

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	NUMERO DEL TARRO =	T-06
1	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO HUMEDO	g	281.60	350.90
2	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO SECO	g	247.00	302.70
3	MASA DEL TARRO	g	112.60	112.10
4	MASA DEL AGUA	g	34.60	48.20
5	MASA DEL SUELO SECO	g	134.40	190.60
6	HUMEDAD	%	25.74	25.29

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

26%

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- La muestra fue extraída de la cuchara del SPT y puesta en el laboratorio.
- El metodo usado fue "A" ±1% de acuerdo a su tamaño máximo nominal visual.
- No se ha realizado la exclusion de ningun tamaño del agregado.
- la muestra presenta rotulado externo.
- La muestra de ensayo si cumple con la cantidad de masa requerido.
- El ensayo fue realizado en una muestra alterada.
- 0
- 0



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

[Signature]
 Ing. Wadi Miranda Quintanilla
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 6913 / D 6913M - 17

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR
SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

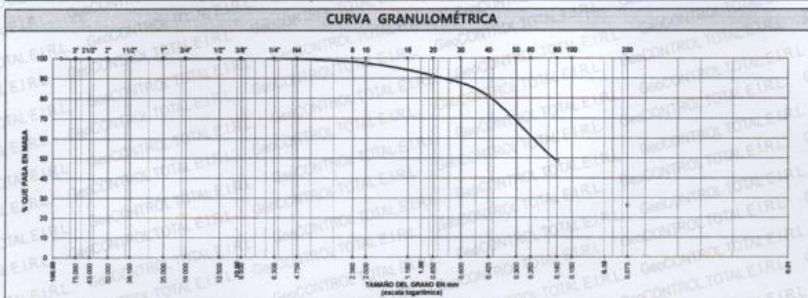
F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-24

DATOS DE LA MUESTRA

DIRECCIÓN: AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32 SONDAJE: SPT - 01 NUMERO DE MUESTRA: M - 002
MATERIAL: PROPIO PROFUND: 3.00-4.20 CLASIFICACIÓN VISUAL: SM

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS	
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR
1	3 1/2"	90.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra seca:	393 g
2	3"	75.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra lavado y seco:	290 g
3	2 1/2"	63.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		GENERALES	
4	2"	50.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		DESCRIPCIÓN	VALOR
5	1 1/2"	37.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Tamaño Máximo	3/8"
6	1"	25.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Fino equiv. < #4	392 g
7	3/4"	19.000	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Grava	0.3%
8	1/2"	12.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Arena	73.6%
9	3/8"	9.500	0.00	0.0	0.0	0.0	100.0		Fino ensayado <#4	391.8 g
10	#4	4.750	1.1	0.38	0.3	0.3	99.7		Finos < # 200	26.7%
11	#10	2.000	8.4	2.89	2.1	2.4	97.6		COEFICIENTES	
12	#20	0.850	25.0	8.61	6.4	8.8	91.2		D ₁₀	D ₃₀
13	#40	0.425	40.3	13.88	10.3	19.0	81.0		0.27	0.09
14	#100	0.180	126.9	43.70	32.3	51.3	48.7		0.03	9.25
15	#200	0.075	88.7	30.54	22.6	73.9	26.1		HUMEDAD Y LÍMITES DE CONSISTENCIA	
16	Fondo	0.000	102.5	35.30	26.1	100.0	0.0		DESCRIPCIÓN	VALOR
LEYENDA			CLASIFICACIÓN			Humedad (%)			26	
Coeficiente de uniformidad			Cu			SUCS			ID	
Coeficiente de curvatura			Cc			AASHTO			Límite Líquido (LL)	
Índice de Grupo			ID			SM			Límite Plástico (LP)	
TIPO DE SUELO AASHTO:			Grava y arena arcillosa o limosa			TIPO DE SUELO SUCS:			Arena limosa SM	
						A-2-4			Límite Plástico (IP)	
									NP	



COMENTARIOS Y/O OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE OBTENIDA A PARTIR DE LA CAÑA PARTIDA DEL SPT
EL RESULTADO ESTA DADO SEGUN EL METODO "B" ± 0.1%
EL TIPO DE TAMIZADO REALIZADO PARA OBTENER PESOS RETENIDOS FUE SIMPLE (METODO B).
NO SE HA REALIZADO LA EXCLUSIÓN DE NINGUN ELEMENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.
EL ESPECIMEN NO CONTEMPLA ENSAYOS PREVIOS.

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-326598 / 051 010447 / 051 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-89 Y T-80

CODIGO DE INFORME

GCT-SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

SOLICITANTE: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. EJECUCIÓN : 2021-04-25

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	3.00-4.20
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	1.20 m
MUESTRA :	M-02	NIVEL FREATICO :	2.90 m
T. M. VISUAL :	N° 4	C. HUMEDAD N. :	28 %

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS	RESULTADOS	
			CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID		LL (%)	NP
Masa Tara + suelo húmedo	(g)	NP	LP (%)	NP
Masa Tara + suelo seco	(g)		IP (%)	NP
Masa del agua	(g)			
Masa de la tara	(g)			
Masa del suelo seco	(g)			
Contenido de humedad	(%)			
Número de golpes				

DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS	LEYENDA	
			DESCRIPCIÓN	
Nº Tara	ID		LL :	LÍMITE LIQUIDO
Masa Tara + suelo húmedo	(g.)	NP	LP :	LÍMITE PLÁSTICO
Masa Tara + suelo seco	(g.)		IP :	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Masa de la tara	(g.)			
Masa del agua	(g.)			
Masa del suelo seco	(g.)			
Contenido de humedad	(%)			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	LA MUESTRA FUE EXTRAIDA DE LA CANA PARTIDA DEL SPT Y PRESAS EN LABORATORIO.
2	EL MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO FUE DE MUESTRAS.
3	EL ESPESOR FUE PREPARADO MEDIANTE VIA SECA PREVIAMENTE SECADO AL AIRE Y HORNO A 105±5 °C.
4	EL MÉTODO PARA REMOVER LAS PARTÍCULAS MAYORES A 75µm FUE REALIZADO MEDIANTE TAMBAZO.
5	EL ESPESOR SE OBTUVO DE UNA MUESTRA ALTERADA.
6	PARA EL SE UTILIZÓ UN EQUIPO DE CASAGRANER MECÁNICO CON CONTROL AUTOMÁTICO Y UN HERRAMIENTA DE PLÁSTICO.
7	PARA DETERMINAR LP SE REALIZÓ UN CÁLCULO MANUAL.
8	EL COEFICIENTE DE DETERMINACIÓN (R²) CUMPLE CON LA ACEPTACIÓN DEL ENSAYO.

Ing. Raúl Alfredo Quispeñilla
CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Esta terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-328588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS

ASTM D 854 - 14

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

Página 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

F. SOLICITUD : 2021-04-20
 F. EJECUCIÓN : 2021-04-23

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	3.00-4.20
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	2.20 m
MUESTRA :	M-02	NIVEL FREATICO :	2.50 m
T. M. VISUAL :	N° 4	C. HUMEDAD N. :	26 %

ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	NO SATURADO	SATURADO
1	Masa del suelo + Parafina	g	156.0	/
2	Masa del suelo	g	132.1	
3	Masa de la Parafina	g	23.9	
4	Volumen inicial del agua en la Probeta	g	600	
5	Volumen del Suelo + Parafina + agua	g	677	
6	Volumen del Suelo + Parafina	cm ³	77	
7	Volumen de la Parafina	cm ³	27.16	
8	Volumen del Suelo	cm ³	49.84	
9	Densidad	g/cm ³	2.65	
10	Peso específico	N/m ³	26000.75	
11	PESO ESPECÍFICO	g/cm ³	2.65	

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	La muestra fue ensayada en laboratorio
2	Peso específico de la parafina = 0.88 g/cm ³
3	Gravedad = 9.81 m/s ²



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

 Ing. Raúl Mirón de Cordero
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-326588 / 051 010447 / 051 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

ENSAYO CONTENIDO DE HUMEDAD

ASTM - D - 2216 - MTC E 108

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR
SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
UBICACION : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
F. SOLICITUD : 2021-04-20
F. EJECUCION : 2021-04-20
ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

SONDEO : STANDARD PENETRATION TEST
MATERIAL : PROPIO
PROFUNDIDAD : 4.20 - 6.50 m
HORA : 15:00:00 p.m.
ENSAYO : SPT - 01
MUESTRA : M-03
NIVEL FREATICO : 2.5 m
T.M.N. VISUAL : 3/8"

N°	DESCRIPCIÓN	UNIDADES	NUMERO DEL TARRO =	T-11
1	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO HUMEDO	g	575.50	365.60
2	MASA DEL TARRO + MASA DEL SUELO SECO	g	499.80	325.40
3	MASA DEL TARRO	g	111.80	113.00
4	MASA DEL AGUA	g	75.70	40.20
5	MASA DEL SUELO SECO	g	388.00	212.40
6	HUMEDAD	%	19.51	18.93

CONTENIDO DE HUMEDAD DEL SUELO:

19%

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- 1 La muestra fue extraída de la cuchara del SPT y puesta en el laboratorio.
- 2 El metodo usado fue "A" $\pm 1\%$ de acuerdo a su tamaño maximo nominal visual.
- 3 No se ha realizado la exclusion de ningun tamaño del agregado.
- 4 la muestra presenta rotulado externo.
- 5 La muestra de ensayo si cumple con la cantidad de masa requerido.
- 6 El ensayo fue realizado en una muestra alterada.
- 7 0
- 8 0



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

Ing. Raúl Miranda Quinimilla
CIP: 131760

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Telefonos: 051-326588 / 951 010447 / 951 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com

INFORME DE ENSAYO
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
ASTM D 6913 / D 6913M - 17

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

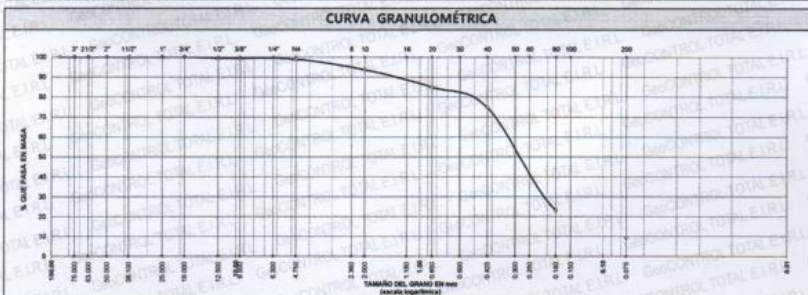
F. SOLICITUD : 2021-04-20

F. EJECUCIÓN : 2021-04-24

DATOS DE LA MUESTRA

DIRECCIÓN: AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32 SONDAJE: SPT - 01 NUMERO DE MUESTRA: M - 003
MATERIAL: PROPIO PROFUND: 4.20 - 6.30 CLASIFICACIÓN VISUAL: SM

N°	TAMIZ		PESO RETENIDO		PORCENTAJE			ESPECIFICACIÓN	RESULTADOS			
	(pulg)	(mm)	(g)	(%)	PARC	ACUM	PASA		DESCRIPCIÓN	VALOR		
1	3 1/2"	90.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra seca:	533 g		
2	3"	75.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		Masa de muestra lavado y seco:	483 g		
3	2 1/2"	63.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		GENERALES			
4	2"	50.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		DESCRIPCIÓN	VALOR		
5	1 1/2"	37.500	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		Tamaño Máximo	3/4"		
6	1"	25.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		Fino equiv. < #4	528 g		
7	3/4"	19.000	0.00	0.00	0.0	0.0	100.0		Grava	10%		
8	1/2"	12.500	3.4	0.70	0.6	0.6	99.4		Arena	89.7%		
9	3/8"	9.500	0.00	0.00	0.6	0.6	99.4		Fino ensayado <#4	527.5 g		
10	#4	4.750	2.1	0.43	0.4	1.0	99.0		Finos < # 200	9.3%		
11	#10	2.000	28.4	5.88	5.3	6.4	93.6		COEFICIENTES			
12	#20	0.850	46.6	9.64	8.7	15.1	84.9		D ₆₀	D ₃₀		
13	#40	0.425	54.1	11.19	10.2	25.3	74.7		0.36	0.21		
14	#100	0.180	275.1	56.91	51.6	76.9	23.1		0.08	4.42		
15	#200	0.075	73.7	15.25	13.8	90.7	9.3		4.42	1.59		
16	Fondo	0.000	49.6	10.26	9.3	100.0	0.0		HUMEDAD Y LÍMITES DE CONSISTENCIA			
									DESCRIPCIÓN	VALOR		
LEYENDA									CLASIFICACIÓN	Humedad (%)	20	
Coeficiente de uniformidad									Cu	SUCS	AASHTO	ID
Coeficiente de curvatura									Cc	SP SM	A-3	
Índice de Grupo									ID			
TIPO DE SUELO AASHTO:									Arena fina	TIPO DE SUELO SUCS:	Arena mal graduada con limo SP SM	



COMENTARIOS Y/U OBSERVACIONES

LA MUESTRA FUE OBTENIDA A PARTIR DE LA CAÑA PARTIDA DEL SPT
EL RESULTADO ESTA DADO SEGUN EL METODO "B" a 0.1%
EL TIPO DE TAMIZADO REALIZADO PARA OBTENER PESOS RETENIDOS FUE SIMPLE (MÉTODO B)
NO SE HA REALIZADO LA EXCLUSIÓN DE NINGUN ELEMENTO PARA LA REALIZACIÓN DEL ENSAYO.
EL ESPECIMEN NO CONTEMPLA ENSAYOS PREVIOS.

GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
Ing. Raúl Alfredo Guzmán
CIP: 131480

INFORME DE ENSAYO

LÍMITES DE ATTERBERG

MTC E 110 Y E 111 - ASTM D 4318 - AASHTO T-69 Y T-99

CODIGO DE INFORME

GCT-SPT-169

pagina 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE: MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

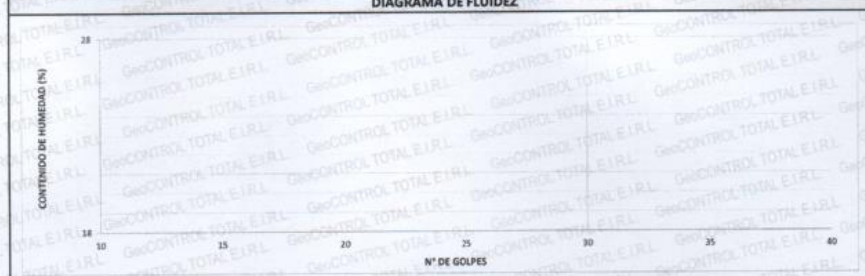
F. SOLICITUD : 2021-04-20
 F. EJECUCIÓN : 2021-04-25

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	4.20 - 6.50
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	1.20 m
MUESTRA :	M-03	NIVEL FREÁTICO :	2.50 m
T. M. VISUAL :	3/8"	C. HUMEDAD N. :	20 %

LÍMITE LÍQUIDO			RESULTADOS	
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS	CONSTANTES FÍSICAS DE LA MUESTRA	
Nº Tara	ID	NP	LL (%)	NP
Masa Tara + suelo húmedo	(g)		LP (%)	NP
Masa Tara + suelo seco	(g)		IP (%)	NP
Masa del agua	(g)			
Masa de la tara	(g)			
Masa del suelo seco	(g)			
Contenido de humedad	(%)			
Número de golpes				
LÍMITE PLÁSTICO			LEYENDA	
DESCRIPCIÓN	UND	MUESTRAS	DESCRIPCIÓN	
Nº Tara	ID	NP	LL :	LÍMITE LÍQUIDO
Masa Tara + suelo húmedo	(g)		LP :	LÍMITE PLÁSTICO
Masa Tara + suelo seco	(g)		IP :	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
Masa del agua	(g)			
Masa de la tara	(g)			
Masa del suelo seco	(g)			
Contenido de humedad	(%)			

DIAGRAMA DE FLUIDEZ



OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

1	LA MUESTRA FUE EXTRAÍDA DE LA CÁMERA FRÍGA DEL SPT Y PUESTA EN LABORATORIO.
2	EL MÉTODO DE ENSAYO UTILIZADO FUE DE MUESTRAS.
3	EL ESPESOR FUE PREPARADO MEDIANTE VÍA SECA PREVIAMENTE SECADO AL AIRE Y HORNO A 105±5 °C.
4	EL MÉTODO PARA REMOVER LAS PARTÍCULAS MAYORES A TAMAZ Nº 40 FUE REALIZADO MEDIANTE TAMIZADO.
5	EL ESPESOR SE CUBRió DE UNA MUESTRA ATTERBERG.
6	PARA EL SÍ DUREZO UN LÍMITE DE CASAGHIANES SE CARGÓ CON CONTROL AUTOMÁTICO Y UN INSEMINADOR DE PLÁSTICO.
7	PARA EL DETERMINAR IP SE REALIZÓ EN BLOQUE MANUAL.
8	EL COEFICIENTE DE DE TERMINACIÓN (PI) CUMPLE CON LA ACEPTACIÓN DEL ENSAYO.



Ing. Raúl Miranda Guzmán
 CIP: 131480

Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328588 / 051 010447 / 951 671568
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME DE ENSAYO

GRAVEDAD ESPECIFICA DE LOS SUELOS (PICNOMETRO)

ASTM D-854, AASHTO T-100

CODIGO DE INFORME

GCT - SPT - 169

Página 1 de 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR

SOLICITANTE : MÓNICA ELIZABETH PANCCA ROJO

F. SOLICITUD : 2021-04-20

UBICACIÓN : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28

F. EJECUCIÓN : 2021-04-24

LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO

ENSAYADO EN: LABORATORIO GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.

