



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**Implementación De La Metodología BIM En El Diseño
Estructural Sismorresistente En La Construcción Del
Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERA CIVIL

AUTORAS:

Colonia Vitorio, Yesenia Rocio (ORCID: 0000-0002-5288-3162)

Valentin Duran, Synthia Andrea (ORCID: 0000-0001-6735-1807)

ASESOR:

Mg. Castañeda Sanchez, Willy (ORCID: 0000-0002-4421-4778)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

HUARAZ – PERÚ

2020

Dedicatoria

Este Trabajo de Investigación se lo dedicamos a Dios por ser Él, que nos inspira y nos motiva cada día, siendo fuente de bendición, sabiduría y éxito en nuestras vidas. También se lo dedicamos a nuestros padres y hermanos que nos brindaron apoyo, confianza y consejos. Que nos permitieron llegar a realizar este proyecto.

Agradecimiento

Con mucha devoción agradecemos a Dios por permitirnos vivir esta etapa de nuestra formación profesional y darnos sabiduría y fortaleza ante las adversidades. A nuestros padres y hermanos por apoyarnos e impulsarnos a continuar en todo momento. Finalmente, a la Universidad por brindarnos docentes calificados que nos comparten conocimientos que hoy ponemos en práctica.

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	12
3.2. Variables y operacionalización	12
3.3. Población Y Muestreo	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimiento.....	14
3.6. Método de análisis de datos.....	15
3.7. Aspectos éticos	15
IV. RESULTADOS.....	17
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES.....	60
VII. RECOMENDACIONES	62
REFERENCIAS.....	63
ANEXOS	69

Índice de tablas

Tabla 1:Predimensionamiento de vigas	26
Tabla 2:Predimensionamiento de columnas.....	27
Tabla 3:Factores de zona "Z"	28
Tabla 4:Periodo fundamental y factor de ampliación.....	29
Tabla 5:Cálculo de la rigidez lateral promedio.....	31
Tabla 6:Cálculo para la verificación de irregularidad de masa o peso.	32
Tabla 7:Cálculo de las irregularidades en esquina entrante.....	33
Tabla 8:Discontinuidad de diafragma.	34
Tabla 9:Carga viva por niveles y uso.	38
Tabla 10:Resumen del peso total del edificio.....	38
Tabla 11: Irregularidad estructural en altura y planta.	40
Tabla 12:Distribución de la fuerza sísmica en la altura(Fi) Eje XX.	42
Tabla 13:Distribucion de la fuerza sísmica en la altura(Fi) Eje YY.	43
Tabla 14:Aceleracion Espectral para diferentes periodos.	46
Tabla 15:Cuadro de resultados de las fuerzas dinámicas dirección XX.....	50
Tabla 16:Cuadro de resultados de las fuerzas dinámicas dirección YY.....	50
Tabla 17:Modos y periodos en XX (Extraído del Robot Structural).	51
Tabla 18:Modos y periodos en YY (Extraído del Robot Structural).	52
Tabla 19:Desplazamiento máximos dirección XX (Obtenidos del Robot Structural 2021).	53
Tabla 20:Desplazamientos maximos direccion YY (valores obtenidos del Robot Structural 2021).....	53
Tabla 21:Factores de irregularidad torsional direccion XX.	54
Tabla 22:Factores de irregularidad torsional direccion YY.	54

Índice de figuras

Figura 1.Plano en planta del primer nivel del modelo arquitectónico en la plataforma Revit -2019.....	17
Figura 2.Modelo arquitectónico del edificio Revit - 2019.Vista isométrica	18
Figura 3.Modelado arquitectónico del edificio Revit-2019.Vista frontal.	18
Figura 4.Modelo de presentación preliminar del proyecto arquitectónico.	19
Figura 6: modelo arquitectónico y estructural del edificio. Vinculación a través de las disciplinas. Para manipulación directa en los cambios futuros y revelación de interferencias. Fuente: propia.	20
Figura 5.Modelo arquitectónico y estructural del edificio. Vinculación entre ambas disciplinas. Para manipulación directa en los cambios futuros y revelación de interferencias. Fuente: propia.	20
Figura 7: modelo y análisis dinámico estructural con una deformada al cuarto modo importado desde Revit-2019 al Robot Estructural.	21
Figura 8: Plano de Ubicación del lote para la proyección del edificio.....	22
Figura 9: Arquitectura fachada principal Fuente: propia.	23
Figura 10: Arquitectura elevación principal. Fuente: propia.	23
Figura 11: Plano arquitectónico en planta del segundo nivel	24
Figura 12: Modelamiento en Software Revit Structural 2019.....	36
Figura 13: Modelamiento en Software Robot Structural 2021. Fuente: Propia.....	37
Figura 14: Distribución de las fuerzas laterales XX.Fuente: Robot Structural 2021	43
Figura 15: Distribución de las fuerzas laterales YY. Fuente: Robot Structural 2021.	44
Figura 16: Espectro de diseño dirección X-X. Fuente: Base de datos del propio investigador.	47
Figura 17: Espectro de diseño dirección Y-Y. Fuente: Base de datos del propio investigador.	47
Figura 18: Cuadro de definición del espectro de diseño para el análisis dinámico espectral Dirección-X. Fuente: Base de datos del propio investigador.	48
Figura 19.Cuadro de definición del espectro de diseño para el análisis dinámico espectral .Dirección Y. Fuente: Base de datos del propio investigador.	49

Resumen

La presente investigación, comprende en el desarrollo del Diseño Sismorresistentes de una vivienda multifamiliar con un sótano, un semisótano y de cinco niveles bajo la metodología BIM, ubicada en el distrito de Huaraz, provincia de Huaraz, Ancash.

Las características del suelo de proyección, según el estudio de mecánica de suelos, es: SC (Arena Arcillosa con Grava) y una capacidad portante de 1.21kg/cm²; que según la clasificación de la norma E.030 este proyecto se encuentra sobre un suelo tipo S2.

El proyecto cuenta con sistema dual en ambas direcciones, el tipo de losa considerado es un aligerado armado en dos direcciones de 25 cm de espesor.

El proyecto se realizó con la interacción de dos softwares BIM de Revit y Robot Structural.

El proyecto primeramente se modeló en el programa Revit, donde se obtuvo el modelo analítico con sus respectivas cargas; dicho modelo se exportó al programa Robot Structural, para el Diseño Sismorresistente. Al momento de realizar cambios en los elementos para cumplir los desplazamientos relativos según la norma E030-2018, se modificaba en el software Revit Structural para su respectiva actualización en el programa Robot Structural. Para así finalmente realizar eficazmente el Diseño Sísmico de la edificación multifamiliar en proyecto.

Palabras clave: Metodología BIM, Softwares BIM, Diseño Sismorresistente, Predimensionamiento.

Abstract

The present investigation, includes in the development of the Seismic resistant Design of a multifamily house with a basement, a semi-basement and five levels under the BIM methodology, located in the Huaraz district, Huaraz province, Ancash.

The characteristics of the projection soil, according to the study of soil mechanics, is SC (Loamy Sand with Gravel) and a bearing capacity of 1.21kg / cm²; that according to the classification of the E.030 standard this project is on a S2 type floor.

The project has a dual system in both directions, the type of slab considered is a lightweight reinforced in two directions, 25 cm thick.

The project was carried out with the interaction of two BIM software from Revit and Robot Structural.

The project was first modeled in the Revit program, where the analytical model with its respective loads was obtained; this model was exported to the Robot Structural program, for Seismic-resistant Design. At the time of making changes in the elements to comply with the relative displacements according to the E030-2018 standard, it was modified in the Revit Structure software for its respective update in the Robot Structural program. In order to finally carry out the Seismic Design of the multi-family building in project effectively.

Keywords: BIM Methodology, BIM Softwares, Earthquake Resistant Design, Pre-dimensioning.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, los proyectos civiles donde se implemente la Metodología BIM, para obtener mejores resultados son realmente escasos, pero cada día más se explora esta opción añadiendo esta metodología, donde se desarrolla modelos que facilitan la visión de los proyectos, haciendo que los profesionales involucrados puedan interactuar virtualmente, para desarrollar, innovar y corregir un proyecto de inicio a fin, es decir, estar presentes en todas las etapas y ser capaces de absolver todos los errores antes de la etapa de ejecución.

En el Perú se construye de forma informal e irresponsable tanto en proyectos de edificación pública y privada, tales procesos dan como resultado un inadecuado proceso constructivo, dando lugar a que las edificaciones presenten vulnerabilidad sísmica. En gran parte de nuestro territorio peruano se exonera estudios previos, ocasionado posteriormente pérdida de vidas humanas ante eventos sísmicos, por el derrumbe de elementos estructurales y no estructurales del edificio, siendo este la situación relevante que nos impulsa a implementar una cultura de construcción de edificaciones con un buen diseño sismorresistente.

En muchos casos no se da la debida importancia en la fase de diseño, al realizar la estructuración, predimensionamiento y diseño de cada elemento estructural, realizándolos sin criterio y sin tomar en cuenta las Normas Técnicas Peruanas para realizar un buen diseño estructural sismorresistente en esta etapa. Para ello se verificaron las fases de planificación y diseño donde podremos observar errores en los planos como acto previo para erradicar fallas e imperfecciones extras tanto en el presupuesto y tiempo total del proyecto, produciendo también debilidades estructurales ante los eventos sísmicos y aumentando en gran manera la probabilidad de fallo de estructuras (Loa, Muñoz y Santa, 2017, p.34).

Por ello se afirma que un limitado análisis estructural sismorresistente puede ocasionar y afecte de manera paulatina al debilitamiento de las estructuras ante las fuerzas laterales, el cual trae consecuencias tales como pérdidas humanas y económicas; este hecho es notado debido a que nos encontramos dentro de los países que conforman el cinturón de fuego que es una zona de subducción

más notable del mundo, el cual provoca un intenso movimiento sísmico en las zonas que comprende.

Como base surge la necesidad de diseñar nuevas edificaciones apostando por un buen proceso constructivo con una mejor coordinación entre los diseños estructurales, arquitectónicos, eléctricas, sanitarias estos van cambiando cuando la complejidad del diseño cambia y se debe a las exigencias del usuario por el cual se ve reflejado en entregables deficientes por ende se buscó modernizar estas necesidades juntamente con la Metodología BIM y softwares que sean de uso gubernamental obligatorio, evitando de esta manera retrasos de obra, que van a contraer costo social, aplazamiento de tiempo y posibles errores sismorresistentes de la vivienda, siendo planificado con tiempo y anticipadamente. (Briceño, 2017, p.16)

Para el desarrollo de nuestra investigación se formuló la siguiente interrogante: ¿Cómo la metodología BIM presenta las características y desarrollo del diseño estructural sismorresistente en la construcción del edificio multifamiliar en Huaraz, Ancash 2020?

De la misma manera presentaremos las razones de la elaboración de nuestro proyecto de investigación, tomando en cuenta dos aspectos; para el proceso de nuestra investigación se tuvo en cuenta **la Justificación en el aspecto técnico**, En la construcción de edificaciones como los centros comerciales o edificaciones con uso de comercio, se construyen sin tener en cuenta normativas o simplemente son autoconstruidas, sin medir las necesidades del propietario, provocando posteriormente inconvenientes al usuario, algunos de estos errores también son cometidos por Ingenieros Civiles, que evaden criterios a seguir; un buen diseño estructural sismorresistente se logra mediante procedimientos matemáticos e instrumentos computacionales que nos permitirán corregir fallas estructurales.

En esta investigación se mostró un diseño sismorresistente de la edificación en estudio, para aportar con los análisis tanto estático como sísmico, sometidos a un modelamiento BIM donde está incluido la modelación arquitectónica y estructural de la edificación.

La elección del software de diseño y la metodología a aplicar, es de suma relevancia para obtener una edificación eficiente con bajo nivel de vulnerabilidad ante eventos sísmicos. Por ello se utilizó la aplicación de la Metodología BIM (Building information Model) donde se dio un intercambio de información digital para que de esta manera se pueda mostrar en momento real los errores que pueden ocasionar algunos criterios y la calidad de corregirlos en la etapa de diseño, accediendo en cualquier momento con suma facilidad el insertar, extraer, actualizar o modificar el diseño e información sin existir la pérdida de los avances del proyecto.