DATOS DE LA MUESTRA

MATERIAL :	PROPIO	PROFUNDIDAD :	4.20 - 6.50
ENSAYO :	SPT - 01	ESPESOR :	1.20 m
MUESTRA :	M-03	NIVEL FREÁTICO :	2.50 m
T. M. VISUAL :	3/8"	C. HUMEDAD N. :	20 %

DESCRIPCION	UNIDADES	M-1	M-2
Peso de la flota + muestra + Agua	g	402.1	
Peso de la flota + Agua	g	360.4	
Peso de la muestra	g	78.0	
Volumen desplazado	g/cm ³	36.3	
Peso específico	N/m ³	21079.339	
Peso específico Promedio	g/cm ³	2.149	

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- 1 La muestra fue ensayada en laboratorio
- 2 Gravedad = 9.81 m/s²



Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

INGENIERIA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
Teléfonos: 051-326568 / 051 010447 / 051 671568
Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
www.geocontroltotal.com



LABORATORIO DE SUELOS Y CONCRETO

CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE CALIDAD EN OBRAS CIVILES

RUC: 20601612616

INFORME ENSAYO DE SULFATOS SOLUBLES (NTP 339.178)

CODIGO INFORME

GCT-SPT-169

Pág. 1 - 1

PROYECTO : CONSTRUCCIÓN DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR
 SOLICITANTE : MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO
 DIRECCION : URB. MUNICIPAL TAPARACHI (AV. MARTIRES 4 DE NOVIEMBRE MZ B28 LOTE 32, ESQ. JR. GUYANAS) - JULIACA - SAN ROMÁN - PUNO
 F. SOLICITUD : 2021-04-20
 F. EJECUCIÓN : 2021-04-26
 ENSAYADO EN : LABORATORIOGEOCONTROL TOTAL

MATERIAL : PROPIO
 PROG. KM. : ---
 CALICATA : ---
 MUESTRA : M - 01
 PROFUNDIDAD : 2.00 m
 SUCS : CL

CONTENIDO DE SULFATOS SOLUBLES EN AGREGADO FINO

SULFATOS SOLUBLES NTP 339.178

VOLUMEN DE AGUA DESTILADA	(ml)	300	300	
PESO DE SUELO SECO	(g)	100	100	
NUMERO DE CRISOL	---	1	2	
PESO DEL CRISOL	(g)	20.4565	20.4256	
PESO DEL CRISOL + RESIDUO DE SULFATOS	(g)	20.4674	20.4367	
PESO DE RESIDUO DE SULFATOS	(g)	0.0109	0.0111	
VOLUMEN DE LA SOLUCION TOMADA	(ml)	30	30	
PESO DE LA MUESTRA EN VOLUMEN DE SOLUCION	(g)	10	10	PROMEDIO
CONCENTRACIÓN DE IÓN SULFATO	(p.p.m.)	449	457	453
CONTENIDO DE SULFATOS	(%)	0.045	0.046	0.045

SULFATOS SOLUBLES TOTALES (NTP 339.178 / AASHTO T 290)

453 p.p.m.

0.045 %



GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 Ing. Raúl Miranda Quintanilla
 CIP: 131400

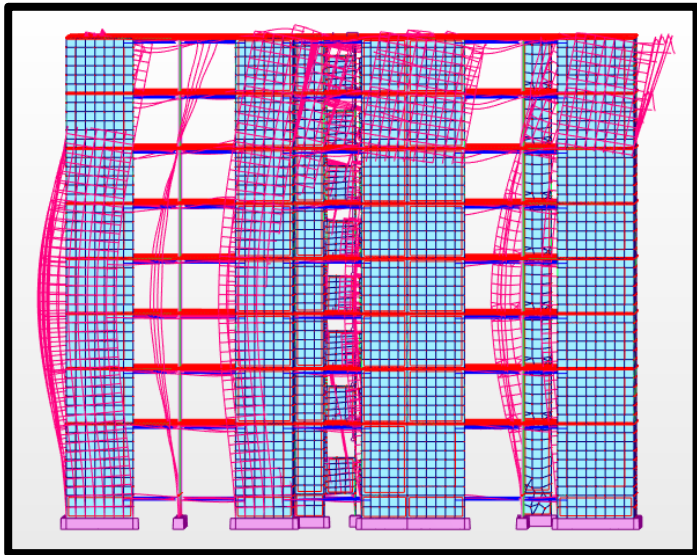
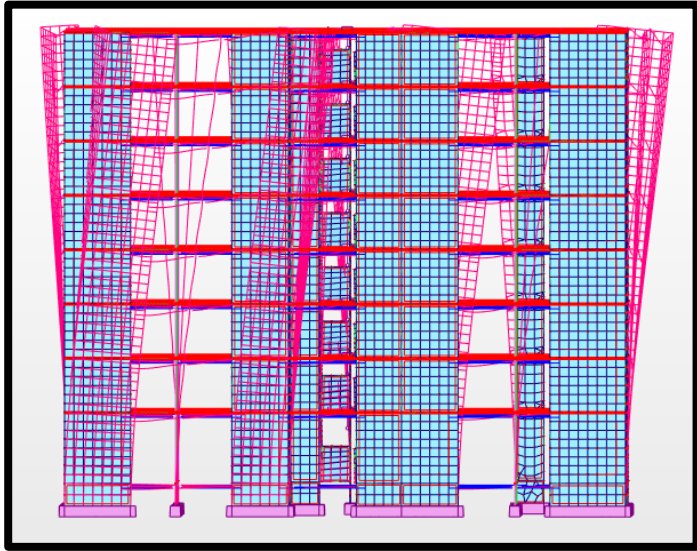
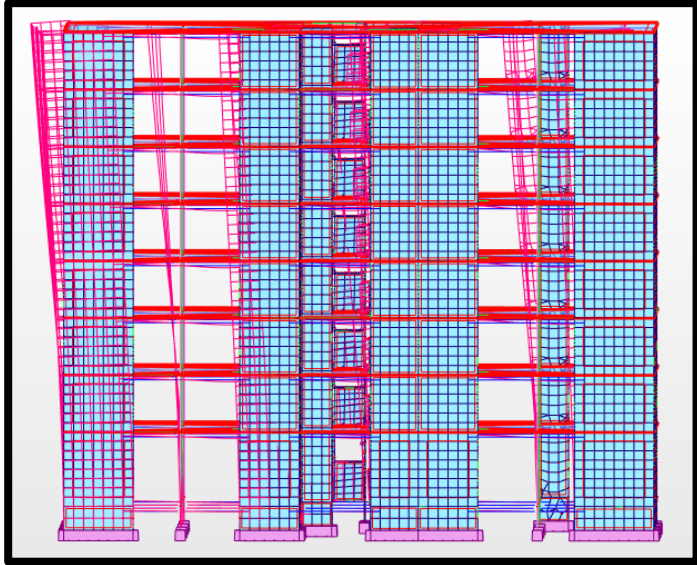
Los resultados reflejados en este informe solo están relacionados a la muestra ensayada.
 Está terminantemente prohibido la reproducción parcial o total de este documento sin la autorización escrita de GEOCONTROL TOTAL E.I.R.L.
 El laboratorio no se hace responsable del mal uso ni la incorrecta interpretación de los resultados aquí declarados.

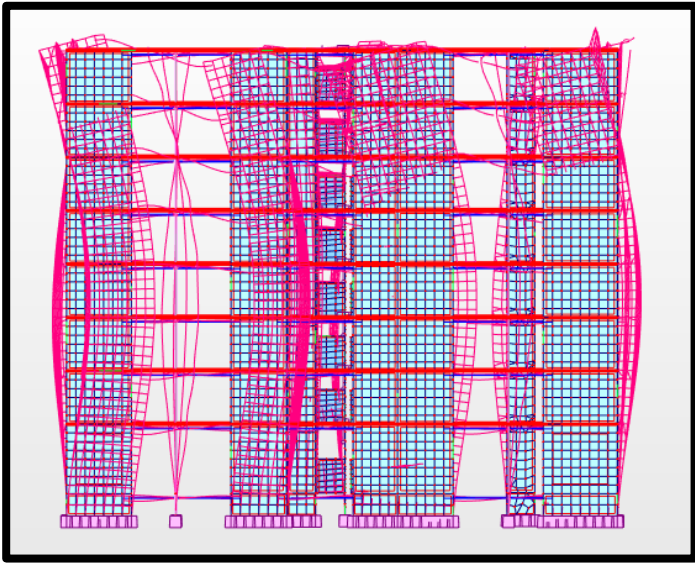
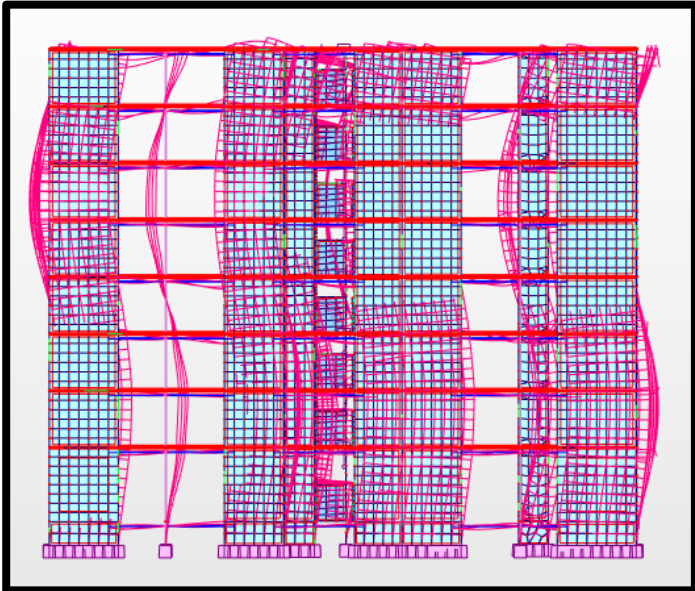
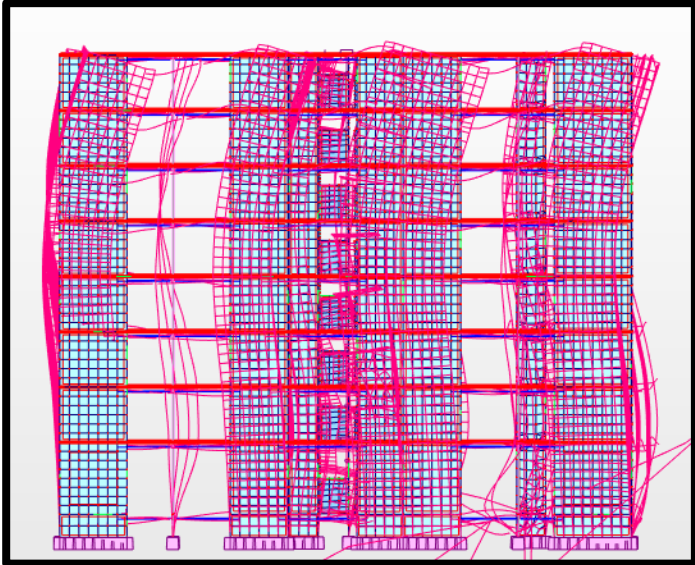
INGENIERÍA - CONSTRUCCIÓN - CONTROL DE CALIDAD - SUPERVISIÓN - SEGURIDAD EN OBRA

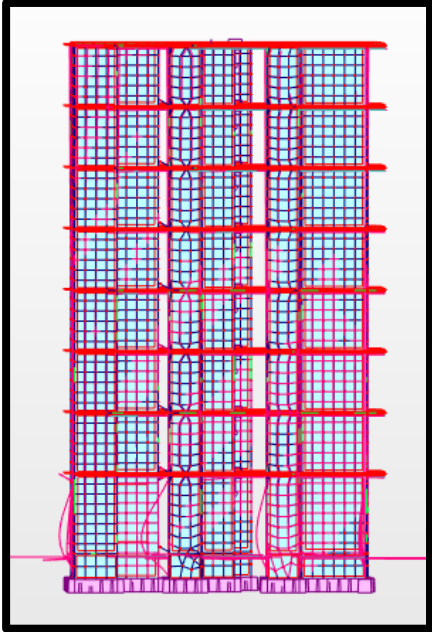
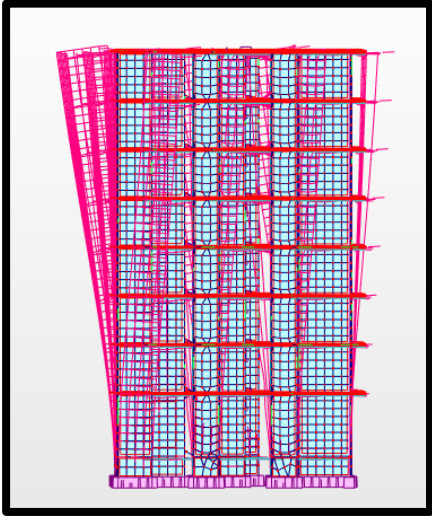
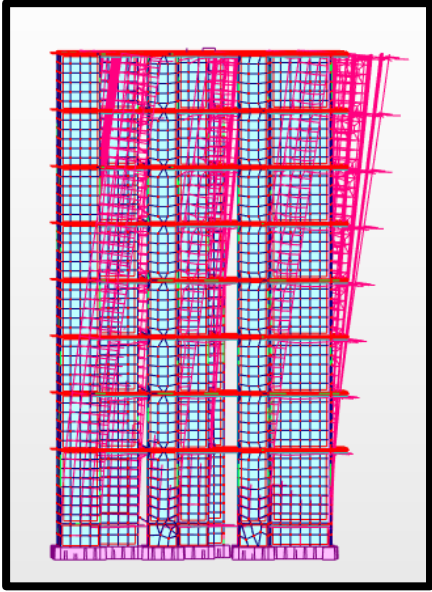
Dirección: Av. Circunvalación N° 1728 - Juliaca (Ref. ex ovalo salida cusco)
 Telefonos: 051-328599 / 951 010447 / 951 671598
 Correos: informes@geocontroltotal.com / geocontroltotal@gmail.com
 www.geocontroltotal.com

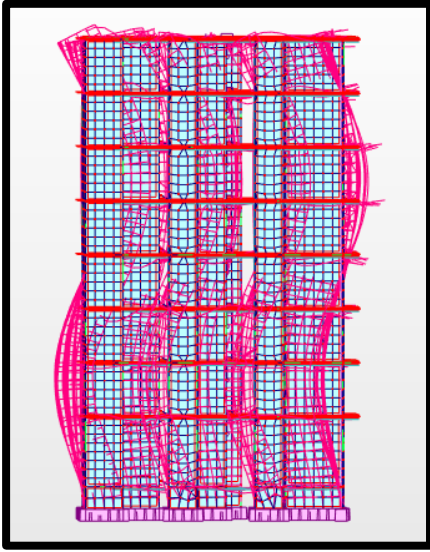
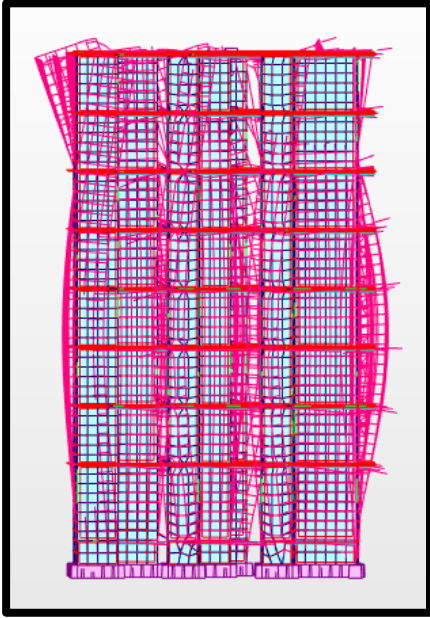
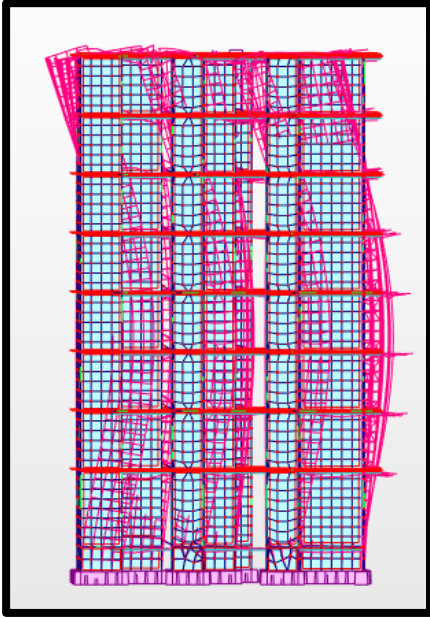
ANEXO N° 04

6 primeros modos de vibración de la estructura en ambas direcciones de análisis.