De igual manera la **Justificación en el aspecto Social** Siendo una parte fundamental de seguridad y prevención el realizar un buen diseño sismorresistente, esta investigación primordializó este aspecto, implementándose la metodología BIM, para plantear un buen funcionamiento y desempeño ante un evento sísmico y prometer una larga vida útil del edificio.

El RNE a través de (Norma E-030, 2016, p.5) nos propone como teoría principal: Ante un evento sísmico asegurar la estabilidad de la edificación y garantizar su funcionabilidad sin presentar riesgos y peligros a los usuarios.

Siendo el Perú uno de los países latinoamericanos donde se presenta con mayor porcentaje la autoconstrucción evitando aspectos establecidos en NTP de Diseño Sismorresistente, presentándose daños estructurales, muchos de ellos irreparables, ante eventos sísmicos, la solución es crear simulaciones virtuales donde se pueda observar los posibles aspectos que permitan fallar a las estructuras; en cuanto a su uso de diversos softwares para realizar modelamientos, la Metodología BIM no se muestra como compleja, sino más bien de manera accesible para todos y su inconveniencia hacia nosotros radica en que, como interesados no estamos dispuestos a adoptar los criterios de trabajo que nos presenta la metodología BIM y despojarnos de costumbres que practicamos a través de los años con experiencia y fallas cometidos.

La empleabilidad de un modelado BIM, permite observar de manera global los aspectos de una obra, donde se puede mantener un mayor control y una mejor planificación del proyecto, ayudando a la reducción de recursos, disminuyendo

el tiempo que nos toma en realizar ciertas actividades, haciéndolo importante ante el diseño de edificaciones.

Para el proceso de la investigación, La ejecución del Diseño Sismorresistente Implementando la Metodología BIM y basado en el software Robot Estructural, Determinara la efectividad del comportamiento sismorresistente del Edificio Multifamiliar en Huaraz-Ancash. Siendo este el planteamiento de la **Hipótesis** de la presente tesis.

Así también Nos planteamos como **Objetivo General**: Desarrollar un Diseño Sismorresistente del proyecto de edificación en estudio, implementando la metodología BIM, ubicada en el distrito de Huaraz, Ancash. Y como **Objetivos Específicos** consideramos: Identificar el peligro sísmico, categoría, sistema estructural y regularidad de la edificación en estudio. Como siguiente objetivo específico es realizar el Análisis Estático y Dinámico de la edificación que consta de 01 sótano, 01 semisótano y 05 niveles empleando Robot Structural 2021 – BIM 3D en distrito de Huaraz, Áncash y por ultimo también determinar los desplazamientos de la edificación en estudio empleando Software BIM.

II. MARCO TEÓRICO

Para validar el objetivo de nuestra investigación, el enfoque del tema se comparó con investigaciones relacionados, siendo presentados recientemente en los últimos 5 años, para ello se tuvo en cuenta trabajos previos a nivel internacional, considerando primeramente el trabajo de (Olival, Chacón y Cuervo, 2017). En su tesis de Implementación de la Metodología BIM mediante Revit en Venezuela, definen BIM como un campo nuevo para la construcción clave para futuros proyectos ya que cambia de CAD a modelos 3D que contiene información básica en la vida del proyecto. Aplicaron una investigación de tipo descriptiva porque se enfoca en la búsqueda, analítico y observativo todos tienen avalo del impacto BIM. Se obtuvo que los softwares que se utilizan son importantes apoyadas de Revit; donde se verifico la practicidad y las ventajas del BIM sobre un trabajo tradicional.

De igual manera otro antecedente tenemos al de (Niasma y Abdul, 2015), tenemos que, en su artículo, Implementación de Modelado de información de construcción (BIM) en el periodo de vida de los proyectos de construcción de Malasia. Tiene como objetivo conocer BIM y como el no tener presente en proyectos ha obstaculizado el rendimiento del edificio, se basa en una investigación cualitativa por medio tuvieron una recolección de datos dando como resultado que 75% de ellos conoce ampliamente BIM y por ende se destacó que se requiere estandarizar un plan completo para ejecutar BIM.

A nivel nacional también comprendimos nuestro interés en el trabajo de (Guerra y Mariños, 2016) se enfocaron en la aplicación de BIM, buscando incrementar la resistencia y consistencia de un proyecto vivienda multifamiliar en Trujillo. Presentando como población y muestra al mismo proyecto inmobiliario, usaron el método de análisis Inductivo-Deductivo, para el diseño se recolecto planos y especificaciones técnicas, de la empresa R&R Inmobiliaria. La información se dio a partir de Revit, este programa optimizo el tiempo y recursos bajo BIM. Se contó con especialista de la empresa el cual brindó información del diseño de dicha edificación en proyecto.

Como siguiente antecedente tenemos la investigación de (Briceño, 2017). Donde se buscó afirmar que la aplicación BIM mejora la obra. Esta investigación es aplicada – descriptiva, el diseño fue no experimental, teniendo como variable a BIM tanto en edificaciones como en Productividad. Se usó la observación para recopilación de datos en fichas, se infirió la empleabilidad de BIM en estas obras de edificación, el 69.6% no aplica esta Metodología y el 30.4% no hace uso de la metodología en edificaciones. También se infirió que BIM en un modelo 3D significa incremento de productividad en los resultados del proyecto en un 71.1%.

Para (Chipana y Huillca, 2019). Su objetivo realizar un análisis y diseño del edificio de concreto armado en Arequipa donde se interactúa con los programas Revit y Robot Analysis donde promueve el uso de nuevas alternativas para el cálculo estructural donde esta investigación busca hallar el sistema estructural adoptándolo en dos direcciones (X,Y) para llegar a calcular los desplazamientos laterales que será controlado con los muros estructurales y con losas aligeradas unidireccionales de diferente espesores (20 y 25cm) en los demás paños, donde se modela en el programa Revit y dicho modelo se exporta al Robot Structural para su análisis y diseño en cual cada cambio que se hacía en los elementos era para tener desplazamientos relativos según la norma E.030.

Así también contamos con la investigación de (Ybañez, 2018), evaluó la presencia de BIM y como permite formular nuevas medidas de optimización de diseño de una edificación, este implementa BIM para disminución de costos y conservación de tiempo, realizó un modelado tridimensional usando softwares y fichas de recolección de datos. Finalmente, en su tesis obtuvo un beneficio positivo al integrar BIM en la etapa de construcción, donde salió 26.3% de mejora para lo de identificación de incompatibilidades con un ahorro de S/. 10, 175.06 además de 121 horas (2 semanas de retraso según cronograma) todo este resultado por implementar.

En la investigación de (Domínguez y Moreno, 2018). Realizaron un diseño sismorresistente en una edificación para siete niveles utilizando la metodología BIM en la provincia de Pomabamba.

. Su investigación fue No experimental, descriptivo – aplicado. La población y muestra se tomó a la edificación. Realizaron un análisis de mecánica de suelos y el diseño estructural. La recopilación de datos se obtuvo mediante fichas. En conclusión, en el diseño se incorporó elementos estructurales nuevos para minimizar los desplazamientos, todo ello basado en las NTP necesarias y la Metodología BIM.

Por último en la investigación de (Flores, 2018) donde analizaron sísmicamente a un edificio de 7 niveles con 02 sótanos y 01 semisótano, en el distrito de Miraflores-Lima; con ayuda del software Robot Structural 2018-BIM 3D. Esta investigación fue No experimental descriptivo-aplicado. La población considerada fue el distrito de Miraflores que tiene 33, 783.00 edificios la Muestra el edificio propio en estudio. Donde se concluyó que el edificio en estudio sostuvo un buen comportamiento al realizar un análisis estático y dinámico para el cual confirman el empleo del software en su proyecto.

Utilizando como palabras claves BIM y Diseño estructural sismorresistente principalmente se dará a conocer algunas definiciones que están relacionada directamente a nuestra investigación, para ello consideramos la definición de Configuración Estructural, donde (Paredes, 2017, p.29), sostiene: “la configuración estructural es un de las etapas de mayor relevancia se basa en el análisis y su entorno para el diseño de una estructura sismorresistente”.

Para ello se mostrará tres fases para el bosquejo de las estructuras; considerando como primera fase la Generación Estructural que básicamente radica en definir aspectos estructurales ya sea su posición correcta y configuración de los elementos resistentes, su comportamiento en los diferentes sistemas estructurales, resistiendo ya sea cargas de gravedad, fuerzas horizontales que producen los movimientos de sismos.

Como segunda fase el Análisis Estructural nos dice que mediante este estudio se determina los esfuerzos y deformaciones al que esta reprimida la estructura, este suceso mecánico es mayormente realizada en la actualidad con programas de modelación estructural. A pesar de que existen otros programas se optó por ser óptimos y eficientes, mostrando resultados mucho más asertivos. Y todos los procesos dependerán de una buena estructuración y la

correcta incorporación de datos para conseguir mejores resultados con un modelamiento sísmico bueno.

Por último, se considera la fase de Diseño Estructural, en esta fase final es donde se determina la resistencia de los elementos estructurales, su geometría y el acero de estos elementos, para así plasmarlos en los planos y memorias de cálculo para posteriormente usarlo en el correcto proceso constructivo.

En cuanto a los Criterios De Estructuración; Se darán a continuación los criterios que se debe tener en cuenta para lograr estructuras sismorresistentes:

Como primer criterio se consideró Simplicidad y Simetría donde la mayor importancia de las estructuras simples es que estas tienden a desenvolverse positivamente frente a acontecimientos sísmicos, siendo esto la principal razón de ejecutar estructuras que eviten los efectos de torsión, se prefiere las estructuras simétricas.

Para (Ríos, 2017, p.34). Nos dice que las estructuras más sencillas y en igual proporción en todos los niveles, se desempeñaran eficazmente ante fuerzas laterales o sísmicas; puesto que al tener una configuración simple se asemeja al arquetipo y comportamiento real de la estructura y al ser más complicada la estructura, conjeturar su comportamiento real se convierte en un hecho complejo.

El segundo criterio, La Resistencia, hace referencia a la aptitud de una estructura de tolerar cargas sin causar el derrumbe total, y esto se debe a las cualidades mecánicas del uso de materiales que se emplearon en la construcción. Cabe recalcar también que estas estructuras deberían de poseer resistencia a altos grados de sismicidad así brindando seguridad, consistencia y continuidad de la edificación (Ríos, 2017, p.36),

Para el tercer criterio se definirá la Ductilidad, como la disposición de una estructura para disipar energía sísmica en el rango plástico. También es de relevancia que las rotulas plásticas se generen en elementos que atribuyan en menor porcentaje a la estabilidad de la estructura, así como en las vigas, debido al encontrarse más próximo a su resistencia ultima, ayude a dispersar más rápidamente el movimiento sísmico. (Garcés, 2019, p.23)

Así también se comprenderá con un cuarto criterio, que es La Geometría del Edificio en Elevación, (Baldeon, 2011, p.35), nos menciona que la edificación debe reflejar una edificación consistente y resistente, para ello las losas aligeradas no deberían contener muchas aberturas, estas pueden darse por los espacios que dejan los traga-luces y escaleras, también el inmueble debe ser ejecutadas con cavidades para ventanas y puertas incluido la viga solera y estos deben estar emplazados en la misma dirección en los demás pisos posteriores.

Otro fallo que se comete en el desarrollo de edificaciones según (Ramos, 2018, p.56), menciona que se debe a la configuración estructural en planta, su relevancia se nota de acuerdo con la resistencia hacia un sismo. Esto debido a la extensión de la vivienda que se propasa, alterando la libertad de movimiento estructural ante las ondas que se generan con los acontecimientos sísmicos, causando muchos perjuicios más, debido a que puede alterarse provocando el proceder dinámico y múltiples sollicitaciones para la ductilidad y su resistencia. La ilación aconsejable es menor a 4 veces del ancho de la edificación.

Como quinto criterio se presenta La Discontinuidad de Elementos Estructurales, según (Abanto y Cárdenas, 2015, p.65). Se refiere que los elementos estructurales deben ser continuos entre todos los pisos, y estos deben transmitir las cargas hacia la cimentación, así con este proceso se evitara cambios de rigidez en la estructura, y esto ocasionando vulnerabilidad de la edificación ante movimientos sísmicos.

Por último, se considera al criterio de Rigidez Lateral, ya que es la característica de una estructura a resistir cargas sin alterar su aspecto o desplazarse exageradamente. Es por ello que los elementos de la estructura deberán contribuir a la rigidez lateral en todas las direcciones principales.

Para el método de Análisis Sísmico, según la (Norma E-030, 2016, p.5). Se trata del Análisis estático y dinámico modal espectral a fin de dar inspección y corrección se usará el método de Análisis Dinámico Tiempo – Historia.

El Análisis Estático, corresponde a los pasos a seguir y que está interpretado por las acciones sísmicas de un grupo de varias fuerzas que intervienen hasta el medio de masa para cada altura de la edificación. En este proceso se analiza

la fuerza cortante en la base, la repartición de la fuerza sísmica en altura, se halla el lapso esencial de vibración y las fuerzas sísmicas verticales.

Y en cuanto al Análisis dinámico modal espectral, Nos ayuda para el diseño estructural, a través de los resultados que se obtiene. Se analiza los modos de vibración, aceleración espectral, regla de combinación, fuerza cortante y excentricidad accidental o efectos de torsión.

Como otro sistema de transferencia, se presentará la Capacidad Portante, que es el análisis de mecánica de suelos en su totalidad se deberá tener en cuenta el impacto del movimiento sísmico para calcular la capacidad portante del terreno. Sea los puntos en donde se crea licuación del suelo, no obstante, se realizará una indagación geotécnica que determine la eventualidad y diagnostique el resultado más efectivo.

Como otro concepto fundamental de esta investigación definiremos, Building Information Modeling (BIM), hoy en día es un trabajo que junta procesos, herramientas y personas, donde reconoce las facilidades documentarias digitales sobre una edificación dentro del desempeño, planificación, construcción y su intervención según lo define (Eastman ,2011, p.34), también podemos percibir que otros aspectos abarca de igual manera la disciplina y sistemas de cada una de las especialidades dentro del modelo virtual junto con eso permitiendo un trabajo en equipo de diseño (Propietarios, Arquitectos, Ingenieros, Contratistas, Subcontratistas y Proveedores) colaborativo para una mejor ejecución de los procesos tradicionales.

Además, tenemos que BIM y su aplicación En El Diseño Estructural Según (Brad Hardin, 2015, p.45). Nos da una idea de las diversas configuraciones y metodologías para que un proyecto de diseño estructural con BIM cumpla con los niveles de eficiencia altas; tanto así que BIM nos muestra la construcción de una edificación en tiempo real antes de haberse construido en el terreno tan practico y eficiente que permite que todos los participantes del proyecto pueden analizar y explorar digitalmente donde el costo de rectificación ya no están costoso como con la tradicional proyección; Esto es también un indicativo de que mejora la promesa de inversión pero lo más importante que mitiga los riesgos de construcción.

Para definir el concepto de Robot Structural Analysis (Villarroel, 2016, p.98). Nos dice que es un software que se utilizara para realizar un modelado, analizar y diseñar distintos tipos de elementos estructurales bajo normas. Además de realizar distintos tipos de análisis estático, de igual forma un análisis de primer y segundo orden, etc.

Se tiene ventajas del software tales como: La interoperabilidad y flujos dinámicos: Para ampliar el proceso de la metodología BIM. Cuenta con Capacidad de cálculo estructural en elementos de concreto armado, Simula las cargas dinámicas del viento, diseña losas de entrepisos sin ningún programa adicional y también presenta los resultados en cuadros, gráficos y planos a detalle.

De la misma manera presenta Desventajas donde no se recopiló mucha información por ser un nuevo software, también se indago que no detalla en los planos al acero como tal.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de Investigación:

Esta investigación es un Proyecto de tipo aplicado, debido a que se basa en el estudio de las ilustraciones teóricas y prácticos obtenidos de la investigación básica para la solución de una problemática. (Lozada, 2014, p. 34)

Diseño de Investigación:

Esta investigación se trabajó con un diseño No Experimental Descriptivo; No Experimental, Puesto a que no se realizó un manejo deliberado de sus variables consideradas para el desarrollo. En otras palabras, no existió cambios a criterio de las autoras sino de lo contrario se observó a los fenómenos y características tal como se presenta para posteriormente analizarlo (Hernández, Fernández y Batista, 2014, p72)

Es decir, describe los aspectos de un grupo de elementos de estudio. Conteniendo su muestra, variable y resultado.



Dónde:

Mi: Diseño Sismorresistente

Xi: Edificio

Oi: Resultado

3.2. Variables y operacionalización

En este proyecto se consideró como Variable N°1. Diseño Sismorresistente y como Variable N° 2. Metodología BIM. Encontrándose cada variable en la categoría Independiente y Dependiente, respectivamente. Cuadro de operacionalización de variables. (Ver anexo 1)

Variable N°1.

Definición conceptual: El diseño sismo resistente tiene con finalidad evitar primeramente la declinación de las estructuras incluso en movimientos sísmicos severos que puedan suceder, durante su vida útil de la edificación y estén fuera de los límites aceptables de daño, a lo largo de sismos moderados, al fin de mantenerse habitables o en uso seguro de los usuarios, en la vida útil (RNE 2006, Viera 2004)

Definición operacional: La importante función del diseño sismo resistente en definitiva es generar estabilidad estructural sobre todo en eventos sísmicos en una edificación y además del adecuado uso de los materiales.

Indicadores: Se consideró la mecánica de suelos, zonificación, parámetros de sitio, categoría y factor de uso, sistema estructural, (R_o), regularidad estructural, (I_a , I_p) y restricciones a la irregularidad, (R), también se consideró la estimación de peso (P) para realizar el análisis estático y dinámico y por ultimo obtener los desplazamientos de la estructura en la edificación proyectada.

Escala de medición: Intervalo.

Variable N°2

Definición conceptual: (Eastman ,2011), BIM será primordial primero para la creación de planos y guías para ejecutar una carta del proyecto en el que se recopilaran información del proyecto BIM, por otra parte, se reconoce los interesados, sobre todo estará evaluara al alcance donde se identifican los usuarios BIM para todo el proceso BIM en el ciclo de vida del proyecto.

Definición operacional: Se busca la optimación del trabajo con BIM en cuanto al diseño, ejecución y mantenimiento del proyecto. Dando el resultado una presentación de la edificación con una base de datos que sean consideradas para el proyecto.

Indicadores: Se consideró el Software BIM, Revit Structural 2019 para el diseño de la arquitectura y Robot 2020, para los Procedimientos que con lleva el análisis estructural sísmico.

Escala de medición: Nominal.

3.3. Población Y Muestreo

Población

(Hernández, Fernández y Batista, 2014, p74). Nos explica que población es un grupo donde se va a poder concordar con una serie de especificaciones. En esta investigación la población es idéntico que la muestra.

Muestreo

Para el muestreo hace referencia a una herramienta de investigación científica, cuyo propósito es verificar que grupo de la población será examinada, para realizar conclusiones sobre dicha población. En este caso no se cuenta con el muestreo, ya que no conocemos a cada uno de los individuos que conforman la población.

De tal modo en esta investigación nuestra población y muestra es la edificación proyectada para la edificación multifamiliar, ubicada en el distrito de Huaraz - Ancash, para estudiar el desempeño sísmico del mismo.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica

Esta técnica consistió en una observación directa, a través de una inspección a los planos de arquitectura, en la cual se obtuvo datos de la edificación proyecto y se tuvo en cuenta información de mecánica de suelos, se consultó normativas y nacionales tomando en cuenta fundamentalmente la (Norma E-030, 2016, p.5), para el diseño sismorresistente.

Instrumento

Se empleo es una ficha técnica de recolección de datos a la edificación proyectada, el cual se aplicó a este proyecto en su respectivo proceso, juntamente con una ficha técnica para resultados de mecánica de suelos, (ver anexo 4)

3.5. Procedimiento

Al momento de haber obtenido informe geotécnico de la zona proyectada, el cual será por medio de un estudio de mecánica de suelos, (ver anexo

4), se prosiguió con la estructuración de los sistemas estructurales, (viga, columna y losa)

Una vez obtenido el plano el cual fue habilitado por el propietario y este fue realizado por un especialista con la cual se da inicio en cuanto al modelado en el Software Revit 2019 así poder realizar el traslado al software Robot Structural y, con ello se realizó la evaluación sísmica, contrastando y verificando con la NTP E-030 – 2016, antes se realizó el metrado de cargas, con ellos se calculó el peso sísmico efectivo. Luego se Incorporó las cargas que interactuarán y se originó las combinaciones respectivas.

También se realizó el análisis estructural y se produjo modos de vibración que también se denomina análisis modal, se prosiguió al cálculo del cortante estático basal y seguidamente se generó e introdujo al software de espectros de diseño. Luego se evaluó las desproporciones tanto en planta como en elevación, seguidamente se hizo la operación del corte dinámico, verificando los desplazamientos y las derivas del piso, posterior se realizó operaciones para el escalamiento de fuerzas, y para finalizar el cálculo del periodo fundamental de vibración.

3.6. Método de análisis de datos

Fue descriptivo, donde se dio a conocer el comportamiento de la edificación ante la presencia sísmica, pudiendo verificar y pronosticar el estropicio final que mostrará el edificio.

Este análisis se consideró cuantitativo, debido a que la obtención de datos y desarrollo de cálculos será mediante los programas computacionales de análisis estructural. (Colonia, 2017, p.34)

3.7. Aspectos éticos

La investigación del desarrollo del proyecto se trabajó de manera transparente, verificando que cuando se obtengan resultados sean veraces y fiables. Siendo únicamente estos resultados usados académicamente y en modo de guía, mas no de plagio.

Para ello se mostrará los procedimientos y cálculos realizados con preciso detalle, siendo de esta manera producir un modelo que facilite un diseño sismorresistente bajo la metodología BIM.

IV. RESULTADOS

4.1. Resultados según los objetivos

4.1.1. Resultados del Objetivo General

Para el desarrollo del Diseño Sismorresistente, se realizó todos los procedimientos bajo la metodología BIM, bajo procedimientos y usos de Softwares BIM.

Modelado Y Diseño Arquitectónico Con Revit – 2019.

El arquetipo de la edificación que cuenta con un sótano, un semisótano y cinco niveles es realizado en el software Revit - 2019 todo orientado respecto a BIM. Esto significa que el modelo 3D incluye elementos arquitectónicos y estructurales en vista de que están conectados uno al otro. Más adelante, se da a conocer el modelo tridimensional arquitectónico. Siendo este primordial para la configuración del diseño estructural de esta plataforma que será exportado al programa Robot estructural de este modo realizar, en este último software, el Diseño Sismorresistente.

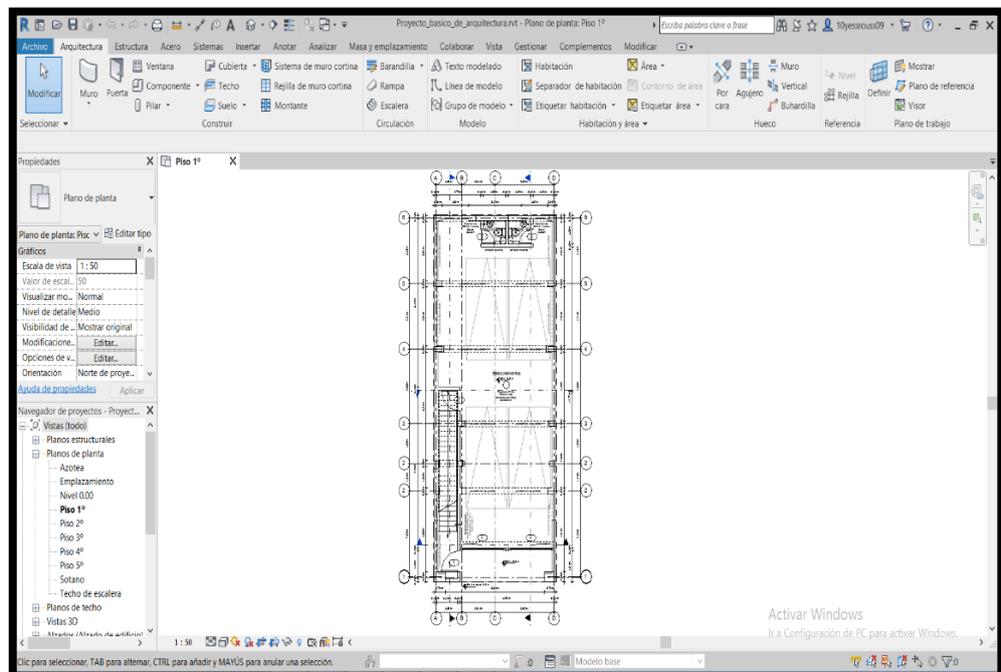


Figura 1. Plano en planta del primer nivel del modelo arquitectónico en la plataforma Revit - 2019.