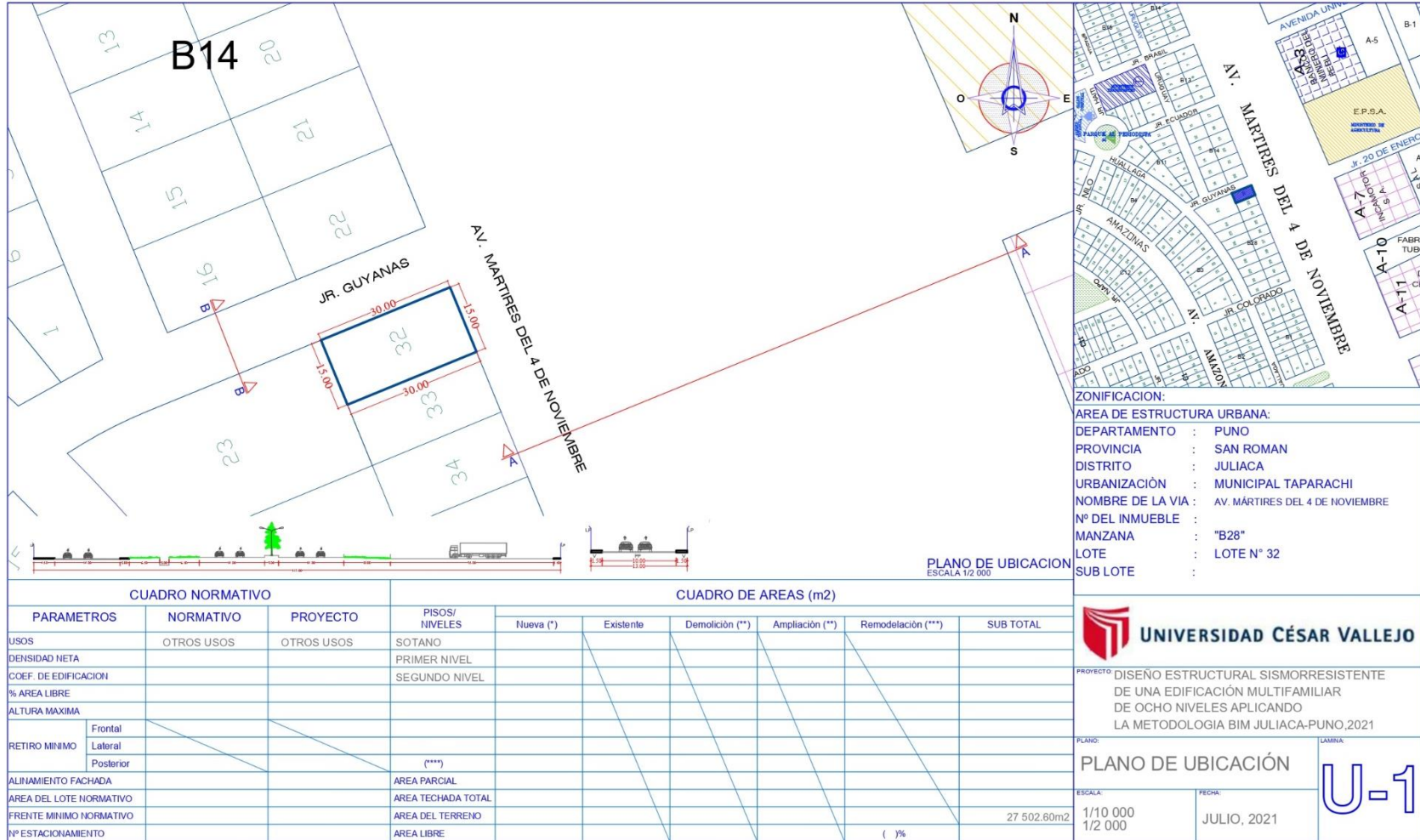






ANEXO N° 05: Plano de ubicación del proyecto.

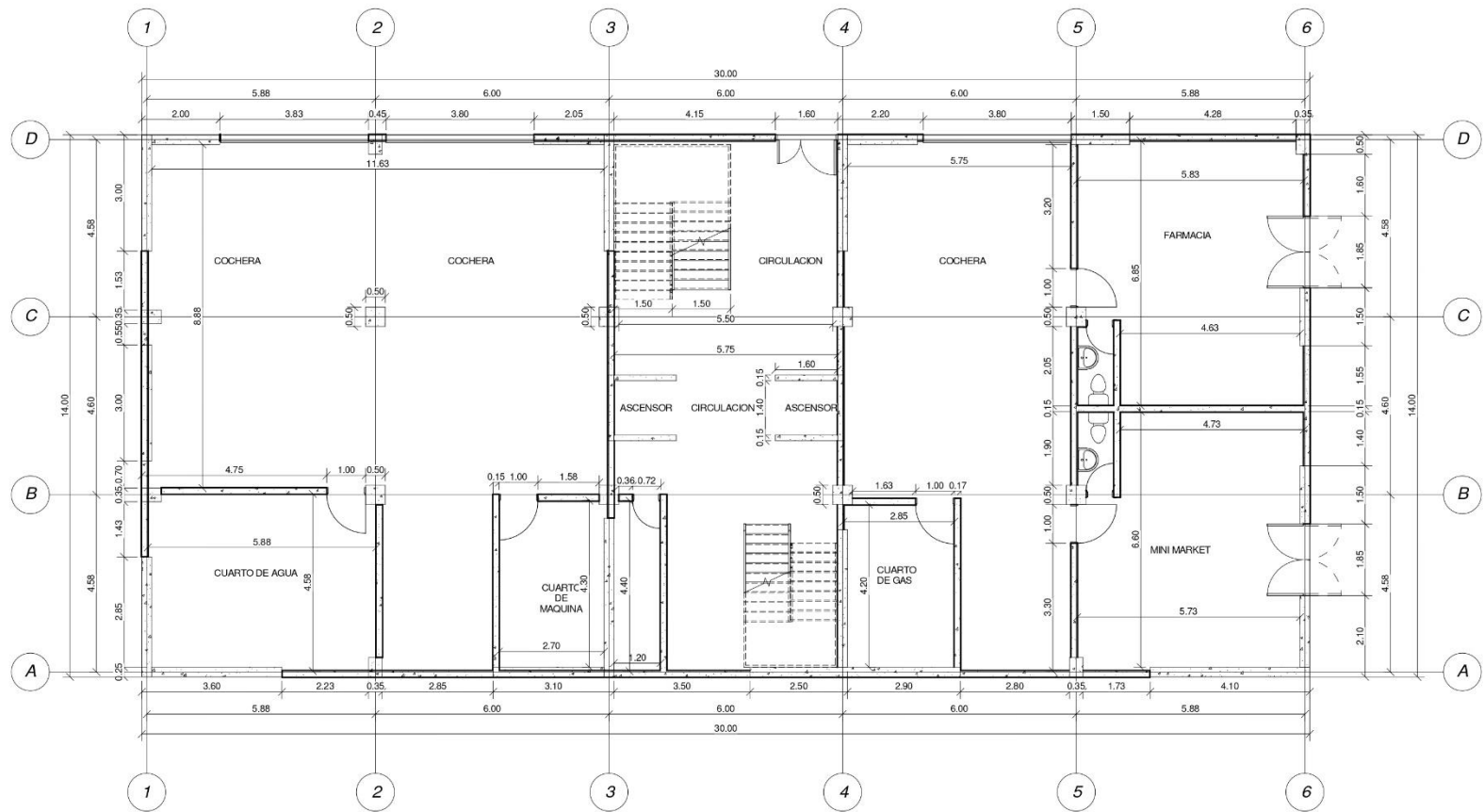
ANEXO XIV



(*) Para edificaciones nuevas consignar información solo en una columna.
 (**) Para el cálculo del área subtotal se resta a demoler.

(***) Para remodelación no se suma el área subtotal.
 (****) Detallar el área acumulada (pisos superiores, sótanos, semisótanos, etc.) en el rubro 8 Observaciones del FUE.

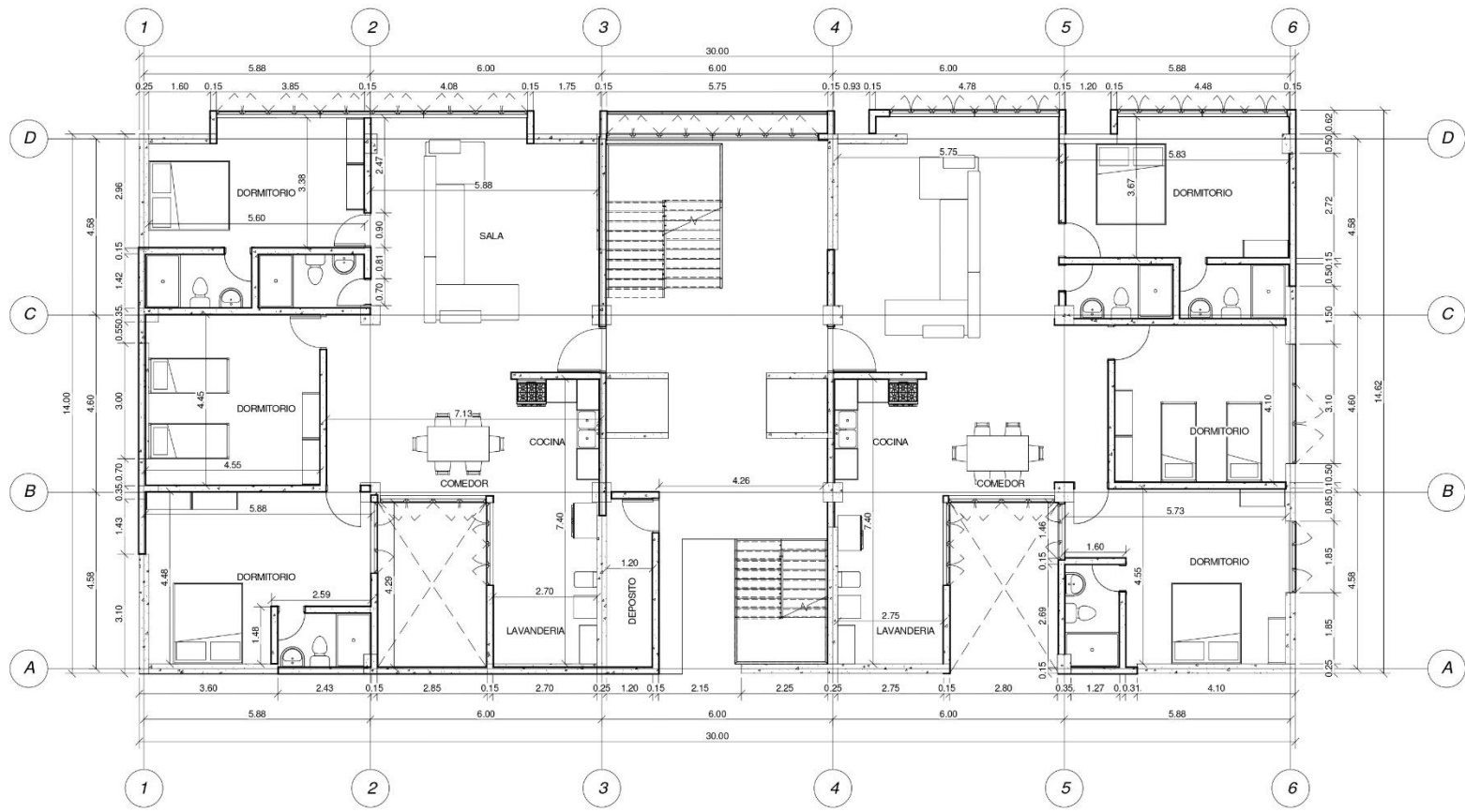
ANEXO N° 06: Planos de arquitectura del proyecto.



PRIMER NIVEL



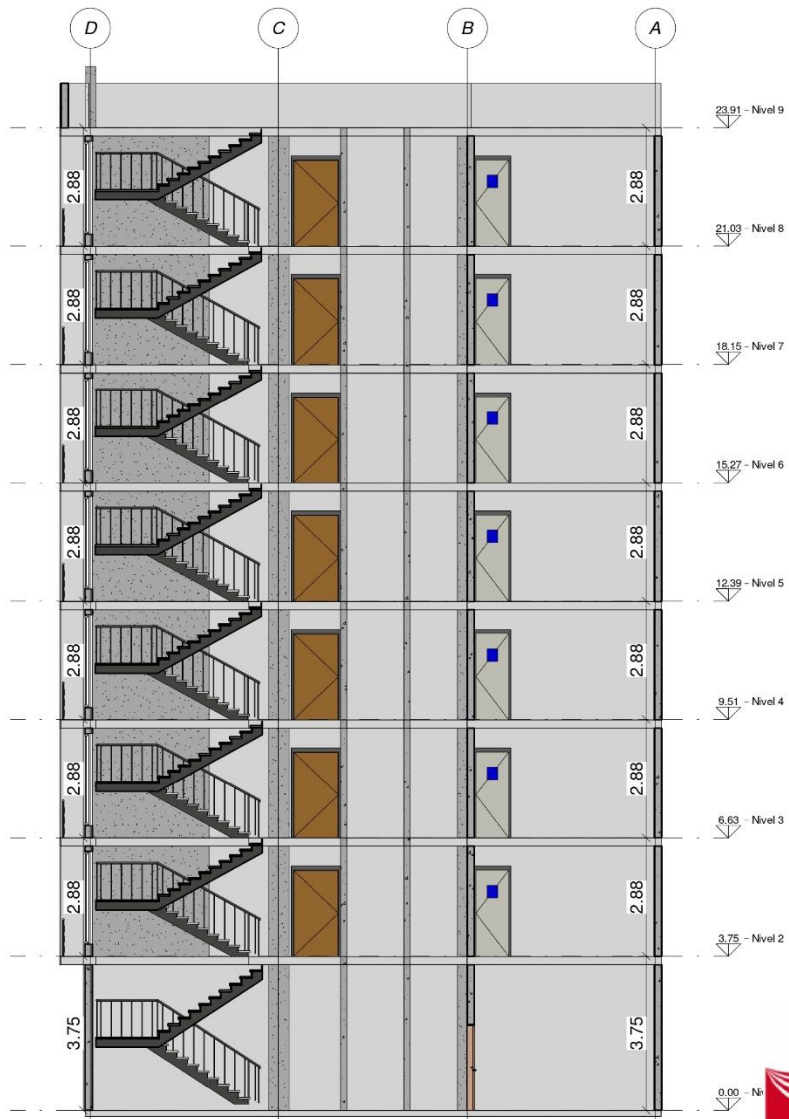
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	A-01
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75



SEGUNDO NIVEL



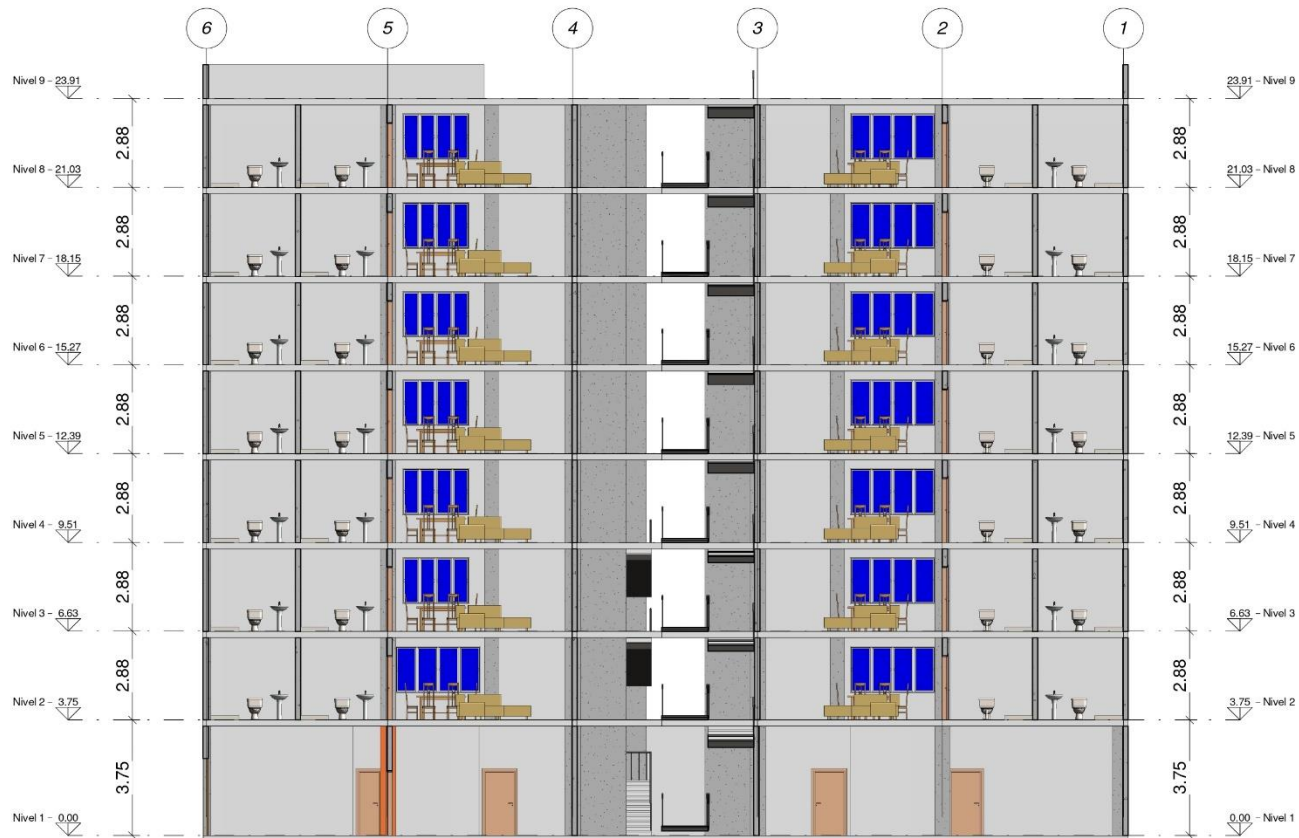
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75
A-02	