Fuente propia

En la siguiente imagen se presenta la volumetría del edificio que fue empleada con el programa Revit - 2019.

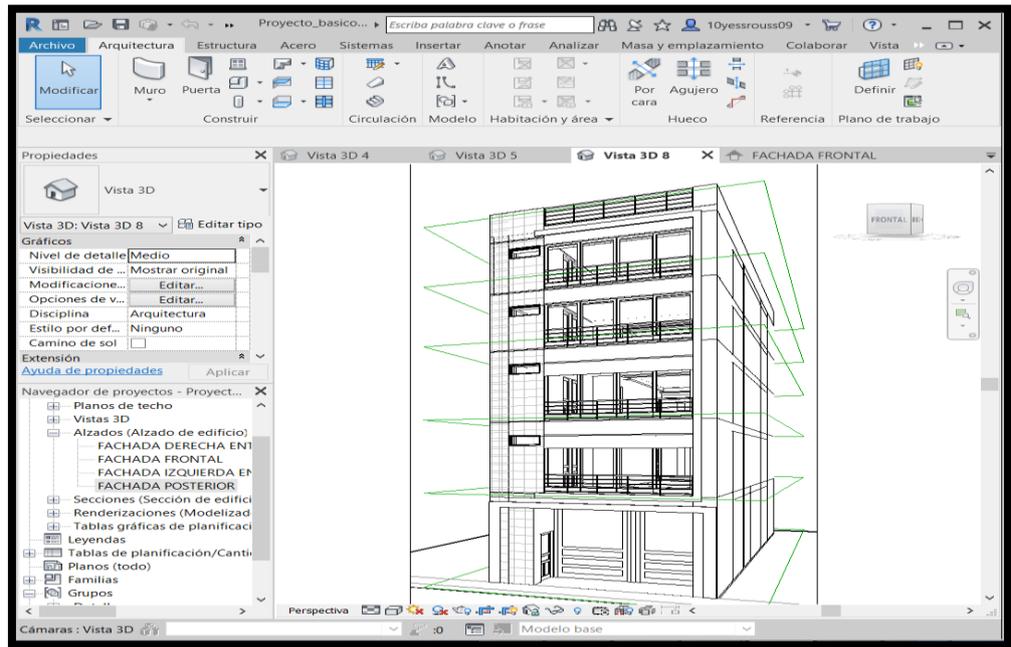


Figura 2. Modelo arquitectónico del edificio Revit - 2019. Vista isométrica

Fuente: propia.

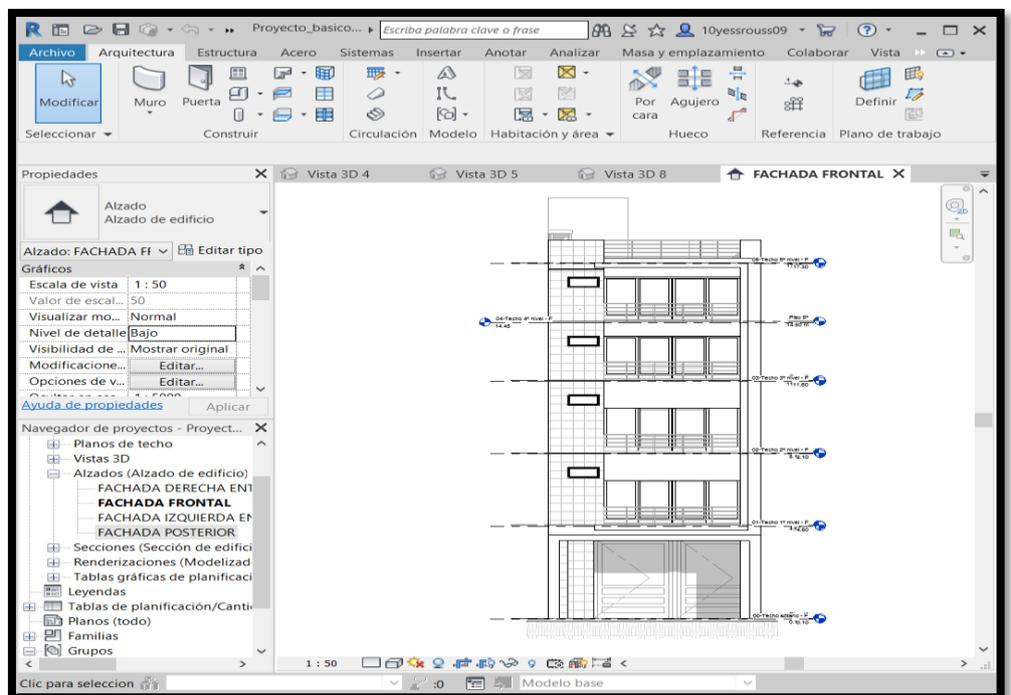


Figura 3. Modelado arquitectónico del edificio Revit-2019. Vista frontal.

Fuente: propia.

Los siguientes modelos arquitectónicos en la presentación se muestran de manera preliminar, siendo estos definitivamente, si se diese la acción de ser modificados y actualizados de manera automática por el programa BIM. Ya están definidos los acabados arquitectónicos del edificio en estudio.



Figura 4. Modelo de presentación preliminar del proyecto arquitectónico. Fuente propia.

MODELO PARAMÉTRICO ESTRUCTURAL Y ENLACE ARQUITECTURA-ESTRUCTURA CON REVIT -2019 Y AUTODESK ROBOT STRUCTURAL - 2021.

Este modelo paramétrico hace referencia a todos los datos del proyecto implementada en 3D, enlazados el uno al otro con las disciplinas implicadas, para esta situación contempla en arquitectura y estructura. Acabado en la realización del modelo arquitectónico del proyecto de edificación, aun preliminar, se procederá a trasladar al proyecto arquitectónico generando un único vínculo entre las especialidades de arquitectura y los elementos estructurales.

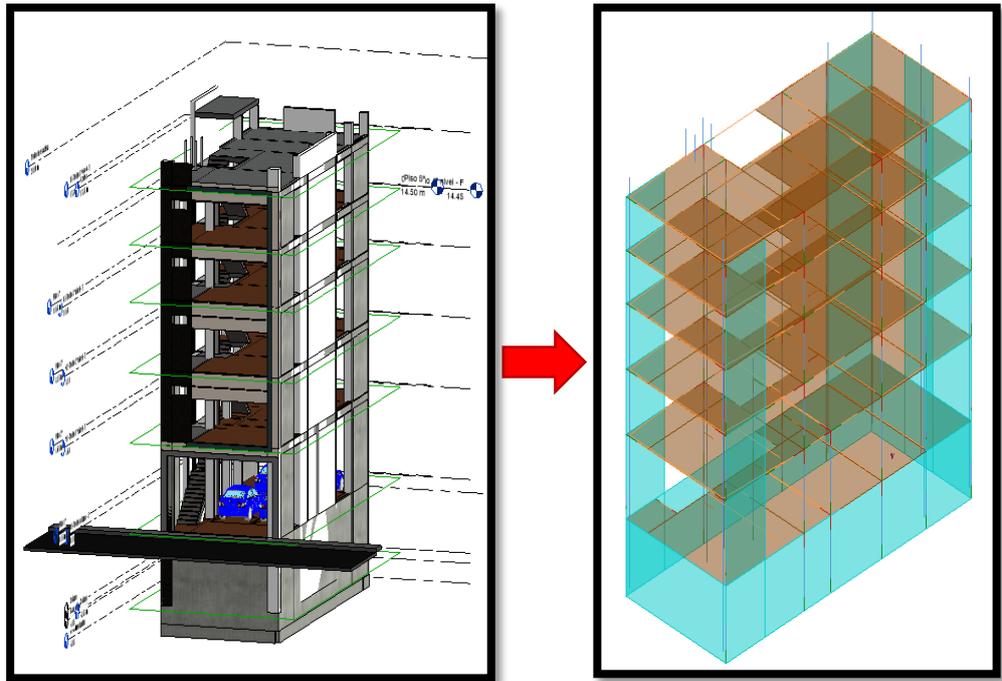


Figura 6. Modelo arquitectónico y estructural del edificio. Vinculación entre ambas disciplinas. Para manipulación directa en los cambios futuros y revelación de interferencias. Fuente: propia.

Los modelos base se comprende cómo; un único modelo fundamental, donde se realizar modificaciones y análisis dependiendo de la disciplina que se esté trabajando. Al efectuar una modificación en el modelo base se genera un cambio actualizado en las de más disciplinas vinculadas.

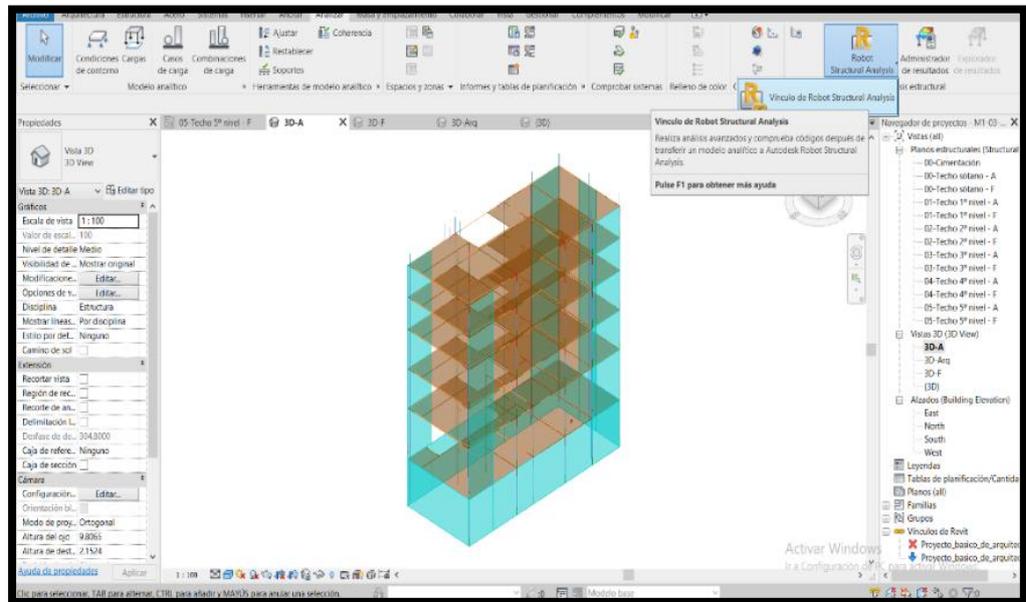


Figura 5: modelo arquitectónico y estructural del edificio. Vinculación a través de las disciplinas. Para manipulación directa en los cambios futuros y revelación de interferencias. Fuente: propia.

De acuerdo a las figuras posteriores se presentan, el análisis y diseño estructural ejecutado, de forma general, con el programa Autodesk Robot Structural. En este capítulo, solo, se presenta el desarrollo de algunos avances del análisis y diseño sismorresistente. Una vez acabado el diseño en este programa, se incorpora con el programa Revit - 2019. Para conseguir un único modelo del edificio que incorpore disciplinas de arquitectura y estructura.