CORTE A-A



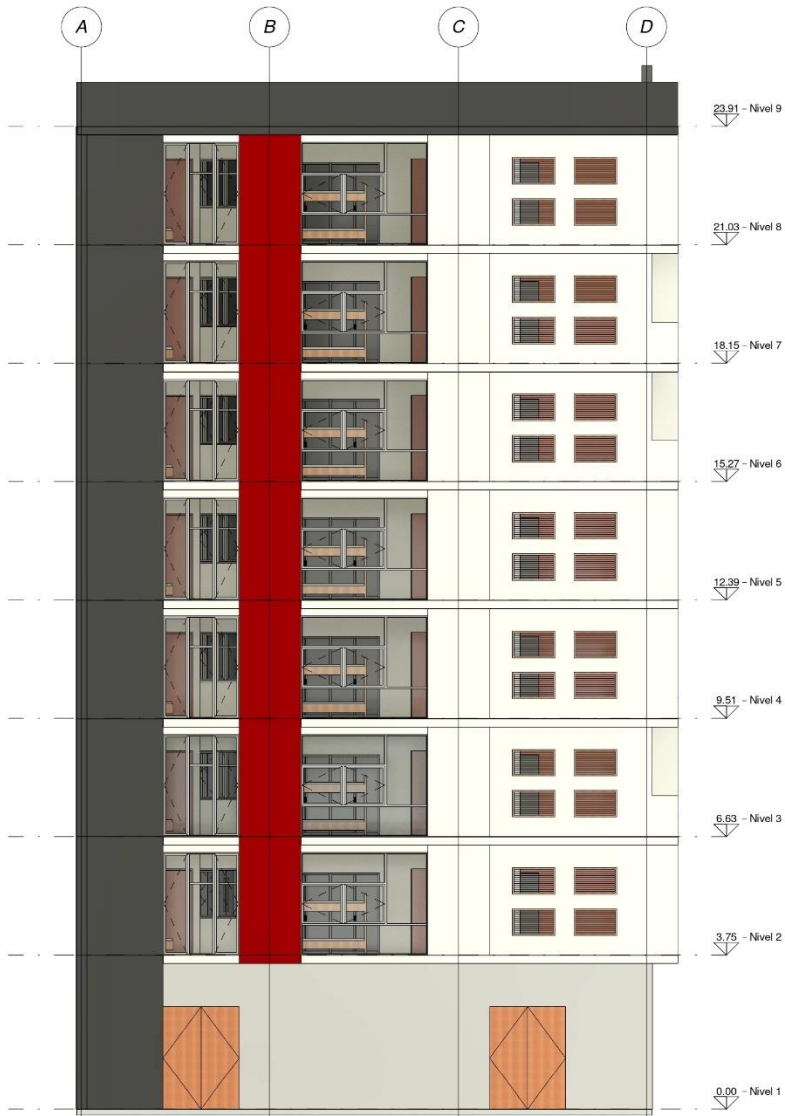
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75
A-03	



CORTE B-B



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75
A-04	



ELEVACION AV. MARTIRES DEL 4 DE NOVIEMBRE MZ. "B28" LOTE 32



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	A-05
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75

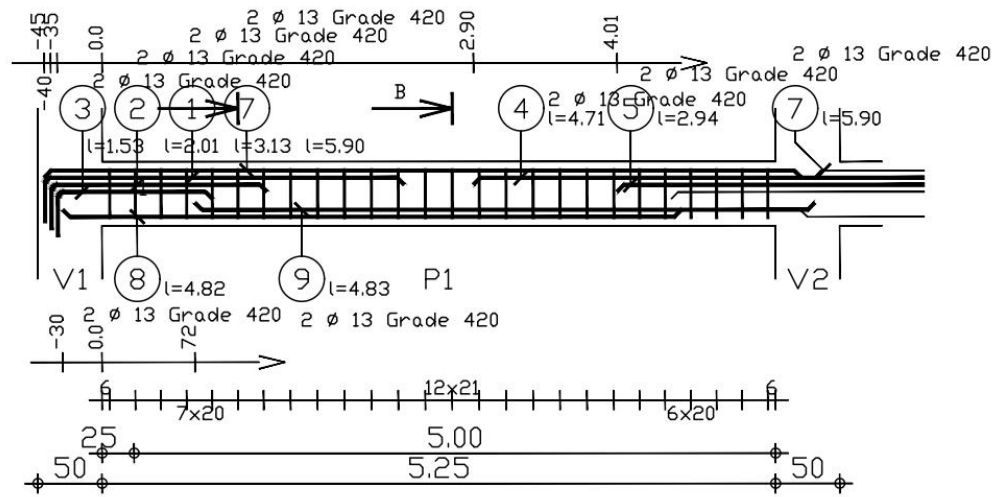


ELEVACION JIRON GUYANAS MZ. "B28" LOTE N° 32

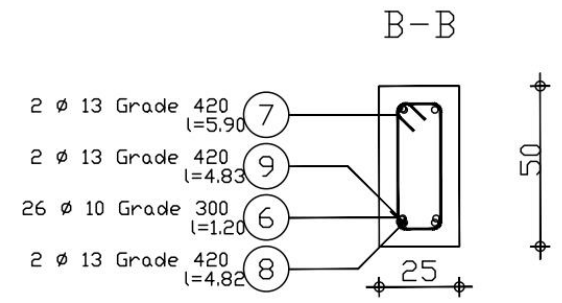
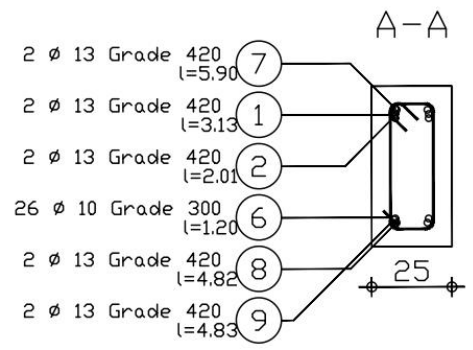


FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA	DEPARTAMENTO: PUNO
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	PROVINCIA: SAN ROMAN
	DISTRITO: JULIACA
"DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACION MULTIFAMILIAR DE OCHO NIVELES APLICANDO LA METODOLOGIA BIM JULIACA-PUNO, 2021"	A-06
PRESENTADO: MONICA ELIZABETH PANCCA ROJO	ESCALA 1/75

ANEXO N° 07: Plano de estructuras de los elementos estructurales



Posic.	Armaduras	Forma
①	2 ϕ 13 Grade 420 l=3.13	
②	2 ϕ 13 Grade 420 l=2.01	
③	2 ϕ 13 Grade 420 l=1.53	
④	2 ϕ 13 Grade 420 l=4.71	
⑤	2 ϕ 13 Grade 420 l=2.94	
⑥	26 ϕ 10 Grade 300 l=1.20	
⑦	2 ϕ 13 Grade 420 l=5.90	
⑧	2 ϕ 13 Grade 420 l=4.82	
⑨	2 ϕ 13 Grade 420 l=4.83	



DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR

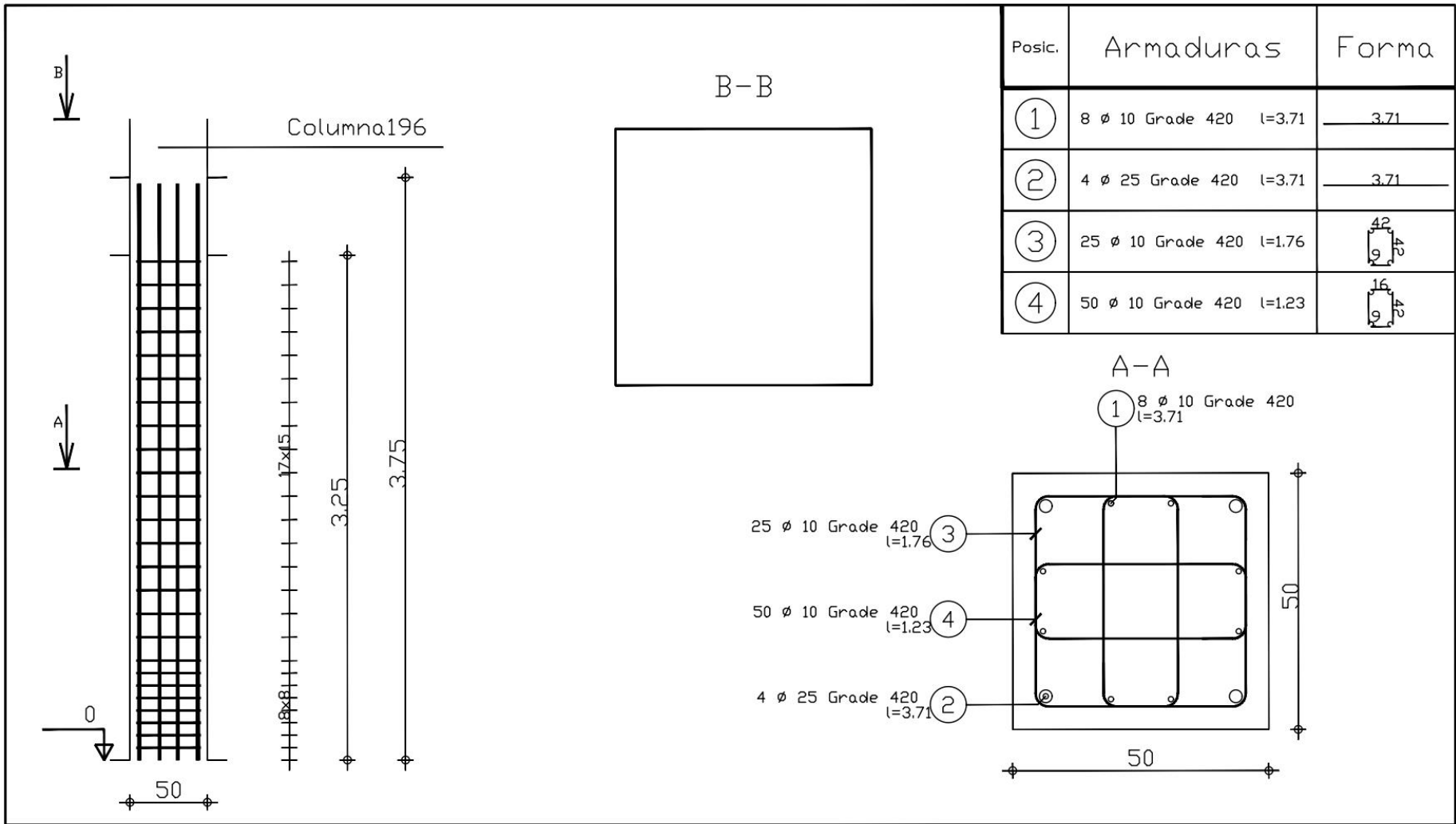
Acero Grade 420 = 81.5 kg
 Superficie del encofrado = 7.44 m²
 f'c' 280kgf/cm² = 0.75 m³



PLANO: ACERO EN VIGA TRAMO 1
 Sección 25x50

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA: SAN ROMAN
 DISTRITO: JULIACA

Recubrimiento inferior 5 cm
 Recubrimiento superior 5 cm
 Recubrimiento lateral 5 cm
 Escala para la vista 1:50
 Escala para la sección 1:20 E-01



DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR



PLANO: COLUMNA 50cm X 50cm
Sección 50x50

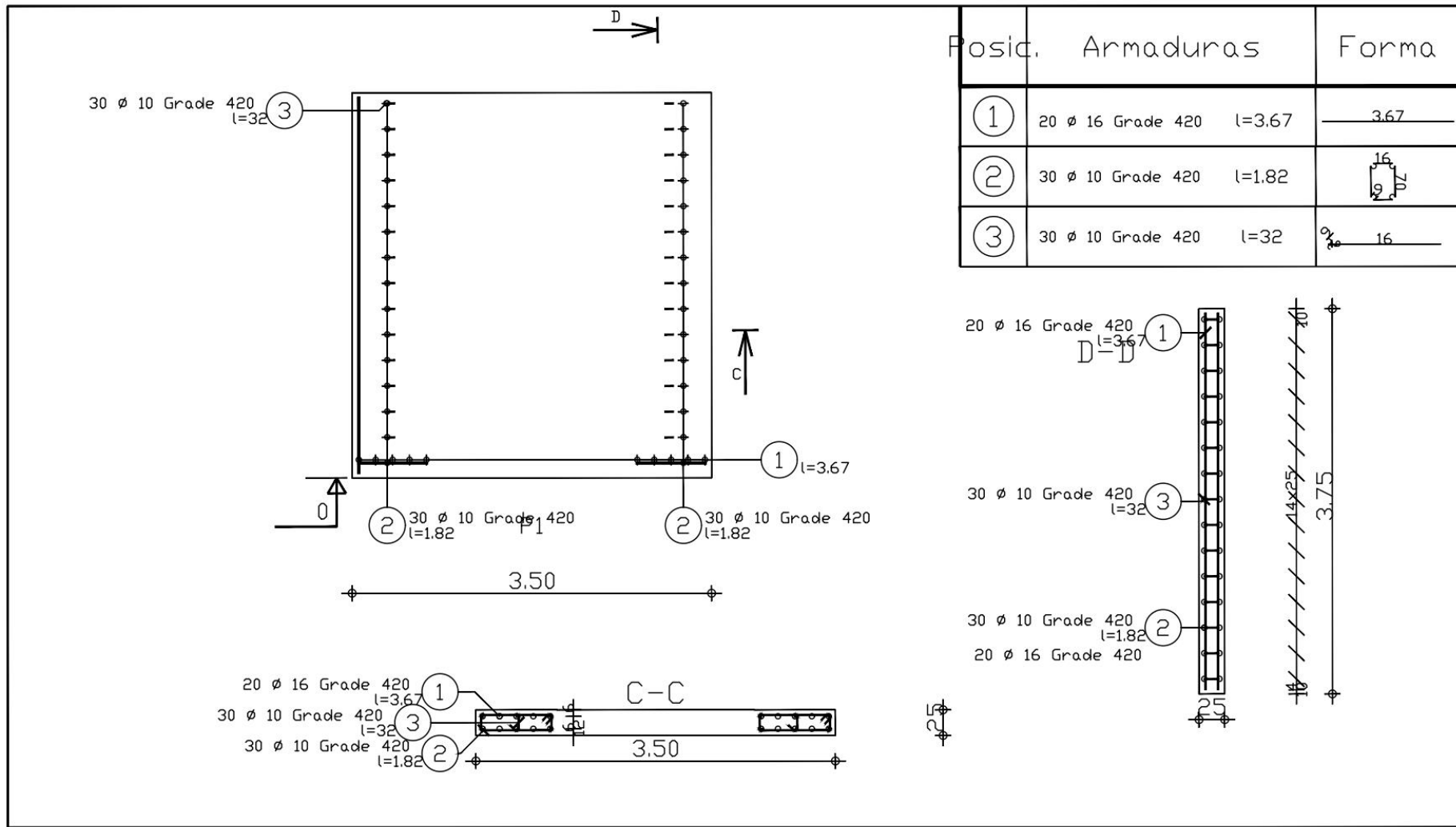
DEPARTAMENTO: PUNO
PROVINCIA: SAN ROMAN
DISTRITO: JULIACA

Acero Grade 420 = 140 kg
Superficie del encofrado = 6.5 m²

Recubrimiento 4 cm
f_{c'} 280kgf/cm² = 0.813 m³

Escala para la vista 1/33
Escala para la sección 1/10

E-02



Posic.	Armaduras	Forma
(1)	20 \emptyset 16 Grade 420 $l=3.67$	3.67
(2)	30 \emptyset 10 Grade 420 $l=1.82$	
(3)	30 \emptyset 10 Grade 420 $l=32$	

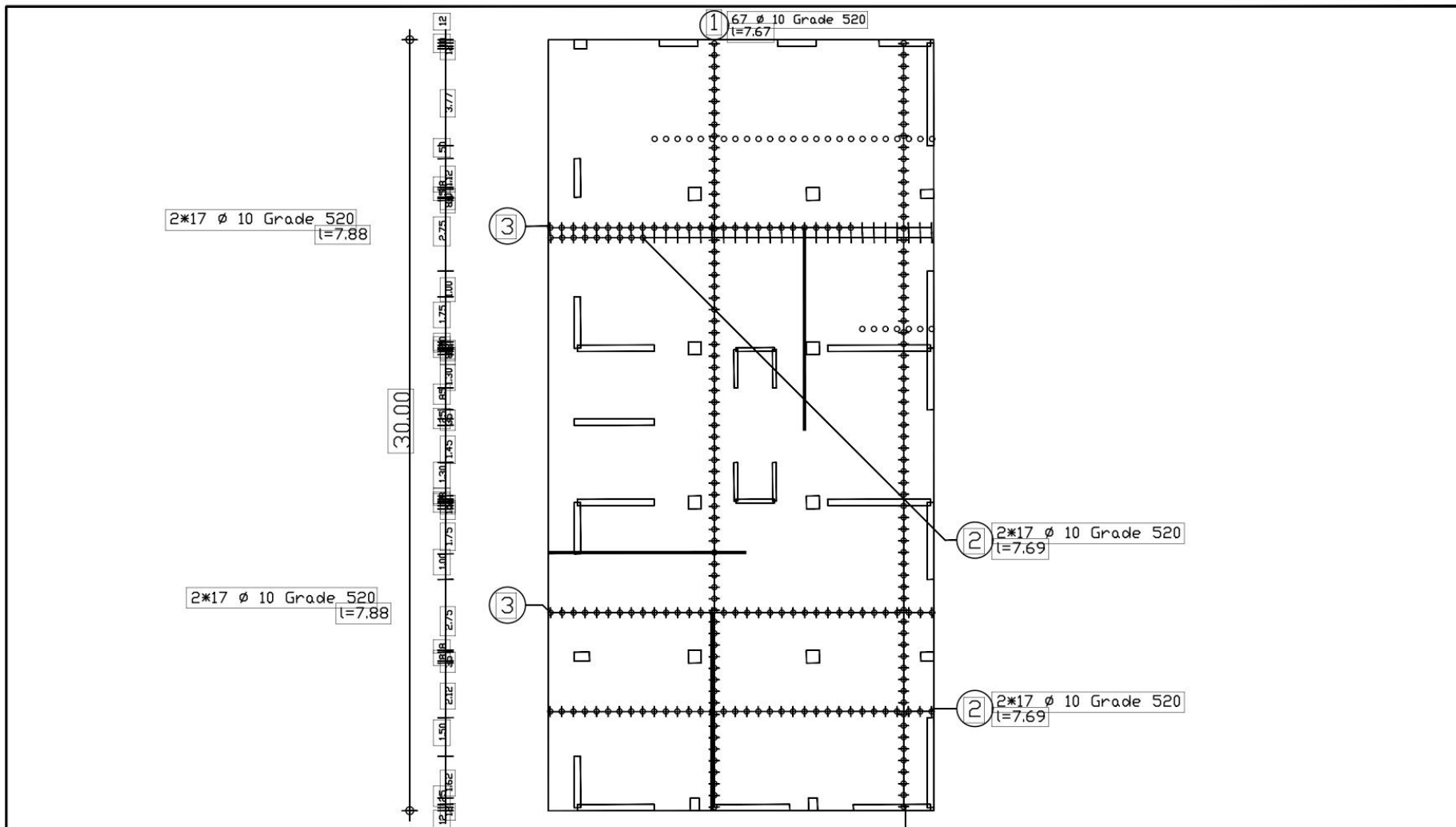
DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR



PLANO: MURO ESTRUCTURAL
Sección 3.50 X 0.25

DEPARTAMENTO: PUNO
PROVINCIA: SAN ROMAN
DISTRITO: JULIACA

Acero Grade 420 = 246 kg	E-03
Superficie del encofrado = 26.3 m ²	
Recubrimiento 4 cm	
fc' 280kgf/cm ² = 3.28 m ³	
Escala para la vista 1/50	
Escala para la sección 1/50	



DISEÑO ESTRUCTURAL SISMORRESISTENTE DE UNA EDIFICACIÓN MULTIFAMILIAR



PLANO: LOSA DE CIMENTACIÓN 1
 ESPESOR: 80 CM

DEPARTAMENTO: PUNO
 PROVINCIA: SAN ROMAN
 DISTRITO: JULIACA

Hormigón : $f_c' = 280 \text{ kgf/cm}^2$
 Armadura : Grade 520
 Escala : 1/200

Recubrimiento superior = 7.5cm
 inferior = 7.5cm
 Fecha : 23/06/21
 E-04

ANEXO N° 08: Memorias de cálculo de los elementos estructurales

MEMORIA DE CALCULO DE LA VIGA PRINCIPAL

1 Nivel:

- Tesis: **Diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM, Juliaca – Puno, 2021**
- Nombre : Vigas Principal
- Cota de nivel : 3.75
- Tipo de ambiente : No agresivo
- Resistencia al fuego : 0 (h)

2 Viga: Viga Principal

OK

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón: : Concreto 280 $f_c = 280.42$ (kgf/cm²)
Densidad : 2400.00 (kgf/m³)
- Armaduras longitudinales : Grade 420 $f_y = 4282.81$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : Grade 300 $f_y = 3059.15$ (kgf/cm²)
- Armadura adicional: : Grade 300 $f_y = 3059.15$ (kgf/cm²)

2.2 Geometría:

Número de elementos idénticos: 1

2.2.1	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P1	Tramo	0.500	5.250	0.500
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 5.750$ (m)		
	Sección	de 0.000 a 5.250 (m) 25.00 x 50.00 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda			
2.2.2	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P2	Tramo	0.500	5.500	0.500
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 6.000$ (m)		
	Sección	de 0.000 a 5.500 (m) 25.00 x 50.00 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda			
2.2.3	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P3	Tramo	0.500	5.500	0.500
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 6.000$ (m)		
	Sección	de 0.000 a 5.500 (m) 25.00 x 50.00 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda			
2.2.4	Tramo	Posición	Ap. Izq.	L	Ap. Der.

P4	Tramo	(m)	(m)	(m)
		0.500	5.500	0.500
Longitud de cálculo:		$L_0 = 6.000$ (m)		
Sección	de 0.000 a 5.500 (m)			
	25.00 x 50.00 (cm)			
	Sin losa izquierda			
	Sin losa izquierda			

2.2.5	Tramo	Posición	Ap. Izq.	L	Ap. Der.
			(m)	(m)	(m)
	P5	Ménsula Der.	0.500	5.625	----
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 5.875$ (m)		
	Sección	de 0.000 a 5.625 (m)			
		25.00 x 50.00 (cm)			
		Sin losa izquierda			
		Sin losa izquierda			

2.3 Vigas adyacentes:

Nombre	Forma	Tramo	X*	Z*	DX	DZ	
			(m)	(m)	(m)	(m)	
VS (Barra 145)		rect.	P1	-0.625	0.200	0.250	0.300
VS (Barra 157)		rect.	P5	5.375	0.200	0.250	0.300

* - coordenadas del ángulo izquierdo inferior de la viga adyacente

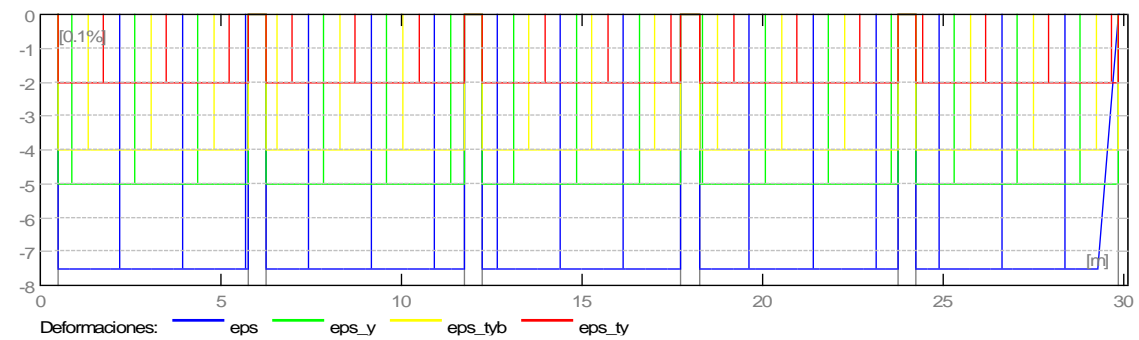
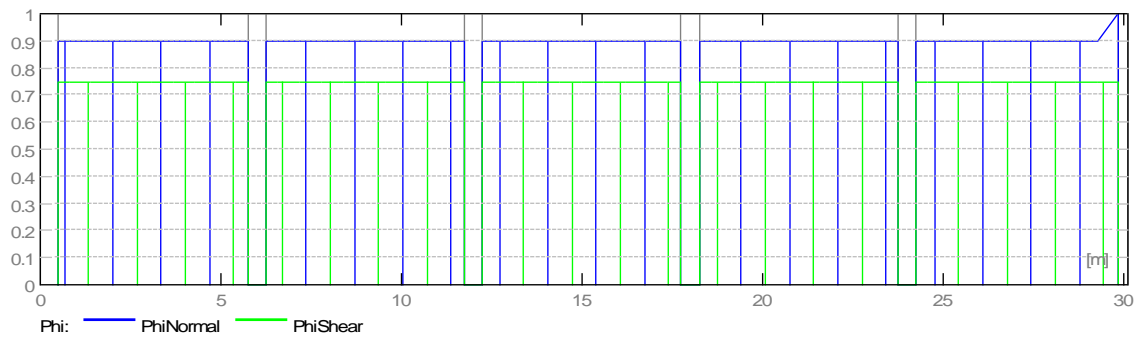
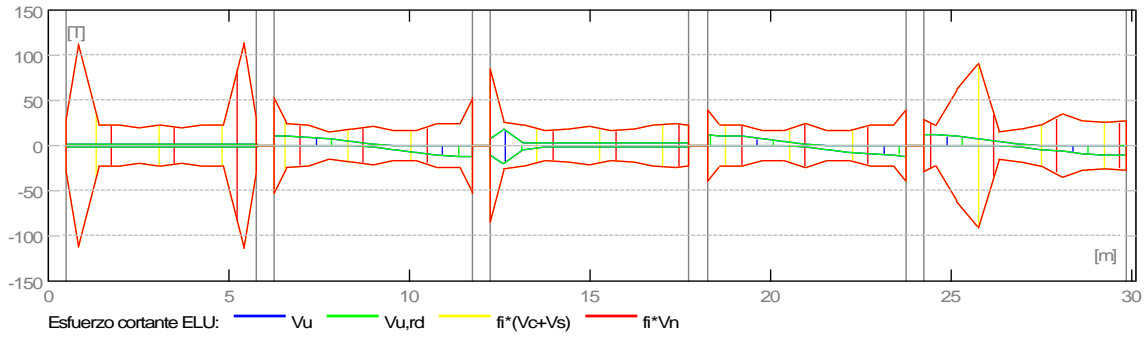
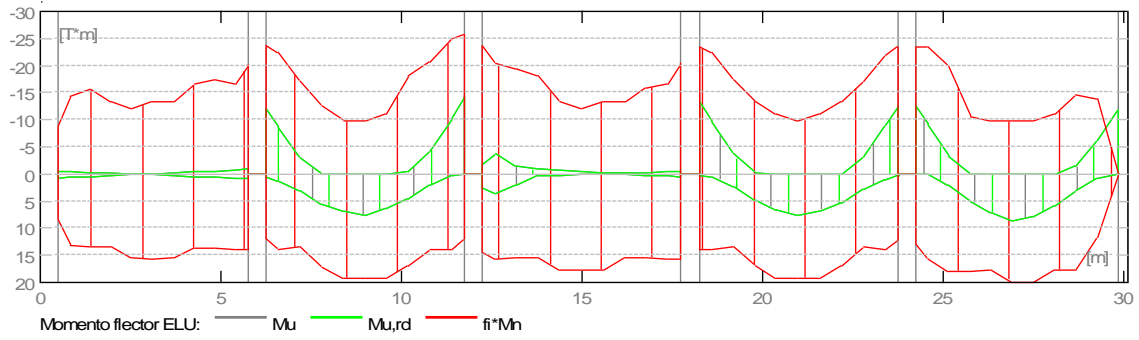
2.4 Opciones de cálculo:

- Regulación de la combinación : ACI 318-14 ACI 318M-14
- Cálculos según la norma : ACI 318M-14
- Tomando en cuenta la fuerza axial : no
- Considerar la torsión : no
- Considerando la reducción del esfuerzo cortante en la zona de apoyo : no
- Categoría de dimensionamiento sísmico : SDC A
- Recubrimiento de la armadura : Armaduras inferiores c = 5.00 (cm)
: lateral c1 = 5.00 (cm)
: superficial c2 = 5.00 (cm)

2.5 Resultados de los cálculos:

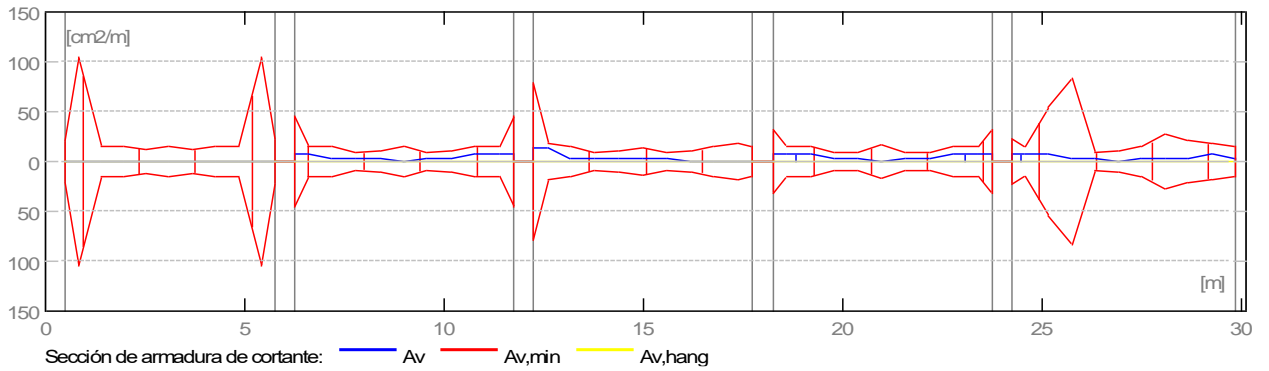
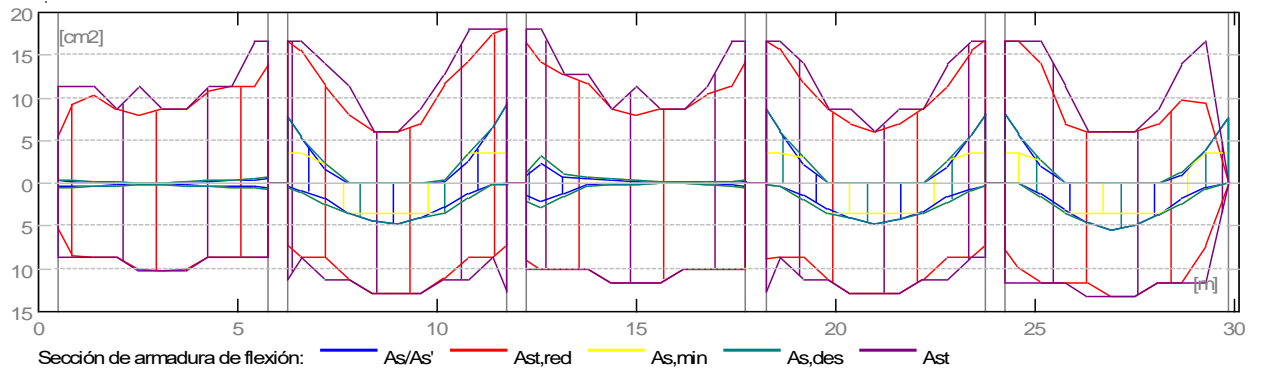
2.5.1 Solicitaciones ELU

Tramo	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,iz (T*m)	Mu,d (T*m)	Vu,iz (T)	Vu,d (T)
P1	0.76	-0.38	0.69	-0.84	1.07	-1.28
P2	7.61	-0.42	-12.04	-14.25	11.15	-12.04
P3	3.50	-0.92	2.51	0.53	-10.24	3.62
P4	7.67	-0.08	-13.31	-12.63	11.72	-11.37
P5	8.53	-0.00	-12.61	-11.89	11.78	-10.77



2.5.2 Sección Teórica de Acero

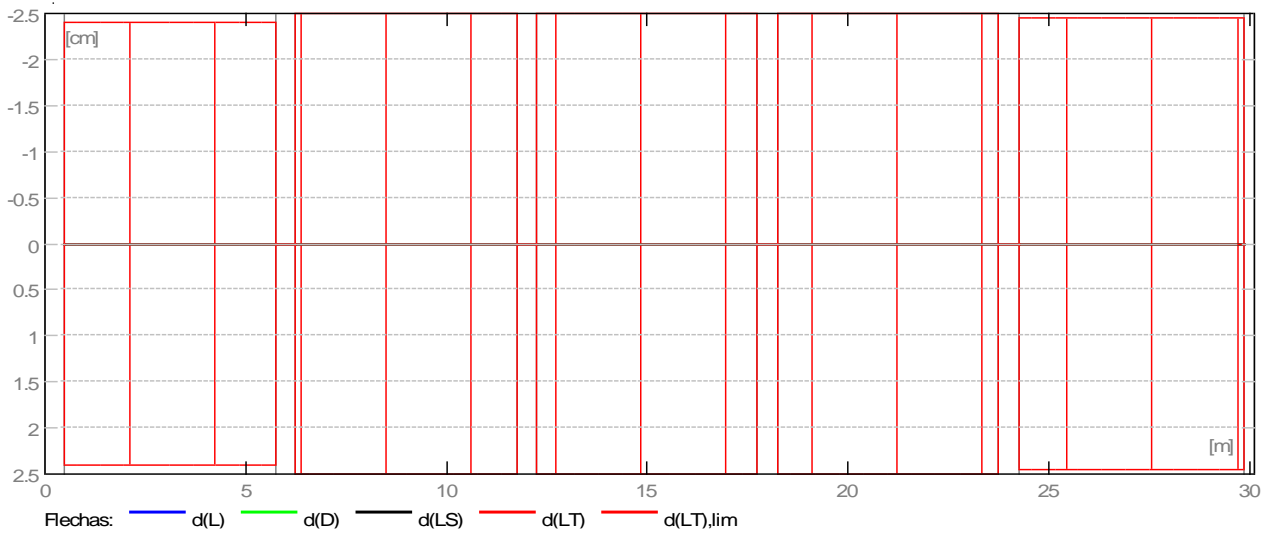
Tramo	Tramo (cm ²)		Apoyo izquierdo (cm ²)		Apoyo derecho (cm ²)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	0.43	0.00	0.39	0.31	0.43	0.48
P2	4.78	0.00	0.35	7.77	0.06	9.33
P3	2.06	0.00	1.48	0.96	0.30	0.24
P4	4.82	0.00	0.11	8.66	0.26	8.18
P5	5.39	0.00	0.00	8.16	0.00	7.67



2.5.3 Flechas

- d_s(D+LS) - Flecha instantánea debida a cargas de larga duración
- d_l(D+LS) - Flecha diferida debida a cargas de larga duración
- d_s(D+L) - Flecha instantánea debida a carga total
- d(LT) - flecha inicial total de larga duración
- d(LT),lim - flecha admisible

Tramo	d _s (D+LS) (cm)	d _l (D+LS) (cm)	d _s (D+L) (cm)	d(LT) (cm)	d(LT),lim (cm)
P1	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.40
P2	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.50
P3	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.50
P4	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.50
P5	0.00	0.00	0.00	0.00	-2.45



2.6 Resultados teóricos - detalles:

2.6.1 P1 : Tramo de 0.500 a 5.750 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm ²)	As' (cm ²)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
0.500	0.69	-0.54	0.00	0.00	0.39	0.31
0.825	0.61	-0.45	0.00	0.00	0.35	0.26
1.400	0.46	-0.30	0.00	0.00	0.26	0.17
1.975	0.30	-0.15	0.00	0.00	0.17	0.09
2.550	0.14	-0.00	0.00	0.00	0.08	0.00
3.125	0.17	-0.05	0.00	0.00	0.10	0.03
3.700	0.30	-0.21	0.00	0.00	0.17	0.12
4.275	0.43	-0.38	0.00	0.00	0.24	0.21
4.850	0.56	-0.55	0.00	0.00	0.31	0.31
5.425	0.69	-0.73	0.00	0.00	0.39	0.41
5.750	0.76	-0.84	0.00	0.00	0.43	0.48

Abscisa (m)	ELU	ELS
	Vu,máx. (T)	Vu,máx. (T)
0.500	1.07	0.00
0.825	1.06	0.00
1.400	1.03	0.00
1.975	-1.07	0.00
2.550	-1.10	0.00
3.125	-1.13	0.00
3.700	-1.17	0.00
4.275	-1.20	0.00
4.850	-1.23	0.00
5.425	-1.27	0.00
5.750	-1.28	0.00