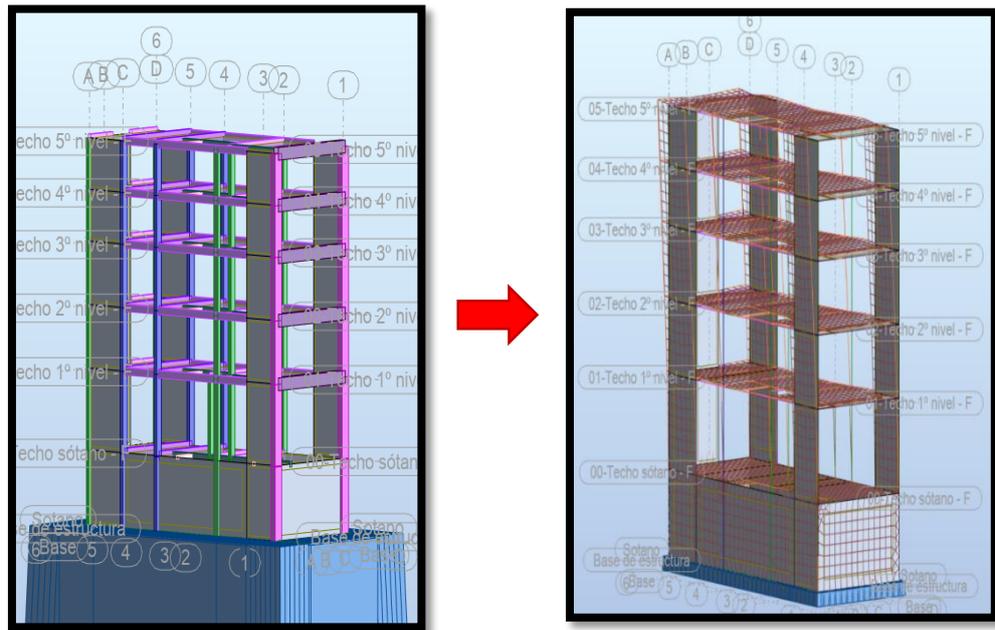


Figura 7: modelo y análisis dinámico estructural con una deformada al cuarto modo importado desde Revit - 2019 al Robot Estructural.
Fuente: propia.

Este modelo estará sometido a modificaciones automáticas cada vez que se presente cambios en el diseño. El modelo ayudará como base para la toma de información y seguir para la elaboración del diseño de los elementos estructurales, para así también en el momento de la ejecución, remodelación y demolición.

4.1.2. Resultados de los Objetivos Específicos N° 01

– Descripción del proyecto

La edificación proyectada en estudio, es una vivienda multifamiliar de 01 sótano, 01 semisótano y 05 niveles de edificación.

– Ubicación

Se proyecta la construcción del edificio Multifamiliar, ubicado en Carretera Antiguo Tacllan S/N, Distrito de Huaraz, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

En la siguiente imagen se muestra el plano de ubicación de lote, donde se proyecta la vivienda multifamiliar.

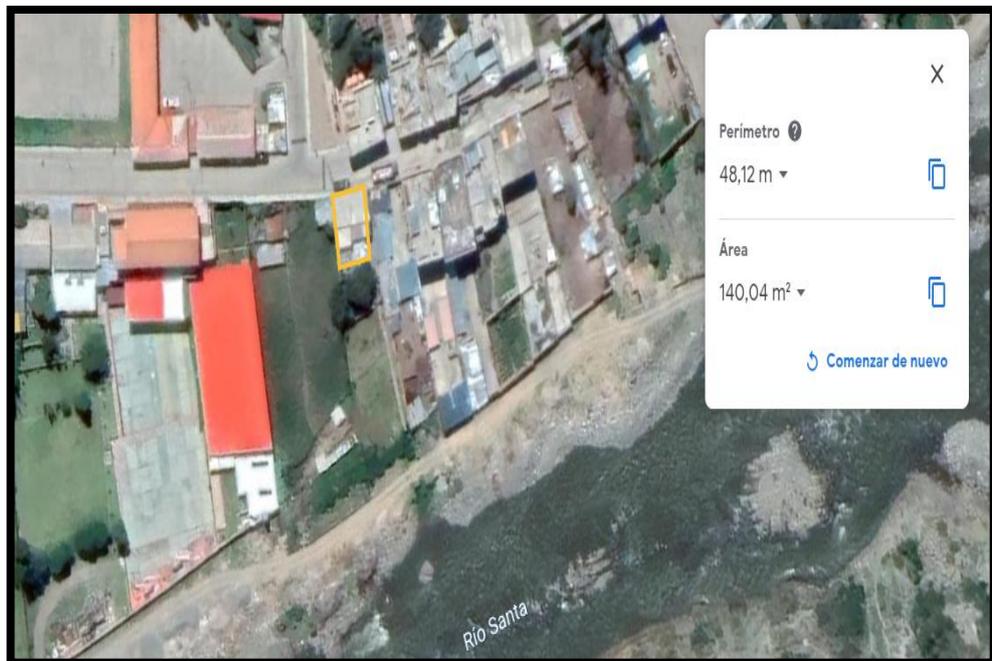


Figura 8: Plano de Ubicación del lote para la proyección del edificio.



Figura 9: Arquitectura fachada principal Fuente: propia.

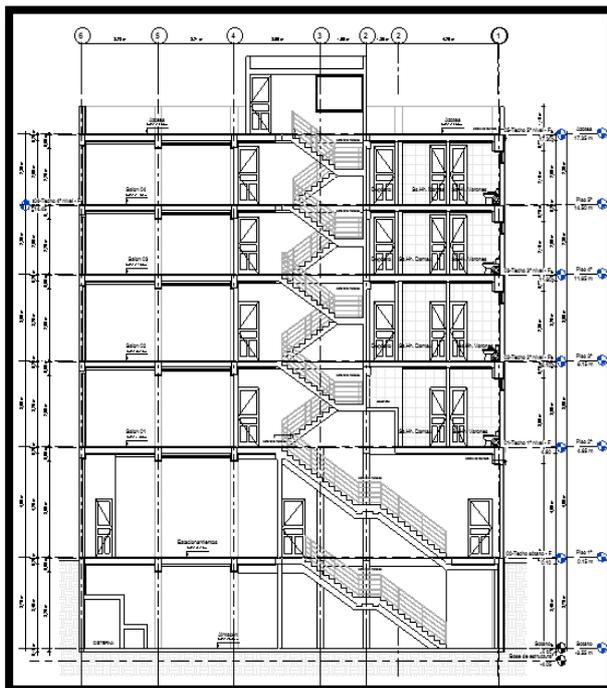


Figura 10: Arquitectura elevación principal. Fuente: propia.

En las figuras anteriores se muestra la arquitectura realizada hecha el programa Revit – 2019.

La información que se muestra con posterioridad, será el avance del Diseño Sismorresistente, teniendo como base fundamental al modelo arquitectónico realizado con el software referenciado.

– **Dimensiones**

La vivienda multifamiliar cuenta con área total de 135.00 m², es decir tiene 18.00 m de largo y 7.50 m de ancho.

– **Descripción de la arquitectura**

La Infraestructura contiene un 01 sótano, 01 semisótano y 05 niveles los cuales desde el segundo piso son departamentos multifamiliares. El sótano y semisótano se proyecta como estacionamiento para los usuarios de la edificación, el segundo nivel se proyecta como la primera vivienda familiar. Cada nivel tendrá acceso directo a la escalera, esta que guiará a sus respectivas viviendas

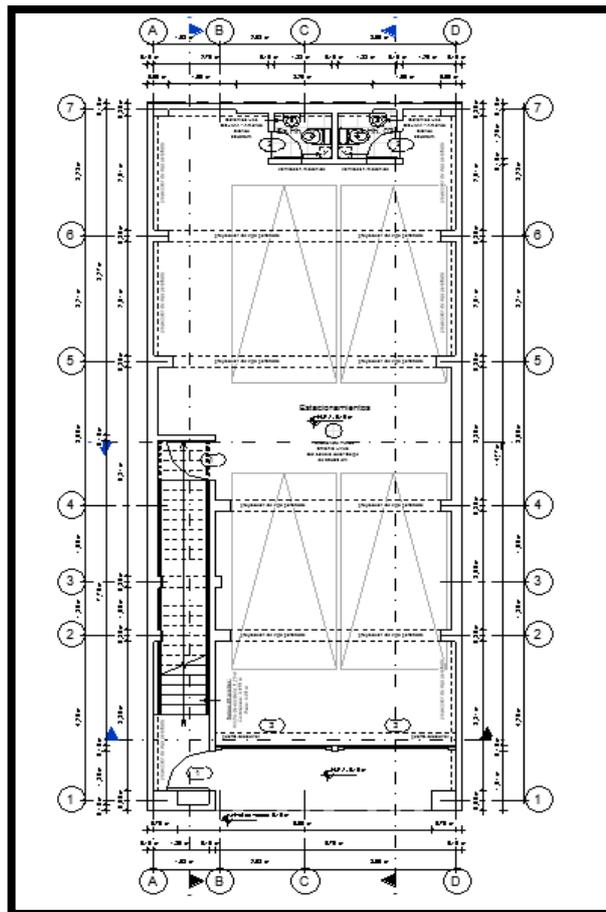


Figura 11: Plano arquitectónico en planta del segundo nivel
Fuente: propia.

– **Estructuración**

Una de las ventajas que presenta la estructura en estudio, fue la simetría en planta y elevación, generando que se tengamos mayor dominio en cuanto a los desplazamientos máximos permisibles, según la Norma de Diseño Sismorresistente, aprobado en el 2018.

En cuanto a las losas, se consideró losas aligeradas en dos direcciones.

En cuanto a las consideraciones de las dimensiones de las vigas principales peraltadas, se tomó los ejes 1, 2, 4, 5, 6 y 7. Debido a que son estos ejes que presentan mayor luz, para así establecer pórticos en esta misma dirección.

Las vigas se dispondrán de tal manera que una las placas y columnas entre sí y elaboren pórticos y pórticos mixtos con placas de concreto armado.

Las columnas se pondrán en la parte interior del área del edificio, porque en los extremos laterales habrá placas. Las columnas serán ubicadas y espaciadas de tal manera de formar pórticos y considerar el requerimiento arquitectónico del edificio.

Las placas tienen como objetivo tomar el mayor porcentaje de fuerza sísmica a la vez que proveen a la estructura de rigidez lateral impidiendo desplazamientos excesivos, que pueden perjudicar a los elementos estructurales y no estructurales. La arquitectura ha posibilitado disponer de una adecuada densidad de placas en las dos direcciones y de forma simétrica dando al edificio adecuada rigidez lateral y torsional.

– **Predimensionamiento**

El predimensionamiento de los elementos estructurales se ha realizado según las luces y las cargas que sostienen. Para esto se han empleado las exigencias de las normas vigentes.

Losa:

Para este proceso, en cuanto a las losas aligeradas armadas en dos direcciones, tanto en los sótanos como en los pisos típicos se tomó el criterio de la luz libre entre apoyos.

En el proyecto existe un paño de 7.20 m x 7.00 m, que fue considerada con lo presentado en su investigación por (Meza, 2011), en la cual nos menciona que: “Los aligerados armados en ambas direcciones se usan cuando se tienen paños más o menos cuadrados y de luces mayores a los 6 metros”

En este caso se tiene una losa prácticamente cuadrada y de una sobrecarga de 200 kg/m²; por lo tanto, se eligió una losa aligerada en dos direcciones de 25 cm de espesor.

Vigas:

Para el predimensionamiento de estas, en cargas de gravedad y sismo, se realizará con el posterior principio:

$$H \text{ viga} = \frac{L}{10}$$

Dónde:

H: Peralte de la viga

L: luz mayor de la viga

En el cuadro posterior, se presentan las medidas respectivas del proceso.

Tabla 1:

Predimensionamiento de vigas.