2.6.2 P2 : Tramo de 6.250 a 11.750 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm ²)	As' (cm ²)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
6.250	0.57	-12.04	0.00	0.00	0.35	7.77
6.600	1.37	-8.46	0.00	0.00	0.83	5.33
7.200	3.02	-2.89	0.00	0.00	1.76	1.68
7.800	5.67	-0.00	0.00	0.00	3.52	0.00
8.400	6.93	-0.00	0.00	0.00	4.34	0.00
9.000	7.61	-0.00	0.00	0.00	4.78	0.00
9.600	6.39	-0.00	0.00	0.00	3.99	0.00
10.200	4.67	-0.42	0.00	0.00	2.88	0.25
10.800	2.13	-4.31	0.00	0.00	1.27	2.60
11.400	0.23	-10.39	0.00	0.00	0.14	6.63
11.750	0.10	-14.25	0.00	0.00	0.06	9.33

Abscisa (m)	ELU	ELS
	Vu,máx. (T)	Vu,máx. (T)
6.250	11.15	0.00
6.600	10.79	0.00
7.200	9.40	0.00
7.800	7.20	0.00
8.400	4.32	0.00
9.000	-2.22	0.00
9.600	-5.21	0.00
10.200	-8.09	0.00
10.800	-10.28	0.00
11.400	-11.68	0.00
11.750	-12.04	0.00

2.6.3 P3 : Tramo de 12.250 a 17.750 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm ²)	As' (cm ²)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
12.250	2.51	-1.65	0.00	0.00	1.48	0.96
12.600	3.50	-3.81	0.00	0.00	2.06	2.25
13.200	2.02	-1.36	0.00	0.00	1.18	0.79
13.800	0.35	-0.92	0.00	0.00	0.21	0.54
14.400	0.24	-0.70	0.00	0.00	0.14	0.41

15.000	0.12	-0.48	0.00	0.00	0.07	0.29
15.600	0.01	-0.26	0.00	0.00	0.00	0.15
16.200	0.00	-0.15	0.00	0.00	0.00	0.09
16.800	0.19	-0.24	0.00	0.00	0.11	0.14
17.400	0.40	-0.35	0.00	0.00	0.23	0.20
17.750	0.53	-0.42	0.00	0.00	0.30	0.24

Abscisa (m)	ELU	ELS
	Vu,máx. (T)	Vu,máx. (T)
12.250	-10.24	0.00
12.600	-19.77	0.00
13.200	-3.86	0.00
13.800	3.71	0.00
14.400	3.70	0.00
15.000	3.69	0.00
15.600	3.67	0.00
16.200	3.66	0.00
16.800	3.65	0.00
17.400	3.63	0.00
17.750	3.62	0.00

2.6.4 P4 : Tramo de 18.250 a 23.750 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm2)	As' (cm2)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
18.250	0.18	-13.31	0.00	0.00	0.11	8.66
18.600	0.43	-9.55	0.00	0.00	0.26	6.07
19.200	2.27	-3.65	0.00	0.00	1.34	2.17
19.800	4.90	-0.08	0.00	0.00	3.03	0.05
20.400	6.60	-0.00	0.00	0.00	4.12	0.00
21.000	7.67	-0.00	0.00	0.00	4.82	0.00
21.600	6.85	-0.00	0.00	0.00	4.29	0.00
22.200	5.44	-0.04	0.00	0.00	3.38	0.02
22.800	2.77	-3.26	0.00	0.00	1.62	1.91
23.400	1.03	-8.97	0.00	0.00	0.62	5.67
23.750	0.43	-12.63	0.00	0.00	0.26	8.18

Abscisa (m)	ELU	ELS
	Vu,máx. (T)	Vu,máx. (T)
18.250	11.72	0.00
18.600	11.36	0.00
19.200	9.96	0.00
19.800	7.77	0.00
20.400	4.88	0.00
21.000	1.90	0.00
21.600	-4.55	0.00
22.200	-7.43	0.00
22.800	-9.62	0.00
23.400	-11.02	0.00
23.750	-11.37	0.00

2.6.5 P5 : Ménsula Der. de 24.250 a 29.875 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As (cm2)	As' (cm2)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
24.250	0.00	-12.61	0.00	0.00	0.00	8.16
24.588	0.00	-9.00	0.00	0.00	0.00	5.70
25.175	1.97	-3.22	0.00	0.00	1.16	1.91
25.763	4.98	-0.00	0.00	0.00	3.09	0.00
26.350	7.17	-0.00	0.00	0.00	4.49	0.00
26.938	8.53	-0.00	0.00	0.00	5.39	0.00
27.525	7.88	-0.00	0.00	0.00	4.96	0.00
28.113	5.82	-0.00	0.00	0.00	3.62	0.00
28.700	3.05	-1.47	0.00	0.00	1.82	0.87
29.288	0.86	-6.21	0.00	0.00	0.52	3.86
29.875	0.00	-11.89	0.00	0.00	0.00	7.67

Abscisa	ELU	ELS
	Vu,máx.	Vu,máx.

(m)	(T)	(T)
24.250	11.78	0.00
24.588	11.40	0.00
25.175	9.89	0.00
25.763	7.77	0.00
26.350	5.02	0.00
26.938	1.90	0.00
27.525	-3.92	0.00
28.113	-6.67	0.00
28.700	-8.69	0.00
29.288	-10.12	0.00
29.875	-10.77	0.00

2.7 Armadura:

2.7.1 P1 : Tramo de 0.500 a 5.750 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores (Grade 420)

2	φ13	l = 6.361	de	0.050	a	6.411
2	φ10	l = 2.000	de	4.125	a	2.125
- Armaduras de montaje (encima) (Grade 420)

2	φ13	l = 5.900	de	0.050	a	5.950
---	-----	-----------	----	-------	---	-------
- tramo (Grade 420)

2	φ13	l = 2.805	de	0.050	a	2.855
2	φ13	l = 5.860	de	2.245	a	8.105
2	φ13	l = 1.860	de	0.040	a	1.900

Armaduras someras: (Grade 300):

horquillas 42 ∅10 l = 0.388
 $e = 1*0.040 + 15*0.100 + 11*0.199 + 15*0.100$ (m)

Armaduras transversales:

- Armaduras principales (Grade 300)

estribos	25	φ10	l = 1.204
			$e = 1*0.105 + 24*0.210$ (m)42 φ10 l = 1.317
			$e = 1*0.030 + 15*0.100 + 11*0.199 + 15*0.100$ (m)

2.7.2 P2 : Tramo de 6.250 a 11.750 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores (Grade 420)

2	φ13	l = 6.110	de	5.945	a	12.055
2	φ13	l = 3.830	de	6.985	a	10.815
2	φ10	l = 2.200	de	10.100	a	7.900
- Armaduras de montaje (encima) (Grade 420)

2	φ13	l = 5.900	de	6.050	a	11.950
---	-----	-----------	----	-------	---	--------
- tramo (Grade 420)

2	φ13	l = 2.176	de	5.278	a	7.455
2	φ13	l = 1.743	de	5.382	a	7.126
2	φ13	l = 2.759	de	10.286	a	13.045
2	φ13	l = 1.964	de	10.718	a	12.683
2	φ13	l = 4.051	de	4.150	a	7.850

Armaduras someras: (Grade 300):

horquillas 44 ∅10 l = 0.388
 $e = 1*0.040 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100$ (m)

Armaduras transversales:

- Armaduras principales (Grade 300)

estribos	27	φ10	l = 1.204
			$e = 1*0.065 + 3*0.200 + 17*0.210 + 6*0.200$ (m)44 φ10 l = 1.317
			$e = 1*0.030 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100$ (m)

2.7.3 P3 : Tramo de 12.250 a 17.750 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores (Grade 420)

2	φ16	l = 6.906	de	11.657	a	18.564
3	φ16	l = 29.795	de	29.835	a	0.040
2	φ10	l = 2.200	de	16.100	a	13.900

- Armaduras de montaje (encima) (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 5.900 de 12.050 a 17.950
- tramo (Grade 420)
4 ϕ 13 l = 6.010 de 9.295 a 15.305
3 ϕ 16 l = 29.795 de 0.040 a 29.835
2 ϕ 16 l = 4.332 de 10.050 a 13.950

Armaduras someras: (Grade 420):

2 ϕ 10 l = 29.795 de 0.040 a 29.835
horquillas 44 ϕ 10 l = 0.388
e = 1*0.040 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100 (m)

Armaduras transversales:

- Armaduras principales (Grade 300)
estribos 29 ϕ 10 l = 1.210
e = 1*0.010 + 6*0.110 + 22*0.210 (m)44 ϕ 10 l = 1.317
e = 1*0.030 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100 (m)

2.7.4 P4 : Tramo de 18.250 a 23.750 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 6.110 de 17.945 a 24.055
2 ϕ 13 l = 3.760 de 19.165 a 22.925
2 ϕ 10 l = 2.200 de 22.100 a 19.900
- Armaduras de montaje (encima) (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 5.900 de 18.050 a 23.950
- tramo (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 2.410 de 17.192 a 19.603
2 ϕ 13 l = 1.827 de 17.352 a 19.180
2 ϕ 13 l = 4.772 de 21.295 a 26.067
2 ϕ 13 l = 3.035 de 22.481 a 25.516
2 ϕ 13 l = 3.061 de 22.890 a 25.952
2 ϕ 13 l = 3.500 de 16.250 a 19.750

Armaduras someras: (Grade 300):

horquillas 44 ϕ 10 l = 0.388
e = 1*0.040 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100 (m)

Armaduras transversales:

- Armaduras principales (Grade 300)
estribos 2 ϕ 10 l = 1.210
e = 1*0.080 + 1*0.200 (m)25 ϕ 10 l = 1.204
e = 1*0.480 + 4*0.200 + 14*0.210 + 6*0.200 (m)44 ϕ 10 l = 1.317
e = 1*0.030 + 15*0.100 + 13*0.188 + 15*0.100 (m)

2.7.5 P5 : Ménsula Der. de 24.250 a 29.875 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores (Grade 420)
2 ϕ 19 l = 5.880 de 23.945 a 29.825
2 ϕ 10 l = 2.000 de 28.063 a 26.063
- Armaduras de montaje (encima) (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 5.775 de 24.050 a 29.825
- tramo (Grade 420)
2 ϕ 13 l = 2.193 de 27.808 a 29.825
2 ϕ 13 l = 1.282 de 28.669 a 29.775
2 ϕ 13 l = 0.914 de 28.987 a 29.725
2 ϕ 13 l = 3.500 de 22.250 a 25.750
2 ϕ 13 l = 1.871 de 28.369 a 29.829

Armaduras someras: (Grade 300):

horquillas 44 ϕ 10 l = 0.388
e = 1*0.040 + 15*0.100 + 13*0.196 + 15*0.100 (m)

Armaduras transversales:

- Armaduras principales (Grade 300)
estribos 27 ϕ 10 l = 1.216
e = 1*0.101 + 6*0.200 + 16*0.210 + 4*0.200 (m)44 ϕ 10 l = 1.317
e = 1*0.030 + 15*0.100 + 13*0.196 + 15*0.100 (m)

3 Cuantitativo:

- Volumen del hormigón = 3.734 (m3)
- Superficie de encofrado = 36.969 (m2)
- Acero Grade 420
 - Peso total = 642.13 (kgf)
 - Densidad = 171.95 (kgf/m3)
 - Diámetro medio = 0.5 (in)
 - Lista según diámetros:

Diámetro (in)	Longitud (m)	Peso (kgf)	Número (piezas)	Peso total (kgf)
10	2.000	1.23	4	4.93
10	2.200	1.36	6	8.14
10	29.795	18.38	2	36.75
13	1.743	1.82	2	3.63
13	1.827	1.90	2	3.81
13	1.964	2.05	2	4.09
13	2.176	2.27	2	4.54
13	2.410	2.51	2	5.02
13	2.759	2.88	2	5.75
13	3.035	3.16	2	6.33
13	3.061	3.19	2	6.38
13	3.760	3.92	2	7.84
13	3.830	3.99	2	7.98
13	4.772	4.97	2	9.95
13	5.775	6.02	2	12.04
13	5.860	6.11	2	12.21
13	5.900	6.15	8	49.20
13	6.010	6.26	4	25.06
13	6.110	6.37	4	25.47
13	0.914	0.95	2	1.90
13	1.282	1.34	2	2.67
13	1.860	1.94	2	3.88
13	1.871	1.95	2	3.90
13	2.193	2.29	2	4.57
13	2.805	2.92	2	5.85
13	3.500	3.65	4	14.59
13	4.051	4.22	2	8.44
13	6.361	6.63	2	13.26
16	4.332	6.84	2	13.68
16	6.906	10.90	2	21.81
16	29.795	47.04	6	282.26
19	5.880	13.09	2	26.18

- Acero Grade 300
 - Peso total = 329.83 (kgf)
 - Densidad = 88.32 (kgf/m3)
 - Diámetro medio = 0.4 (in)
 - Lista según diámetros:

Diámetro (in)	Longitud (m)	Peso (kgf)	Número (piezas)	Peso total (kgf)
10	0.388	0.24	218	52.23
10	1.204	0.74	108	80.17
10	1.216	0.75	27	20.24
10	1.317	0.81	218	177.07

MEMORIA DE CALCULO DE LA COLUMNA CENTRAL 50 X 50

1 Nivel:

- Tesis: **Diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM, Juliaca – Puno, 2021**
- Nombre: Columna Central de Dimensiones 50 cm x 50 cm
- Cota de nivel : 0.000 (m)
- Resistencia al fuego : 0 (h)
- Tipo de ambiente : no agresivo

2 Columna: Columna 50 cm x 50 cm

OK

$$\phi * S_n/U = 1.26 > 1.00$$

$$\phi * M_n/M_u = 77.43 > 1.00$$

$$\phi * P_n/P_u = 1.26 > 1.00$$

U, Mu, Pu - Resistencia requerida

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón: : Concreto 280 $f_c = 280.42$ (kgf/cm²)
Densidad : 2400.00 (kgf/m³)
- Armaduras longitudinales : Grade 420 $f_y = 4282.81$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : Grade 420 $f_y = 4282.81$ (kgf/cm²)
- β_1 : 0.85
 $\beta_1 = a/c$, Coeficiente relativo a la profundidad del bloque de tensión de compresión rectangular equivalente A a la profundidad del eje neutro C
 $\beta_1 = <0,65-0,85>$

2.2 Geometría:

Número de elementos idénticos: 1

- 2.2.1 Rectángulo 50.00 x 50.00 (cm)
- 2.2.2 Altura: L = 3.750 (m)
- 2.2.3 Espesor de la losa = 0.000 (m)
- 2.2.4 Altura de la viga = 0.500 (m)
- 2.2.5 Recubrimiento de la armadura = 4.00 (cm)

2.3 Opciones de cálculo:

- Cálculos según la norma : ACI 318M-14
- Tomar en cuenta la esbeltez : Y
- Estructura intraslacional : Y
- Estribos : hacia la viga
- : n = 1
- Categoría de dimensionamiento sísmico : SDC A

2.4 Cargas:

Caso	Natura Mzi (T*m)	Grupo	N (T)	Myu (T*m)	Myl (T*m)	Myi (T*m)	Mzu (T*m)	Mzl (T*m)
Carga de Servicio ELS 1.40(PP+CM)+1.7CV		Dimensionamiento de	197.72 0.03	0.36	0.22	0.26	-0.29	-0.07

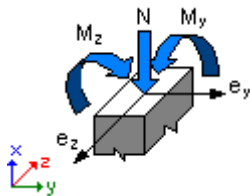
cálculo	1	288.53	0.04	0.52	0.33	0.38	-0.43	-0.11
1.25(PP+CM+CV)+SX	de cálculo	1	248.57	5.70	-	-	-	-
2.64	2.36	0.92	-0.50	0.36	-	-	-	-
1.25(PP+CM+CV)-SX	de cálculo	1	245.74	-5.63	3.53	-1.97	-	-
0.28	-0.23	-0.26	-	-	-	-	-	-
1.25(PP+CM+CV)+SY	de cálculo	1	245.48	-1.24	0.92	-	-	-
0.38	2.27	-0.58	1.13	-	-	-	-	-
1.25(PP+CM+CV)-SY	de cálculo	1	248.83	1.31	-0.02	0.78	-	-
1.62	-0.16	-1.04	-	-	-	-	-	-
0.90(PP+CM)+SX	de cálculo	1	144.21	5.68	-	-	-	-
2.83	2.28	0.78	-0.33	0.34	-	-	-	-
0.90(PP+CM)-SX	de cálculo	1	141.38	-5.65	3.34	-2.05	-	-
0.42	-0.07	-0.28	-	-	-	-	-	-
0.90(PP+CM)+SY	de cálculo	1	141.12	-1.26	0.73	-	-	-
0.47	2.13	-0.41	1.11	-	-	-	-	-
0.90(PP+CM)-SY	de cálculo	1	144.47	1.29	-0.21	0.69	-	-
1.76	0.01	-1.05	-	-	-	-	-	-

2.5 Lista de combinaciones

1.40(PP+CM)+1.7CV
 1.25(PP+CM+CV)+SX
 1.25(PP+CM+CV)-SX
 1.25(PP+CM+CV)+SY
 1.25(PP+CM+CV)-SY
 0.90(PP+CM)+SX
 0.90(PP+CM)-SX
 0.90(PP+CM)+SY
 0.90(PP+CM)-SY

2.6 Resultados de los cálculos:

2.6.1 Análisis ELU



Combinación dimensionante: 1.40(PP+CM)+1.7CV (C)

Clasificación de la sección: Controlado por compresión

$\phi = 0.65$ - Coeficiente de reducción de la resistencia, $\phi = \langle 0.65, 0.90 \rangle$