Dirección	Eje	luz mayor (m)	h=L/10 (m)	h Escogido (m)
X	1	6.10	0.61	0.70
Dirección	Eje	luz mayor (m)	h=L/10 (m)	h Escogido (m)
Y	A	3.9	0.39	40
	D	3.9	0.39	40

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

Columnas:

Para hallar las dimensiones de la columna, se empleará el siguiente criterio, presentada en (Blanco, 1992), esta expresión, se asume unas medidas de la columna, para así luego verificarlas, también se debe tener en cuenta el valor de esfuerzo en compresión de la columna debe ser menor o igual al 45% del $F'c$, que es expresada la carga de servicio sobre el área de la sección.

$$A_{\text{columna}} = \frac{P_{\text{servicio}}}{0.45 \times F'c}, \text{ donde:}$$

A_{columna} : área transversal de columna

P_{servicio} : carga vertical en servicio = $P \times A_{\text{Tributaria}} \times N^{\circ}$ de pisos

$F'c$: resistencia a la compresión del concreto (kg/cm²)

Esto se debe a la edificación en estudio pertenece a la categoría C entonces $P = 1.2 \text{ Tn/m}^2$

Tabla 2:

Predimensionamiento de columnas.

Columna		Carga de servicio			Área requerida (cm ²)	Dimensiones	
Tipo	Ubicación	Área tributaria (m ²)	N° pisos	$P_{\text{serv.}}$ (Tn)		b x h (m)	Área final (cm ²)
C-1	A-2	14.18	5	85.08	633.04	25X40	1000
C-2	A-5	12.08	5	72.48	575.24	25X50	1250
C-3	A-1	16.69	5	100.14	794.76	40x70	2800

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

Muros estructurales:

Estos elementos cumplen con el motivo de captar la mayoría de las fuerzas cortantes producidas por el sismo y el viento.

Usaremos este procedimiento cercano que halla la fuerza cortante en la base, según la norma E.060 donde nos señala que el espesor exiguo deberá ser 10cm.

Para este proyecto consideraremos 25 cm de espesor para todas las placas.

Peligro Sísmico:

a) Zonificación

El Perú está formado por 04 zonas (ver anexo 5) donde está basada por la repartición espacial de la sismicidad, peculiaridad de los movimientos sísmicos y descenso con la distancia epicentral.

Tabla 3:

Factores de zona "Z".

ZONIFICACIÓN DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Tabla N° 1 de la NTP E.030. Mayo - 2020

Al encontrarnos en la región Áncash, provincia de Huaraz, el proyecto en estudio se encuentra en Zona 3, Z=0.35. (NTP E.030, 2018 p65)

b) Parámetro de sitio:

Con el estudio de mecánica de suelos (ver anexo 4) el perfil del terreno proyectado es de Tipo S2 (suelo intermedio).

Con este dato encontramos los parámetros respectivos:

Factor de Suelo: S=1.15

Periodo: $T_P=0.60$

Periodo: $T_L=2.00$

c) Factor de amplificación sísmica (c)

De acuerdo a los valores obtenidos e indicaciones del NTP E.030, 2018 p24.

$$T = \frac{hn}{CT}$$

Tabla 4:

Periodo fundamental y factor de ampliación.

PERÍODO FUNDAMENTAL Y FACTOR DE AMPLIFICACIÓN	
Altura de la edificación "hn"	17.35 m
Ct=35 para edificios con elementos resistentes únicamente pórticos.	35
Ct= 45 para edificios de concreto armado conformado por pórticos y cajas de ascensores y escaleras.	45
Periodo Fundamental "Tx"	0.50 s
Periodo Fundamental "Ty"	0.39 s
Factor de amplificación normativo "C" T<TP, C toma el valor de 2.50	2.50

Fuente: Reglamento Nacional de Edificaciones, Mayo – 2020.

Como el valor de T es igual en ambas direcciones, se obtiene:

$C_x=2.50$

$C_y=2.50$

d) Categoría, Sistema Estructural y Regularidad de las Edificaciones

– Categoría de las Edificaciones y Factor de Uso

Para realizar la categoría de nuestra edificación, proyección de la zona y así mismo la ubicación, se empleará un sistema estructural el cual será indicada por la Tabla N°5 (ver anexo 6). Y se deberá ver algunas recomendaciones y restricciones a la irregularidad que indique por ende la categoría de nuestra edificación es “C” donde se aplica a nuestra realidad de edificaciones comunes en este caso una vivienda y por lo tanto nuestro factor de uso o importancia es de 1.

Entonces:

El edificio es de la categoría: C

U: 1.00

– Sistemas Estructurales

Así mismo el sistema estructural en cual contempla a todos los sistemas sismorresistente deberá de ser óptimos. Para nuestro sistema se empleó, Dual, cuya fuerza cortante será recibida por los muros debe ser superior al 20% y menor por debajo del 70% de la cortante basal de la edificación, también se menciona que los movimientos sísmicos deberán ser resistidos en una unión de pórticos y muros estructurales. E.030 (2018)

– Categoría y Sistema estructurales

Conforme a la categoría y zona proyectada de la edificación se tendrá un tipo de sistema el cual se señala en la tabla N° 6, NTP E.030 (Ver Anexo 7) Por lo cual, se recomienda cualquier tipo de sistema, por ende, este proyecto constituye un sistema dual.

– **Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_o)**

Conforme al sistema estructural que tenemos será de concreto armado el cual nos indicada en la Tabla N°7 centrándonos en Dual de coeficiente básico de reducción R_o (*) = 7 (Ver anexo 8) estos se guían únicamente en elementos estructurales verticales y horizontales que toleren la disipación de energía para así conservar la estabilidad de la edificación.

– **Regularidad Estructural**

❖ **Verificación de las Irregularidades en Altura (Ia)**

Irregularidad de Rigidez – Piso Blando.

Cabe destacar que en la tabla N°08 señala el porcentaje que alcanza la rigidez con relación al entrepiso superior, estas alcanzan el 70% señalado en la norma de Diseño Sismorresistente. Indicando que no se encuentra Irregularidad en planta. Respecto a la siguiente tabla es realizado en la dirección XX, el cual presenta mayores desplazamientos con relación a la dirección YY.

Tabla 5:

Cálculo de la rigidez lateral promedio.

Niveles	Fuerzas cortantes por cada piso (tf)	Despl. relativo del c. de masa (mm)	Rigidez lateral	%de la R.L del entrepiso superior
NIVEL-05	58.35	5.50	10.61	
NIVEL-04	48.74	5.00	9.75	92%
NIVEL-03	39.13	4.30	9.10	93%
NIVEL-02	27.32	3.00	9.11	100%
NIVEL-01	15.52	1.60	9.70	106%

Fuente: Base de datos del propio investigador, Mayo – 2020

Se resuelve: Irregularidad de rigidez – Piso blando: 1.00

Irregularidad de masa o peso

Está irregularidad se debe al peso de un piso, y si esta es superior que 1,5 veces el peso de un piso siguiente inmediato. Esta característica no será aplicada en azoteas ni en sótanos.

Tabla 6:

Cálculo para la verificación de irregularidad de masa o peso.

NIVELES	Peso por cada nivel (Tf)	25% de la carga viva (Tf) C.V	Peso estimado; (P+25%C V)	Verificación de la irregularidad	
				1.5*(p+25%CV)	% > que 100% irregulares
NIVEL-05	249.012	14.0315	263.0435		
NIVEL-04	249.012	14.0315	263.0435	394.565	66.667
NIVEL-03	249.012	14.0315	263.0435		
NIVEL-02	249.012	14.0315	263.0435		
NIVEL-01	249.012	14.0315	263.0435		

Fuente: Base de datos del propio investigador, Mayo - 2020.

Se observa; los pesos que se encuentran en los pisos próximos no sobrepasan el 100%, si llegara a ocurrir, nos indicaría que el peso es superior en un 1.5 al peso que se genera en un nivel adyacente.

Esto nos muestra que no se presenta irregularidad en este punto del desarrollo, también se observa que, en niveles próximos, se tiene igual peso.

Tenemos Irregularidad de masa o peso: **1.00**

Irregularidad Geométrica Vertical

Como se ve representado, en planos y el modelo 3D, en sus dimensiones son persistentes para cada nivel del edificio esto

pasa en ambas direcciones, de la estructura. Es por ello que no se presenta en este tipo de Irregularidad.

Tenemos Irregularidad Geométrica Vertical: **1.00**

Discontinuidad en los Sistemas Resistentes

Se calificará a una estructura a modo de Irregular cuando, cualquier elemento resista más de 10% de la fuerza cortante y presente un desalineamiento vertical, así como en el cambio de su orientación y también por un desplazamiento que se presenta en el eje de magnitud mayor de 25 % correspondiente a la dimensión del elemento.

En este proyecto se puede observar en el modelo estructural no presenta un desalineamiento vertical de las dimensiones efectivas (columnas alineadas y masas distribuidas de forma simétrica). En ese sentido no es irregular en este caso.

Tenemos: Discontinuidad en los Sistemas Resistentes: **1.00**

❖ Verificación de las Irregularidades en Planta (Ip).

Irregularidad Esquinas Entrantes.

Haciendo referencia a la norma de Diseño Sismorresistente, nos dice que la estructura será calificada irregular en el momento que se presenta esquinas entrantes en el cual sus dimensiones, tanto en X e Y, serán superiores en un 20% a la dimensión completo en planta.

Tabla 7:

Cálculo de las irregularidades en esquina entrante.

LONGITUD (m)		ABERTURA ENTRANTE X	MAYORES A 20% SON IRREGULARES
EJE X	7.50 m	0.00	0.00
EJE Y	18.00 m	0.00	0.00

Fuente: Base de datos del propio investigador, Mayo – 2020.

Se toma el valor de 1.00

Irregularidad de discontinuidad del diafragma

Con referencia a la norma en estudio, no dice que la estructura estará calificada como discontinuo por ende presentar discontinuidad siempre que los diafragmas presenten discontinuidades arriscadas o modificaciones relevantes para la rigidez, incorporando aberturas superiores al 50 % de la extensión bruta del diafragma.

Tabla 8:

Discontinuidad de diagrama.

ÁREA (m²)	ÁREA DE LOS AGUJEROS (m²)	MAYORES A 50% SON IRREGULARES
135.00	12.72	9.42 %

Fuente: Base de datos del propio investigador, Mayo – 2020.

Se contempla en el plano en planta que los diafragmas no presentan discontinuidades arriscadas o modificaciones valiosas.

Donde se tomará el valor en esta Irregularidad de discontinuidad:

1.00

Irregularidad de sistemas no paralelos.

Con la misma aplicación de la Norma para el desarrollo de este proyecto, donde se afirma que puede haber irregularidad en el momento que, en una de las direcciones, como puede ser X o Y, los elementos resistentes a fuerzas laterales no se presentan de forma paralelas. Esto no se acomoda si los ejes de los pórticos o muros constituyen menores ángulos que 30° ni en el momento que estos resisten menos que un 10 % de la fuerza cortante del piso.

Para este proyecto la estructura muestra dimensiones paralelas en ambas direcciones, tanto en X e Y, en otros términos, no presenta nada de ángulo respecto a X e Y.

Por esta razón no será aplicable, este punto, de irregularidad.

Tenemos Irregularidad de sistemas no paralelos: 1.00

Factores de Irregularidad (I_a , I_p)

Por tanto, estos factores I_a o I_p tomaran los valores de 1,0 y 0.90 respectivamente.

a) Restricciones a la Irregularidad

Para nuestra categoría C y Zona 3 nos dicen que no se van a permitir irregularidades extremas. (Ver anexo 9)

b) Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R)

Para nuestro sistema de fuerzas sísmicas se determina por el producto de R en la tabla 7 (ver anexo 8) y I_a , I_p .

$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 7 * 1 * 1$$

R = 7.00 para ambas direcciones.

4.1.3. Resultado de Objetivo Específico N° 02

Modelación e importación del proyecto

Una vez pre dimensionado los elementos estructurales con el fin de modelar la estructura de la edificación en Revit Structural - 2019, del mismo modo crea el modelo analítico.

– Modelado en Revit

El modelo que se presenta en Revit es una versión virtual de lo que es el diseño de construcción. El modelo se encargará de la geometría de los elementos estructurales, sino que representa gráficamente la finalidad para el diseño y lo que es el vínculo entre los elementos que conforman el modelo. Se podrá tener en cuenta las vistas de modelo 2D (planos, selecciones, alzados, etc.) y también los cortes en sección del modelo 3D. Los cambios que se hacen o realicen en una vista serán visibles automáticamente en el resto de vistas del modelo: las vistas por lo general están siempre sincronizadas con las demás funciones. El modelo 3D se utiliza para crear formatos en la vista 2D que engloban el grupo de documentos para su impresión.

Se empieza con la colocación de niveles y rejillas, que se usa como referencia en el proyecto, dadas en planta para ubicación de los elementos.

Luego se prosigue con el modelamiento de las columnas, muros de corte, vigas y losa pre dimensionado de antemano.

Del mismo modo se creará los apoyos, que estos vienen a ser dispositivos que de alguna manera van a restringir el movimiento de las estructuras y permiten la transmisión de esfuerzos el ejemplo más claro es el del cimiento que une la estructura con el terreno.

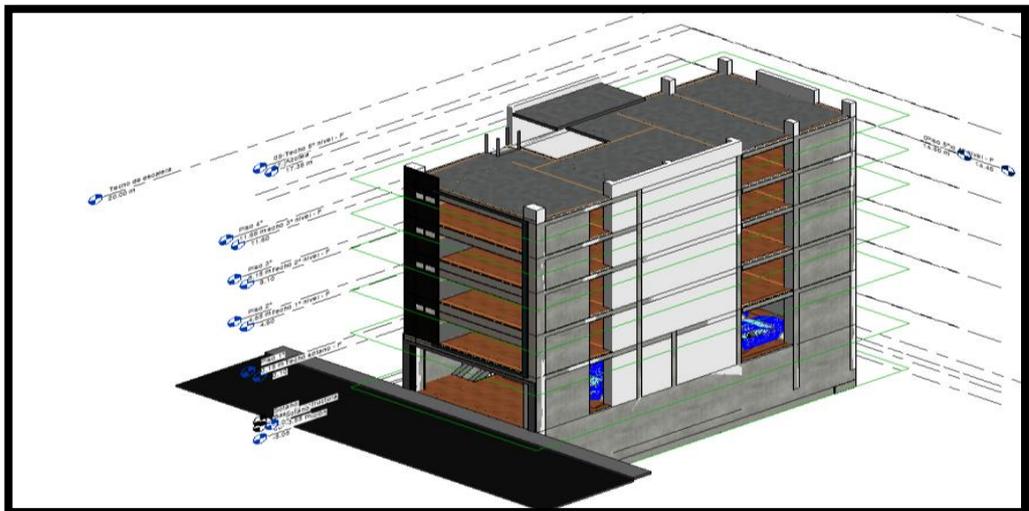


Figura 12: Modelamiento en Software Revit Structural - 2019
Fuente: Revit Structural - 2019.

– **Exportación del modelo Revit a Robot Structural**

Antes de exportar el modelo en Revit se debe de verificar que los nodos o las conexiones entre los elementos sean precisos y no debe de tener desfase de ningún modo ya que al momento de la exportación esos errores se verán en el Robot Structural. Luego se procede a exportarlo del Revit a robot a través de un link de enlace.

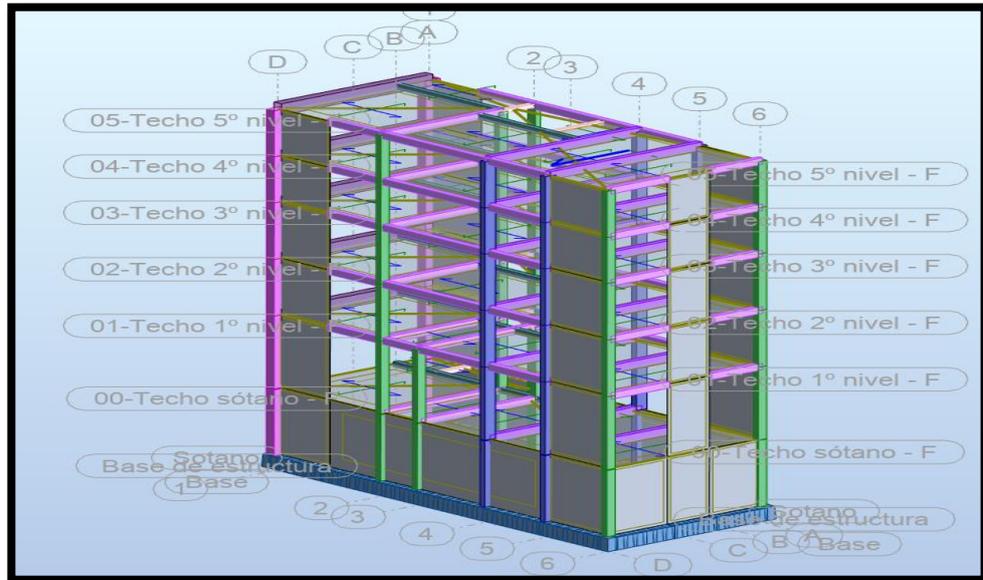


Figura 13: Modelamiento en Software Robot Structural - 2021. Fuente: Propia.

– **Metrado de cargas por gravedad**

Acorde a la norma E.020, se considera el metrado de carga gravedad (PP), carga viva (CV) y carga muerta (CM)

Carga Muerta: Son las que actúan durante toda la vida de la estructura sin sufrir cambios.

Pesos unitarios de carga muerta

Concreto	2400 Kg/m ³
Tabiquería	1800 Kg/m ³
Aligerado en dos direcciones (h=0.25 cm)	420 Kg/m ²
Piso terminado	100 Kg/m ²
Acabado de cielo raso	20 Kg/m ²

Carga Viva: Se consideró sobrecargas para viviendas comunes según el reglamento nacional de edificaciones E-020.

Tabla 9:

Carga viva por niveles y uso.

CARGA VIVA	
NIVELES	S/C
NIVEL N° 01	
2° PISO - VIVIENDA MULTIFAMILAR	200.00 Kg/cm ²
NIVEL N° 02	
3° PISO - VIVIENDA MULTIFAMILAR	200.00 Kg/cm ²
NIVEL N° 03	
4° PISO - VIVIENDA MULTIFAMILAR	200.00 Kg/cm ²
NIVEL N° 04	
4° PISO - VIVIENDA MULTIFAMILAR	200.00 Kg/cm ²
NIVEL N° 05	
5° PISO - AZOTEA	100.00 Kg/cm ²
ESCALERA	200.00 Kg/cm ²

Fuente: Base de datos del propio investigador, Mayo – 2020.

ANÁLISIS SÍSMICO ESTÁTICO

– **Pesos para el análisis sísmico**

Tabla 10:

Resumen del peso total del edificio.

Niveles	PP (Tn)	CM (Tn)	CV (Tn)	C. TOTAL (Tn)
NIVEL - 05	89.054	103.832	56.126	249.012
NIVEL - 04	89.054	103.832	56.126	249.012
NIVEL - 03	89.054	103.832	56.126	249.012
NIVEL - 02	89.054	103.832	56.126	249.012
NIVEL - 01	89.054	103.832	56.126	249.012
PESO TOTAL DEL EDIFICIO				1245.06

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

– **Cálculo de periodo fundamental de vibración**

Incorporando cargas CM y CV al modelo y por consiguiente realizado el análisis modal con el software Robot Structural, se tiene:

Primer modo: eje X

$$T=0.50 \text{ s}$$

Primer modo: eje Y

$$T=0.39 \text{ s}$$

– **Factor de amplificación sísmica (c)**

$$S = S_2$$

$$T_P = 0.60$$

$$T_L = 2.00$$

$$T_X = 0.50$$

$$T_Y = 0.39$$

$$C_X = 2.50$$

$$C_Y = 2.50$$

– **Categoría de la edificación y factor de uso**

Categoría: C

$$U= 1.00$$

– **Factor de suelo “S”**

$$S= 1.15$$

– **Cálculo de coeficiente de reducción de la fuerza sísmica (R)**

$$R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

– **Cálculo de los factores de irregularidad:**

Tabla 11:

Irregularidad estructural en altura y planta.

Irregularidades en altura		Irregularidades en planta	
Piso blanco	1.0	Irregularidad Torsional	1.0
Piso débil	1.0	Irreg. Torsional Extrema	1.0
Extrema rigidez	1.0	Esquinas Entrantes	1.0
Extrema resistencia	1.0	Discontinuidad Diafragma	1.0
Masa o peso	1.0	Masa o peso	1.0
Geometría vertical	1.0	Sistema no Paralelos	1.0
Sistemas resistentes	1.0		
Sistema resiste extrema	1.0		
I_a =	1.00	I_p =	1.00

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

Los valores finales presentes que han sido asignados para llevar a cabo el análisis sísmico son $I_a = 1.00$ y $I_p = 1.00$, calificando como una estructura regular.

Tenemos:

$$R_0 = 7.00$$

$$I_a = 1.00$$

$$I_p = 0.10$$

Cálculo del coeficiente del factor sísmico:

$$R_X = 7.00 * 1.00 * 1.00 = 7.00$$

$$R_Y = 7.00 * 1.00 * 1.00 = 7.00$$

– **Peso de la edificación**

$$P = 1,245.06 \text{ Tn}$$

– **Factor de zona “Z”**

$$Z = 0.35$$

– **Comprobación de C/R**

$$C_x = 2.50 \quad C_y = 2.50$$

$$R_X = 7.00 \quad R_Y = 7.00$$

$$C/R = 0.3571 \geq 0.11... \text{ ¡OK!}$$

– **Cortante Basal (cortante de piso)**

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

Resumen:

$$Z = 0.350$$

$$U = 1.00$$

$$C = 2.50$$

$$S = 1.15$$

$$R_{XX} = 7.00$$

$$R_{YY} = 7.00$$

$$P = 1,245.06 \text{ Tn}$$

Según el ítem 4.3 de la NTP E. 030 – 2018

$$\text{Peso Total} = 1,245.06 \text{ Tnf}$$

$$\text{Carga Viva} = 280.63 \text{ Tnf}$$

$$P = 100\%(PT) + 25\%(CV)$$

$$P = 1,245.06 + 0.25 \times 280.63 = 1,315.218 \text{ Tnf}$$

Tenemos las fuerzas cortantes basales:

$$V_{XX} = 189.063 \text{ T}$$

$$V_{YY} = 189.063 \text{ T}$$

– **Distribución de la fuerza sísmica en altura**

$$F_i = \alpha_i \cdot V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum P_j(h_j)^k}$$

V= 189.063 TN

TX = 0.50 s ≤ 0.5 s, K=1.00

TY= 0.39 s ≤ 0.5 s, K=1.00

Tabla 12:

Distribución de la fuerza sísmica en la altura (Fi) Eje XX.