$\epsilon_c (*1000) = -3.00$ - Deformación del hormigón

$\epsilon_t (*1000) = 0.00$ - Deformación a tracción del extremo de las armaduras

Esfuerzos seccionales:

$N = 288.53$ (T) $M_y = 0.33$ (T*m) $M_z = -0.11$ (T*m)

Esfuerzos de cálculo:

sección en el medio del pilar

$P_u = 288.53$ (T) $M_{yu} = 0.33$ (T*m) $M_{zu} = -0.11$ (T*m) $M_u = 0.35$ (T*m)

$U = 0.63$

Coefficiente de seguridad:

U, M_u , P_u - Resistencia requerida

$\phi * S_n / U = 1.26 > 1.00$

$\phi * M_n / M_u = 77.43 > 1.00$

$$\phi * P_n/P_u = 1.26 > 1.00$$

$$\phi * S_n = 0.80$$

$$\phi * M_n = 26.76 \text{ (T*m)}$$

$$\phi * P_n = 364.43 \text{ (T)}$$

2.6.1.1 Análisis detallado-Dirección Y:

2.6.1.1.1 Esfuerzo crítico

$$P_c = 1491.97 \text{ (T)} \quad (6.6.4.4.2)$$

$$k * l_u = 3.750 \text{ (m)}$$

$$EI = 2125.800 \text{ (T*m}^2\text{)} \quad (6.6.4.4.4b)$$

$$\beta_d = 1.00$$

$$E_c = 251329.54 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$E_s = 2039432.43 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$I_g = 520833.33 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_{se} = 8010.03 \text{ (cm}^4\text{)}$$

2.6.1.1.2 Análisis de la esbeltez

Estructura intraslacional

$$l_u \text{ (m)}$$

k

$$k * l_u \text{ (m)}$$

$$3.750$$

1.00

$$3.750$$

$$k * l_{uy}/r_y = 25.98 < 33.13$$

Columna poco esbelta (6.2.5b)(6.2.5c)

2.6.1.1.3 Análisis de pandeo

$$M_A = 0.04 \text{ (T*m)}$$

$$M_B = 0.52 \text{ (T*m)}$$

$$M_C = 0.33 \text{ (T*m)}$$

Caso: sección en el medio del pilar, Esbeltez no considerada

$$M = 0.33 \text{ (T*m)}$$

$$M_c = M = 0.33 \text{ (T*m)}$$

2.6.1.2 Análisis detallado-Dirección Z:

$$M_A = 0.38 \text{ (T*m)}$$

$$M_B = -0.43 \text{ (T*m)}$$

$$M_C = -0.11 \text{ (T*m)}$$

Caso: sección en el medio del pilar, Esbeltez no considerada

$$M = -0.11 \text{ (T*m)}$$

$$M_c = M = -0.11 \text{ (T*m)}$$

2.7 Armadura:

Sección de armado:

Armadura mínima (requisito normativo):

Armadura máxima (requisito normativo):

25.92 (cm²) 1.037 (%)

25.00 (cm²) 1.000 (%)

200.00 (cm²) 8.000 (%)

Barras principales (Grade 420):

• 8 ϕ 10 l = 3.710 (m)

• 4 ϕ 25 l = 3.710 (m)

Armaduras transversales (Grade 420):

Estribos 25 ϕ 10 l = 1.756 (m)

50 ϕ 10 l = 1.226 (m)

3 Cuantitativo:

- Volumen del hormigón = 0.813 (m³)
- Superficie de encofrado = 6.500 (m²)
- Acero Grade 420
 - Peso total = 140.41 (kgf)

- Densidad = 172.81 (kgf/m³)
- Diámetro medio = 0.5 (in)
- Especificación de las armaduras:

Diámetro	Longitud (m)	Peso (kgf)	Número (piezas)	Peso total (kgf)
10	1.226	0.76	50	37.82
10	1.756	1.08	25	27.08
10	3.710	2.29	8	18.31
25	3.710	14.30	4	57.20

MEMORIA DE CALCULO DE UNA MURO CORTANTE

1 Nivel:

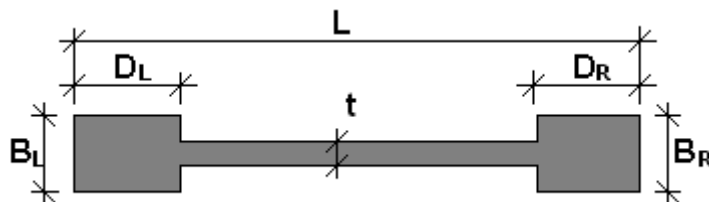
- Tesis: **Diseño estructural sismorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM, Juliaca – Puno, 2021**
- Cota de nivel : 0.000 (m)
- Resistencia al fuego : 0 (h)
- Tipo de ambiente : no agresivo

2 Muro: Muro Cortante

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón : $f_c' = 280.42$ (kgf/cm²) Densidad = 2400.00 (kgf/m³)
- Armaduras longitudinales : tipo Grade 420 $f_e = 4282.81$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : tipo Grade 420 $f_e = 4282.81$ (kgf/cm²)

2.2 Geometría:



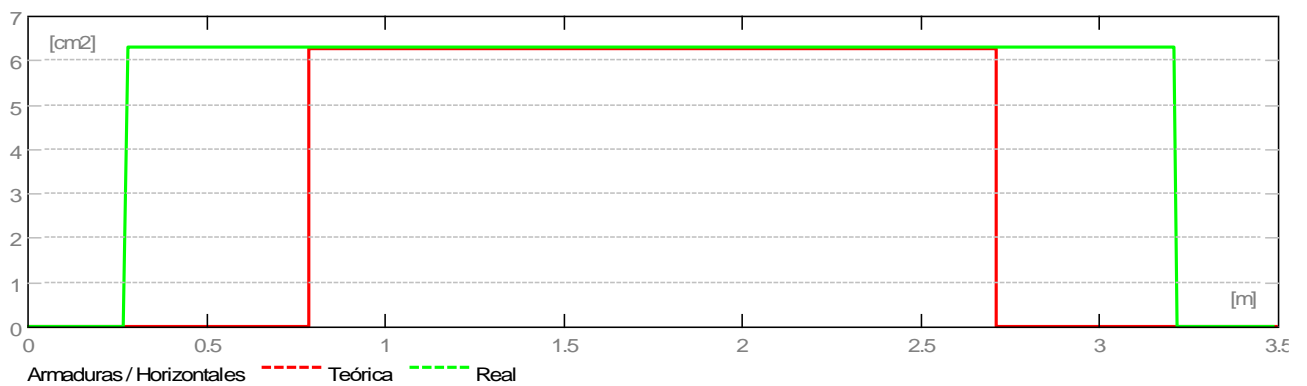
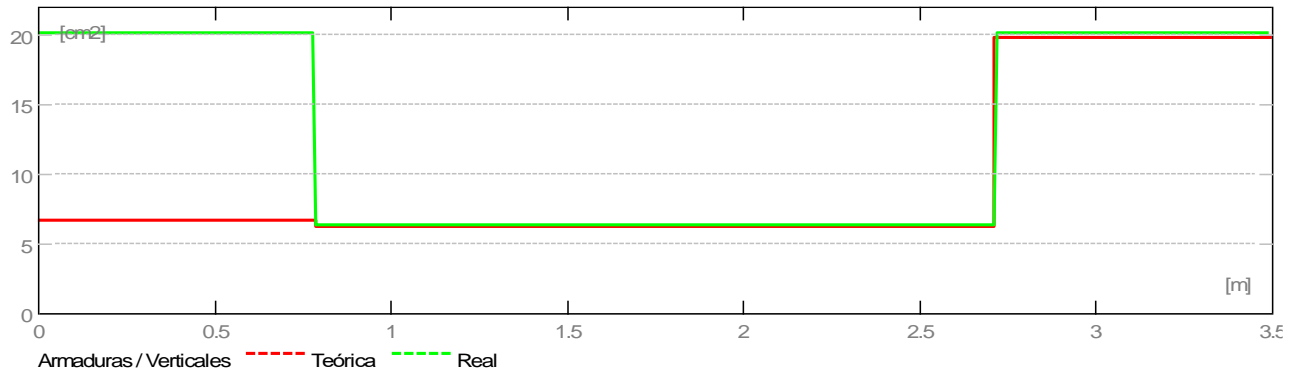
Altura:	3.750 (m)
Longitud:	3.500 (m)
Espesor:	25.00 (cm)
Elementos de borde:	
BL:	25.00 (cm)
DL:	78.75 (cm)
BR:	25.00 (cm)
DR:	78.75 (cm)

2.3 Opciones de cálculo:

Cálculos según la norma: ACI 318M-14
 Recubrimiento de la armadura: 4.00 (cm)

2.4 Resultados de los cálculos:

2.4.1 Diagramas



2.4.2 Resultados teóricos - detalles:

2.4.2.1 Combinaciones

2.4.2.1.1 Solicitaciones ELU

ELU.1 - 1.40(PP+CM)+1.7CV/
ELU.2 - 1.25(PP+CM+CV)+SX/
ELU.3 - 1.25(PP+CM+CV)-SX/
ELU.4 - 1.25(PP+CM+CV)+SY/
ELU.5 - 1.25(PP+CM+CV)-SY/
ELU.6 - 0.90(PP+CM)+SX/
ELU.7 - 0.90(PP+CM)-SX/
ELU.8 - 0.90(PP+CM)+SY/
ELU.9 - 0.90(PP+CM)-SY/

2.4.2.2 Cizallamiento

Combinación dimensionante:: ELU.7

$$\underline{V_u = -56.05 \text{ (T)}}$$

$$\underline{M_u = -269.03 \text{ (T}\cdot\text{m)}}$$

$$\underline{N_u = 23.75 \text{ (T)}}$$

$$A_{cv} = 0.875 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$V_{c1} = 105.82 \text{ (T)} \quad (11.5.4.6)(d)$$

$$V_{c2} = 66.03 \text{ (T)} \quad (11.5.4.6)(e)$$

$$V_c = \min(V_{c1}; V_{c2})$$

$$V_c = 66.03 \text{ (T)}$$

$$\phi = 0.75$$

$V_u > \phi V_c$
 $56.55 (T) > 49.52 (T)$
 \Rightarrow La armadura de cortante es necesaria (11.5.4.8)

Armadura horizontal de cortante
 $\rho_t \min = 0.0025$ (11.6.2)
 $\rho_t = \max(\rho_t, \rho_t \min) = 0.0025$ (11.5.4.8)

Armadura vertical de cortante
 $\rho_l = 0.0025$ (11.6.2)

2.4.2.3 Compresión/flexión

Borde izquierdo:
 Combinación dimensionante:: ELU.6
 $M_u = 294.32 (T \cdot m)$
 $N_u = 136.58 (T)$

$A_{sL} = 6.67 (cm^2)$

Borde derecho:
 Combinación dimensionante:: ELU.7
 $M_u = -269.03 (T \cdot m)$
 $N_u = 23.75 (T)$

$A_{sR} = 19.78 (cm^2)$

2.5 Armadura:

2.5.1 Armaduras distribuidas

Tipo	Número	Acero	Diámetro	A (m)	B (m)	C (m)	Separación (m)
Armadura vertical	16	Grade 420	0.4	3.670	0.000	0.000	0.250
Armadura horizontal	30	Grade 420	0.4	2.917	0.000	0.000	0.250

2.5.2 Armadura de borde

Borde izquierdo:

Tipo	Número	Acero	Diámetro	A (m)	B (m)	C (m)	Separación (m)
rectas	10	Grade 420	0.6	3.670	0.000	0.000	-
Horquillas	15	Grade 420	0.4	0.000	0.158	0.000	0.250
Armadura horizontal	15	Grade 420	0.4	0.000	0.158	0.696	0.250

Borde derecho:

Tipo	Número	Acero	Diámetro	A (m)	B (m)	C (m)	Separación (m)
rectas	10	Grade 420	0.6	3.670	0.000	0.000	-
Horquillas	15	Grade 420	0.4	0.000	0.158	0.000	0.250
Armadura horizontal	15	Grade 420	0.4	0.000	0.158	0.696	0.250

3 Cuantitativo:

- Volumen del hormigón = 3.281 (m³)
- Superficie de encofrado = 28.125 (m²)
- Acero Grade 420
- Peso total = 245.64 (kgf)
- **Lista según diámetros:**

Diámetro (m)	Longitud (m)	Peso (kgf)	Número (piezas)	Peso total (kgf)
--------------	--------------	------------	-----------------	------------------

10	0.316	0.20	30	5.85
10	1.823	1.12	30	33.72
10	2.917	1.80	30	53.96
10	3.670	2.26	16	36.22
16	3.670	5.79	20	115.89

1. Losa de cimentación

1.1. Armadura:

- Tipo : Losa de hormigón armado
- Dirección armaduras principales : 0°
- Clase de armaduras principales : Grade 520; resistencia característica = 5302.52 kgf/cm²
- Diámetro de las barras inferiores d1 = 1.00 (cm) d2 = 1.00 (cm)
superiores d1 = 1.00 (cm) d2 = 1.00 (cm)
- Recubrimiento de la armadura inferior c1 = 2.00 (cm)
superior c2 = 2.00 (cm)

1.2. Hormigón:

- Clase : Concreto 280; resistencia característica = 280.42 kgf/cm²
- Densidad : 2400.00 (kgf/m³)

1.3. hipótesis

- Cálculos para la armadura requerida según : ACI 318M-14
- Cálculos para la armadura proporcionada según : ACI 318M-14
- Método de cálculo de la sección de armadura : Analítica
- Verificación del punzonamiento : sí
- Tipo de cálculos : compresión/tracción

1.4. Geometría de la losa de cimentación

Espesor 0.800 (m)

Contorno:

borde	inicio		fin		longitud (m)
	x1	y1	x2	y2	
1	0.000	-30.000	15.000	-30.000	15.000
2	15.000	-30.000	15.000	0.000	30.000
3	15.000	0.000	0.000	0.000	15.000
4	0.000	0.000	0.000	-30.000	30.000

Apoyo:

n°	Nombre	dimensiones (m)	coordenadas		borde
			x	y	
1	puntual	0.500 / 0.500	5.700	-24.000	—
3	puntual	0.500 / 0.500	10.300	-24.000	—
5	puntual	0.500 / 0.500	5.700	-18.000	—
11	puntual	0.500 / 0.500	10.300	-18.000	—
13	puntual	0.500 / 0.500	5.700	-12.000	—
15	puntual	0.500 / 0.500	10.300	-12.000	—

20	puntual	0.500 / 0.350	10.300	-29.750	—
22	puntual	0.350 / 0.500	14.750	-24.000	—
24	puntual	0.350 / 0.500	1.250	-0.175	—
26	puntual	0.350 / 0.600	1.300	-24.000	—
28	puntual	0.350 / 0.500	14.750	-6.000	—
30	puntual	0.500 / 0.500	5.700	-6.000	—
31	puntual	0.500 / 0.500	10.300	-6.000	—
70	puntual	0.500 / 0.350	5.700	-29.750	—
0	lineal	2.400 / 0.250	14.875	-13.200	—
0	lineal	0.250 / 4.000	12.875	-12.000	—
0	lineal	3.000 / 0.250	14.875	-10.500	—
0	lineal	3.500 / 0.250	14.875	-28.125	—
0	lineal	0.250 / 3.000	13.375	-29.875	—
0	lineal	4.000 / 0.250	14.875	-2.125	—
0	lineal	0.250 / 2.000	13.875	-0.125	—
0	lineal	0.250 / 3.000	2.625	-29.875	—
0	lineal	2.000 / 0.250	1.125	-28.875	—
0	lineal	3.000 / 0.250	14.875	-19.500	—
0	lineal	0.250 / 4.000	12.875	-18.000	—
0	lineal	0.250 / 3.000	2.625	-18.000	—
0	lineal	2.000 / 0.250	1.125	-19.000	—
0	lineal	0.250 / 3.000	2.625	-12.000	—
0	lineal	2.000 / 0.250	1.125	-11.000	—
0	lineal	0.250 / 1.500	5.075	-0.125	—
0	lineal	0.250 / 1.500	9.675	-0.125	—
0	lineal	0.150 / 1.500	8.050	-17.950	—
0	lineal	1.500 / 0.150	7.300	-17.200	—
0	lineal	1.500 / 0.150	8.800	-17.200	—
0	lineal	0.150 / 1.500	8.050	-12.050	—
0	lineal	1.500 / 0.150	7.300	-12.800	—
0	lineal	1.500 / 0.150	8.800	-12.800	—
0	lineal	0.250 / 3.000	7.900	-29.875	—
0	lineal	1.500 / 0.250	1.125	-5.375	—
0	lineal	0.250 / 3.125	2.563	-14.875	—

* - presencia del capitel

1.5. Resultados de los cálculos:

1.5.1. Esfuerzos máx. + armadura

	Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)
Armadura real (cm2/m):	0.00 1.75	1.75	0.00
Armadura teórica modificada (cm2/m):	0.00 0.00	0.00	0.00
Armadura teórica inicial (cm2/m):	0.00 0.00	0.00	0.00
Coordenadas (m):	14.875;-29.875 14.875;-29.875	14.875;-29.875	14.875;-29.875

1.5.2. Esfuerzos máx. + armadura

Ax(+) Ay(-)	Ax(-)	Ay(+)
------------------------------	--------------	--------------

Símbolos: sección teórica/sección real			
Ax(+) (cm2/m)	0.00/0.00 0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Ax(-) (cm2/m)	0.00/1.75 0.00/1.75	0.00/1.75	0.00/1.75
Ay(+) (cm2/m)	0.00/0.00 0.00/0.00	0.00/0.00	0.00/0.00
Ay(-) (cm2/m)	0.00/1.75 0.00/1.75	0.00/1.75	0.00/1.75
ELS			
Mxx (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Myy (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Mxy (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nxx (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nyy (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nxy (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
ELU			
Mxx (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Myy (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Mxy (T*m/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nxx (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nyy (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Nxy (T/m)	0.00 0.00	0.00	0.00
Coordenadas (m)	14.875;-29.875 14.875;-29.875	14.875;-29.875	14.875;-29.875
Coordenadas* (m)	0.000;0.000;0.000 0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000	0.000;0.000;0.000

* - Coordenadas en el sistema global de la estructura

1.5.3. Cizalla bidireccional

Apoyo n.º / Punto	Posición (m)			Geometría: (m)			
	x	y		a	b	d	h
S1	5.700	-24.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S2	10.300	-24.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S3	5.700	-18.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S4	10.300	-18.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S5	5.700	-12.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S6	10.300	-12.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S7	10.300	-29.750	pilar	0.500	0.350	-	-
S8	14.750	-24.000	pilar	0.350	0.500	-	-
S9	1.250	-0.175	pilar	0.350	0.500	-	-
S10	1.300	-24.000	pilar	0.350	0.600	-	-
S11	14.750	-6.000	pilar	0.350	0.500	-	-
S12	5.700	-6.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S13	10.300	-6.000	pilar	0.500	0.500	-	-
S14	5.700	-29.750	pilar	0.500	0.350	-	-
Apoyo n.º / Punto	Cargas: (T)		Perímetro de sección crítica (m)				
	Vu	$\phi \cdot V_n$	bo		$\phi \cdot V_n / V_u$		
S1	316.23	517.70	5.080		1.64 > 1		

S2	265.95	517.70	5.080	1.95 > 1
S3	182.80	517.70	5.080	2.83 > 1
S4	149.24	517.70	5.080	3.47 > 1
S5	180.05	517.70	5.080	2.88 > 1
S6	136.15	517.70	5.080	3.80 > 1
S7	72.95	294.52	2.890	4.04 > 1
S8	89.76	294.52	2.890	3.28 > 1
S9	23.05	279.23	2.740	12.12 > 1
S10	170.01	507.51	4.980	2.99 > 1
S11	76.30	294.52	2.890	3.86 > 1
S12	324.70	517.70	5.080	1.59 > 1
S13	337.20	517.70	5.080	1.54 > 1
S14	68.98	294.52	2.890	4.27 > 1

Resultados previstos OK si $\phi \cdot v_n \geq v_u$ o $\phi \cdot v_{nr} \geq v_{ur}$

v_u , v_n - Tensión de una sección transversal calculada sin tener en cuenta la armadura de punzonamiento

v_{ur} , v_{nr} - Tensión de una sección transversal calculada teniendo en cuenta la armadura de punzonamiento

Apoyo n.º Punto: S1

$V = 310.56$ (T)
 $M_{scx} = -1.18$ (T*m)
 $M_{scy} = 5.37$ (T*m)
 $A = 3.912$ (m²)
 $\gamma_{fx} = 0.40$
 $\gamma_{fy} = 0.40$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.64$
 $C_{minx} = -0.63$
 $C_{miny} = -0.64$
 $J_x = 114813609.17$ (cm⁴)
 $J_y = 114813609.17$ (cm⁴)
 $\beta_c = 1.00$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.51$
 $h_{eff} = 77.00$ (cm)
 $\phi \cdot v_n = 13.23$ (kgf/cm²)
 $v_u = 8.08$ (kgf/cm²)
 $A = 3.912$ (m²)

Apoyo n.º Punto: S2

$V = 263.17$ (T)
 $M_{scx} = -2.04$ (T*m)
 $M_{scy} = -1.17$ (T*m)
 $A = 3.912$ (m²)
 $\gamma_{fx} = 0.40$
 $\gamma_{fy} = 0.40$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.64$
 $C_{minx} = -0.63$
 $C_{miny} = -0.64$
 $J_x = 114813609.17$ (cm⁴)
 $J_y = 114813609.17$ (cm⁴)
 $\beta_c = 1.00$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$

$\phi = 0.75$
 $S1 = 0.51$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 6.80 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$

Apoyo n.º Punto: S3

$V = 167.11 \text{ (T)}$
 $Mscx = -11.35 \text{ (T}^*\text{m)}$
 $Mscy = 6.78 \text{ (T}^*\text{m)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$
 $\gamma_{fx} = 0.40$
 $\gamma_{fy} = 0.40$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.64$
 $C_{minx} = -0.63$
 $C_{miny} = -0.64$
 $Jx = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $Jy = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $\beta_c = 1.00$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$
 $\phi = 0.75$
 $S1 = 0.51$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 4.67 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$

Apoyo n.º Punto: S4

$V = 136.22 \text{ (T)}$
 $Mscx = -8.72 \text{ (T}^*\text{m)}$
 $Mscy = -6.34 \text{ (T}^*\text{m)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$
 $\gamma_{fx} = 0.40$
 $\gamma_{fy} = 0.40$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.64$
 $C_{minx} = -0.63$
 $C_{miny} = -0.64$
 $Jx = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $Jy = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $\beta_c = 1.00$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$
 $\phi = 0.75$
 $S1 = 0.51$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 3.82 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$

Apoyo n.º Punto: S5

$V = 168.39 \text{ (T)}$
 $Mscx = 5.16 \text{ (T}^*\text{m)}$
 $Mscy = 8.31 \text{ (T}^*\text{m)}$

A = 3.912 (m²)
 γ_{fx} = 0.40
 γ_{fy} = 0.40
C_{maxx} = 0.64
C_{maxy} = 0.64
C_{minx} = -0.63
C_{miny} = -0.64
J_x = 114813609.17 (cm⁴)
J_y = 114813609.17 (cm⁴)
 β_c = 1.00
 λ = 1.00
 α_s = 40.00
 ϕ = 0.75
S₁ = 0.51
heff = 77.00 (cm)
 $\phi \cdot v_n$ = **13.23 (kgf/cm²)**
 v_u = **4.60 (kgf/cm²)**
A = 3.912 (m²)

Apoyo n.º Punto: S6

V = 127.75 (T)
M_{scx} = 4.59 (T*m)
M_{scy} = -5.12 (T*m)
A = 3.912 (m²)
 γ_{fx} = 0.40
 γ_{fy} = 0.40
C_{maxx} = 0.64
C_{maxy} = 0.64
C_{minx} = -0.63
C_{miny} = -0.64
J_x = 114813609.17 (cm⁴)
J_y = 114813609.17 (cm⁴)
 β_c = 1.00
 λ = 1.00
 α_s = 40.00
 ϕ = 0.75
S₁ = 0.51
heff = 77.00 (cm)
 $\phi \cdot v_n$ = **13.23 (kgf/cm²)**
 v_u = **3.48 (kgf/cm²)**
A = 3.912 (m²)

Apoyo n.º Punto: S7

V = 59.43 (T)
M_{scx} = 15.44 (T*m)
M_{scy} = 0.18 (T*m)
A = 2.225 (m²)
 γ_{fx} = 0.37
 γ_{fy} = 0.43
C_{maxx} = 0.56
C_{maxy} = 0.27
C_{minx} = -0.56
C_{miny} = -0.61
J_x = 25971487.05 (cm⁴)
J_y = 56016473.33 (cm⁴)
 β_c = 1.43
 λ = 1.00

$\alpha_s = 20.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.41$
 $heff = 77.00$ (cm)
 $\phi \cdot v_n = 13.23$ (kgf/cm²)
 $v_u = 3.28$ (kgf/cm²)
 $A = 2.225$ (m²)

Apoyo n.º Punto: S8

$V = 77.75$ (T)
 $M_{scx} = 3.48$ (T*m)
 $M_{scy} = -10.06$ (T*m)
 $A = 2.225$ (m²)
 $\gamma_{fx} = 0.43$
 $\gamma_{fy} = 0.37$
 $C_{maxx} = 0.61$
 $C_{maxy} = 0.56$
 $C_{minx} = -0.27$
 $C_{miny} = -0.56$
 $J_x = 56016473.33$ (cm⁴)
 $J_y = 25971487.05$ (cm⁴)
 $\beta_c = 1.43$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 30.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.41$
 $heff = 77.00$ (cm)
 $\phi \cdot v_n = 13.23$ (kgf/cm²)
 $v_u = 4.03$ (kgf/cm²)
 $A = 2.225$ (m²)

Apoyo n.º Punto: S9

$V = 21.04$ (T)
 $M_{scx} = -0.17$ (T*m)
 $M_{scy} = -1.91$ (T*m)
 $A = 2.110$ (m²)
 $\gamma_{fx} = 0.34$
 $\gamma_{fy} = 0.47$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.54$
 $C_{minx} = -0.64$
 $C_{miny} = -0.20$
 $J_x = 17773789.71$ (cm⁴)
 $J_y = 63616469.58$ (cm⁴)
 $\beta_c = 1.43$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 20.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.41$
 $heff = 77.00$ (cm)
 $\phi \cdot v_n = 13.23$ (kgf/cm²)
 $v_u = 1.09$ (kgf/cm²)
 $A = 2.110$ (m²)

Apoyo n.º Punto: S10

$V = 161.25$ (T)
 $M_{scx} = 2.45$ (T*m)

Mscy = 7.39 (T*m)
A = 3.835 (m2)
 γ_{fx} = 0.38
 γ_{fy} = 0.42
Cmaxx = 0.69
Cmaxy = 0.56
Cminx = -0.68
Cminy = -0.56
Jx = 92715186.67 (cm4)
Jy = 124355128.33 (cm4)
 β_c = 1.71
 λ = 1.00
 α_s = 40.00
 ϕ = 0.75
S1 = 0.37
heff = 77.00 (cm)
 $\phi \cdot v_n$ = **13.23 (kgf/cm2)**
 v_u = **4.43 (kgf/cm2)**
A = 3.835 (m2)

Apoyo n.º Punto: S11

V = 65.88 (T)
Mscx = -3.67 (T*m)
Mscy = -8.01 (T*m)
A = 2.225 (m2)
 γ_{fx} = 0.43
 γ_{fy} = 0.37
Cmaxx = 0.61
Cmaxy = 0.56
Cminx = -0.27
Cminy = -0.56
Jx = 56016473.33 (cm4)
Jy = 25971487.05 (cm4)
 β_c = 1.43
 λ = 1.00
 α_s = 30.00
 ϕ = 0.75
S1 = 0.41
heff = 77.00 (cm)
 $\phi \cdot v_n$ = **13.23 (kgf/cm2)**
 v_u = **3.43 (kgf/cm2)**
A = 2.225 (m2)

Apoyo n.º Punto: S12

V = 318.10 (T)
Mscx = 3.21 (T*m)
Mscy = 4.42 (T*m)
A = 3.912 (m2)
 γ_{fx} = 0.40
 γ_{fy} = 0.40
Cmaxx = 0.64
Cmaxy = 0.64
Cminx = -0.63
Cminy = -0.64
Jx = 114813609.17 (cm4)
Jy = 114813609.17 (cm4)
 β_c = 1.00

$\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.51$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 8.30 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$

Apoyo n.º Punto: S13

$V = 334.69 \text{ (T)}$
 $M_{scx} = 1.54 \text{ (T} \cdot \text{m)}$
 $M_{scy} = -1.36 \text{ (T} \cdot \text{m)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$
 $\gamma_{fx} = 0.40$
 $\gamma_{fy} = 0.40$
 $C_{maxx} = 0.64$
 $C_{maxy} = 0.64$
 $C_{minx} = -0.63$
 $C_{miny} = -0.64$
 $J_x = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $J_y = 114813609.17 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $\beta_c = 1.00$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 40.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.51$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 8.62 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 3.912 \text{ (m}^2\text{)}$

Apoyo n.º Punto: S14

$V = 53.98 \text{ (T)}$
 $M_{scx} = 15.41 \text{ (T} \cdot \text{m)}$
 $M_{scy} = 1.76 \text{ (T} \cdot \text{m)}$
 $A = 2.225 \text{ (m}^2\text{)}$
 $\gamma_{fx} = 0.37$
 $\gamma_{fy} = 0.43$
 $C_{maxx} = 0.56$
 $C_{maxy} = 0.27$
 $C_{minx} = -0.56$
 $C_{miny} = -0.61$
 $J_x = 25971487.05 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $J_y = 56016473.33 \text{ (cm}^4\text{)}$
 $\beta_c = 1.43$
 $\lambda = 1.00$
 $\alpha_s = 20.00$
 $\phi = 0.75$
 $S_1 = 0.41$
 $heff = 77.00 \text{ (cm)}$
 $\phi \cdot v_n = 13.23 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $v_u = 3.10 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$
 $A = 2.225 \text{ (m}^2\text{)}$

2. Cargas:

Caso	Tipo	Lista	Valor
1	peso propio	17A26 28A31 49A52 105A423CA106	
117A122 169A174 33 34 44 46 47 58 59 65 74 86		90 92 100 101 114 115 166 213A216	
221A224 226A814CA98 229A234 278A866CA98		280A285 309A995CA98 311A314	
319A322 327A332 378A383 409A412 219A1003CA196		417A420 425A430 476A481	
507A510 515A518 227 325 513 523A528 574A579		521A815CA98 605A608 613A616	
621A626 672A677 703A706 709 711A714 719A724		770A775 801A804 809A812	
817A822 868A873 889A895CA2 899 901 903 921A935CA2		993A1021CA4	
999A1023CA8 1011 1019		PZ Menos	
2	(EF) uniforme	177 287A875CA98	PZ=-0.65(T/m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.05(T/m)
FZ2=-1.79(T/m)	N1X=0.0(m) N1Y=0.0(m) N1Z=3.750(m)	N2X=3.000(m) N2Y=0.0(m)	N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-1.59(T/m)
FZ2=-0.01(T/m)	N1X=0.0(m) N1Y=2.500(m) N1Z=3.750(m)	N2X=0.0(m) N2Y=0.0(m)	N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-1.87(T/m)
FZ2=-0.14(T/m)	N1X=26.250(m) N1Y=0.0(m) N1Z=3.750(m)	N2X=29.750(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.98(T/m)
FZ2=0.00(T/m)	N1X=29.750(m) N1Y=1.500(m) N1Z=3.750(m)	N2X=29.750(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.01(T/m)
FZ2=-1.59(T/m)	N1X=0.0(m) N1Y=13.750(m) N1Z=3.750(m)	N2X=0.0(m)	N2Y=11.250(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.00(T/m)
FZ2=-0.97(T/m)	N1X=0.0(m) N1Y=13.750(m) N1Z=3.750(m)	N2X=1.500(m)	N2Y=13.750(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.36(T/m)
FZ2=-0.75(T/m)	N1X=9.375(m) N1Y=0.0(m) N1Z=3.750(m)	N2X=11.375(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-2.81(T/m)
FZ2=-0.58(T/m)	N1X=11.875(m) N1Y=3.500(m) N1Z=3.750(m)	N2X=11.875(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-1.49(T/m)
FZ2=-0.37(T/m)	N1X=17.875(m) N1Y=3.500(m) N1Z=3.750(m)	N2X=17.875(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.29(T/m)
FZ2=-0.77(T/m)	N1X=17.875(m) N1Y=0.0(m) N1Z=3.750(m)	N2X=20.375(m)	N2Y=0.0(m) N2Z=3.750(m)
2	(EF) lineal 2p (3D)		FZ1=-0.42(T/m)
FZ2=-1.66(T/m)	N1X=11.875(m) N1Y=13.250(m) N1Z=3.750(m)	N2X=11.875(m)	N2Y=11.250(m) N2Z=3.750(m)

Combinación/Componente	Definición
ELS/11	(1+2+3)*1.00
ELU/12	(1+2)*1.40+3*1.70

3. Resultados teóricos - disposiciones de las armaduras

Lista de soluciones:
Armado con barras

Solución n.º	Armaduras Diámetro / Peso	Peso total (kgf)
1	-	1233.50
2	-	1659.05

3	-	1659.05
4	-	2084.61
5	-	2195.62
6	-	3157.75

Resultados para la solución n.º 1
Zonas de armadura

Armadura inferior

Nombre adoptadas	coordenadas				Armaduras Ar ϕ (in) / (cm)	
	At	x1	y1	x2		
1/1- Ax Principal <	0.000 1.75	-30.000	15.000	0.000	0.4 / 45.00	0.00
1/2- Ay Perpendicular <	0.000 1.75	-30.000	15.000	0.000	0.4 / 45.00	0.00

Armadura superior

Nombre adoptadas	coordenadas				Armaduras Ar
	At	x1	y1	x2	

4. Cuantitativo

- Volumen del hormigón = 360.000 (m3)
- Superficie de encofrado = 450.000 (m2)
- circunferencia de la losa = 90.000 (m)
- Superficie de los huecos = 0.000 (m2)

- Acero Grade 520
- Peso total = 1287.07 (kgf)
- Densidad = 3.58 (kgf/m3)
- Diámetro medio = 0.4 (in)
- Lista según diámetros:

Diámetro	Longitud (m)	Número de elementos idénticos:
10	7.675	202
10	7.880	68

ANEXO N° 09

Porcentaje de Turnitin

The screenshot displays the Turnitin Feedback Studio interface. The main document area shows the following information:

- UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**
- FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**
- ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**
- Diseño estructural sísmorresistente de una edificación multifamiliar de ocho niveles aplicando la metodología BIM Juliaca-Puno, 2021**
- REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**
- AUTOR:** Pancca Rojo, Mónica E1628581 | <https://orcid.org/0000-0003-2441-1530>
- ASESOR:** Mg. Ing. Villegas Martínez, Carlos Alberto | <https://orcid.org/0000-0002-4526-8806>
- LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Diseño Sísmico y Estructural
- LMA - PERU 2021**

On the right side, the 'Resumen de coincidencias' (Summary of Similarities) panel shows a similarity score of **21 %**. Below the score, it lists the sources of the matches:

Rank	Source	Percentage
1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	5 %
2	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	3 %
3	www.repositorio.uancv... Fuente de Internet	2 %
4	Entregado a Universida... Trabajo del estudiante	1 %
5	repositorio.ujcm.edu.pe Fuente de Internet	1 %