Piso	Pi	hi	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	αi	V	Fi	Fi
05	249.012	17.30	17.30	4,307.91	0.309	189.063	58.355	58.355
04	249.012	14.45	14.45	3,598.22	0.258	189.063	48.741	107.096
03	249.012	11.60	11.60	2,888.54	0.207	189.063	39.128	146.224
02	249.012	8.10	8.10	2,017.00	0.145	189.063	27.322	173.547
01	249.012	4.60	4.60	1,145.46	0.082	189.063	15.516	189.063
Σ	1,245.06			13,957.12	1.00		189.06	

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

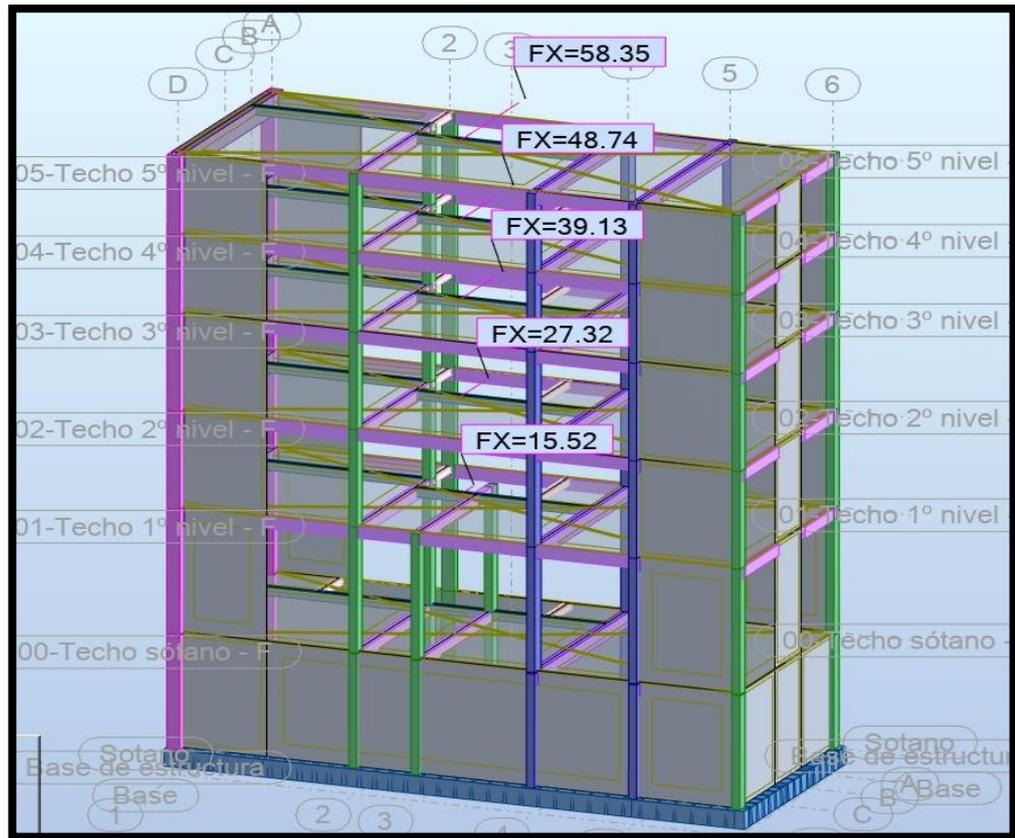


Figura 14: Distribución de las fuerzas laterales XX. Fuente: Robot Structural 2021

Tabla 13:

Distribución de la fuerza sísmica en la altura (Fi) Eje YY.

Piso	Pi	hi	(hi) ^k	Pi*(hi) ^k	αi	V	Fi	Fi
05	249.012	17.30	17.30	4,307.91	0.309	189.063	58.355	58.355
04	249.012	14.45	14.45	3,598.22	0.258	189.063	48.741	107.096
03	249.012	11.60	11.60	2,888.54	0.207	189.063	39.128	146.224
02	249.012	8.10	8.10	2,017.00	0.145	189.063	27.322	173.547
01	249.012	4.60	4.60	1,145.46	0.082	189.063	15.516	189.063
Σ	1,245.06			13,957.12	1.00		189.06	

Fuente: Base de datos del propio investigador, mayo – 2020.

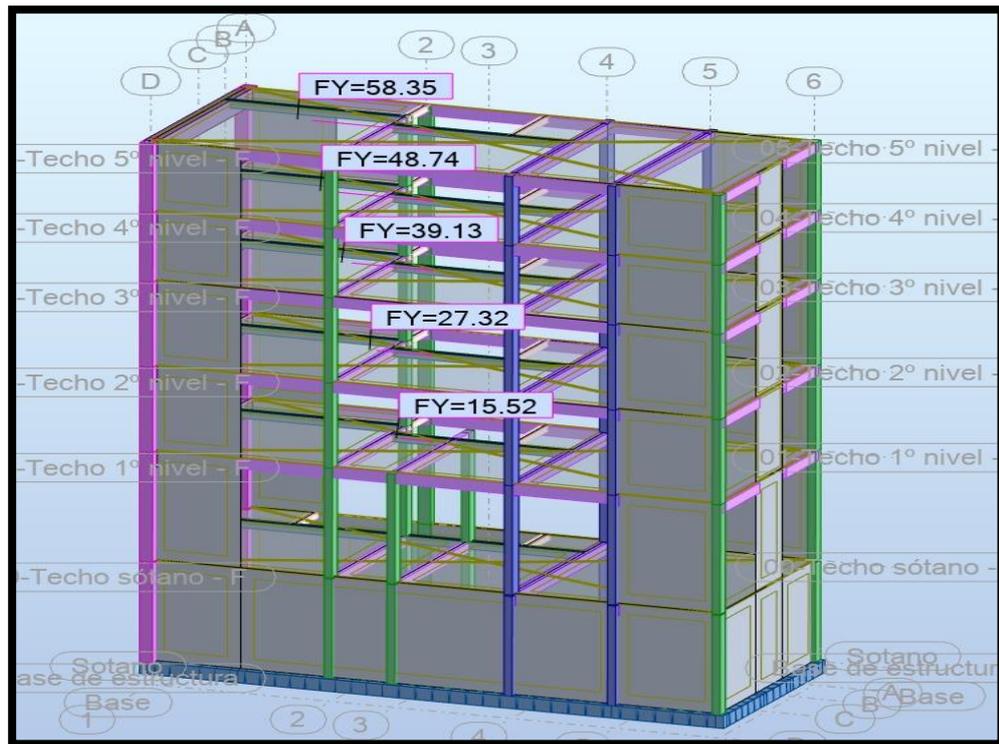


Figura 15: Distribución de las fuerzas laterales YY. Fuente: Robot Structural 2021.

ANÁLISIS SÍSMICO DINÁMICO

Para analizar el desplazamiento y fuerzas de los elementos estructurales tenemos el análisis modal espectral, donde se necesita conocer la vibración del suelo y cómo repercute en toda la estructura en consecuencia hacen que sus masas se movilizan respecto al suelo. De modo que esta vibración es asimilada por una serie de péndulos los cuales exponen el comportamiento de uno de los modos que hacen vibrar a la estructura. Ya que no es lo mismo una respuesta del péndulo a una edificación ya que depende básicamente de la rigidez y altura que esta tenga ante un movimiento sísmico. (Chipana y Huillca, 2019.p 67)

En otras palabras, el sismo ocasiona el desplazamiento de las estructuras en una edificación multifamiliar, que hacen que estos se sometan o depende solo de la frecuencia y amortiguamiento y en tanto su objetivo se basa en cuantificar fuerzas ya que si solo se utiliza ecuaciones matemáticas sería complicado. Para esto se considera la

base, pero en relación a la aceleración del sismo ya que varía en cada momento de respuesta del edificio.

Por ende, se recurre al nominado “espectro de diseño” ya que nos facilita el cálculo de estas fuerzas sísmicas que actuando en una edificación y se basan inicialmente al tipo de suelo. Así mismo el espectro se ve graficado o reflejado en el pseudo –aceleración debido a su respuesta a un periodo natural “T”.

Ya que existen diferentes modos de vibración frente un evento sísmico cada modo tiene una deformación y frecuencia de vibración diferente que los caracteriza de distintas formas. Por ellos cuando una estructura es sometida a un sismo este vibrara conforme se deán las combinaciones en sus modos de vibración.

A si pues este método nos ayuda a calcular valores máximos del desplazamiento y las aceleraciones de cada modo empleando un espectro en dichos códigos de diseño de este modo se combinan los valores máximos para al final obtener valores posibles de fuerzas y desplazamientos.

Integraremos el Espectro de Pseudo Aceleración, (ver anexo 16) para este análisis dinámico, se realizará en cada dirección de análisis, a todo lo que indica y define la NTP E.030 – 2018 En el inciso 4.6.2 se dispone:

Aceleración Espectral del proyecto:

Para cada dirección se consideró un espectro inelástico de pseudo-aceleraciones como se indica la norma E030-2016 (inciso 4.6.2)

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

– **Espectro de Diseño**

En la siguiente tabla se puede observar el cuadro de aceleraciones para poder diferenciar los periodos de vibración que experimentaría el edificio.

Estas aceleraciones halladas nos permitirán calcular el espectro de respuesta sísmica para el cálculo de las fuerzas dinámicas.

Tabla 14:

Aceleración Espectral para diferentes periodos.

C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.410	1.410
2.50	0.02	1.410	1.410
2.50	0.04	1.410	1.410
2.50	0.06	1.410	1.410
2.50	0.08	1.410	1.410
2.50	0.10	1.410	1.410
2.50	0.12	1.410	1.410
2.50	0.14	1.410	1.410
2.50	0.16	1.410	1.410
2.50	0.18	1.410	1.410
2.50	0.20	1.410	1.410
2.50	0.25	1.410	1.410
2.50	0.30	1.410	1.410
2.50	0.35	1.410	1.410
2.50	0.40	1.410	1.410
2.50	0.45	1.410	1.410
2.50	0.50	1.410	1.410
2.50	0.55	1.410	1.410
2.50	0.60	1.410	1.410
2.31	0.65	1.302	1.302
2.14	0.70	1.209	1.209
2.00	0.75	1.128	1.128
1.88	0.80	1.058	1.058
1.76	0.85	0.995	0.995
1.67	0.90	0.940	0.940
1.58	0.95	0.891	0.891
1.50	1.00	0.846	0.846
1.36	1.10	0.769	0.769
1.25	1.20	0.705	0.705
1.15	1.30	0.651	0.651
1.07	1.40	0.604	0.604
1.00	1.50	0.564	0.564
0.94	1.60	0.529	0.529
0.88	1.70	0.498	0.498
0.83	1.80	0.470	0.470
0.79	1.90	0.445	0.445
0.75	2.00	0.423	0.423
0.59	2.25	0.334	0.334
0.48	2.50	0.271	0.271
0.40	2.75	0.224	0.224
0.33	3.00	0.188	0.188
0.19	4.00	0.106	0.106
0.12	5.00	0.068	0.068
0.08	6.00	0.047	0.047

0.06	7.00	0.035	0.035
0.05	8.00	0.026	0.026
0.04	9.00	0.021	0.021
0.03	10.00	0.017	0.017

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

En las siguientes figuras se muestra los espectros de diseño considerados para cada dirección. Con el programa Autodesk Robot Structural.- 2021, se generan el mismo espectro.

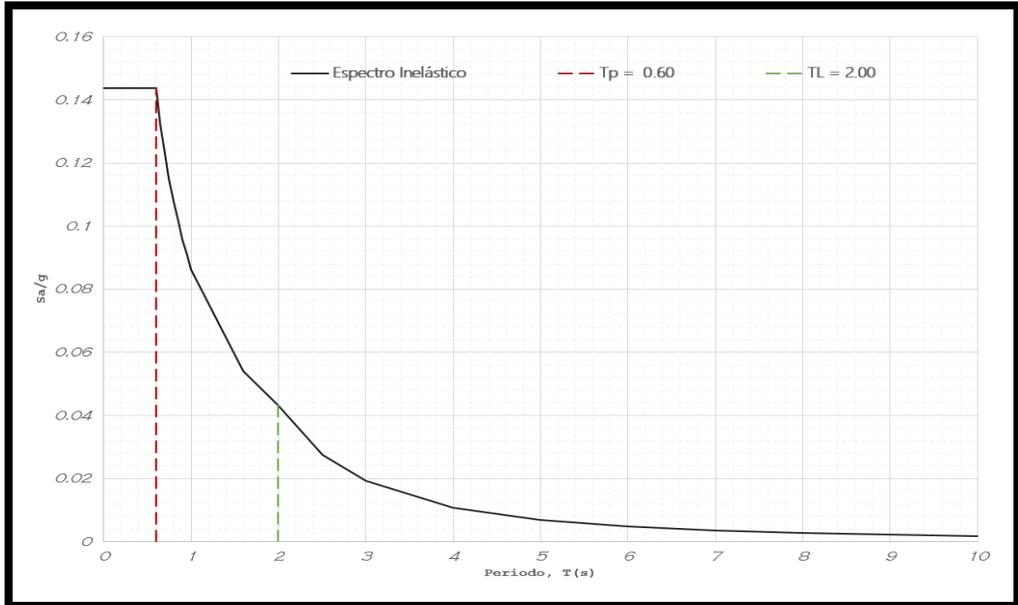


Figura 17: Espectro de diseño dirección Y-Y. Fuente: Base de datos del propio investigador.

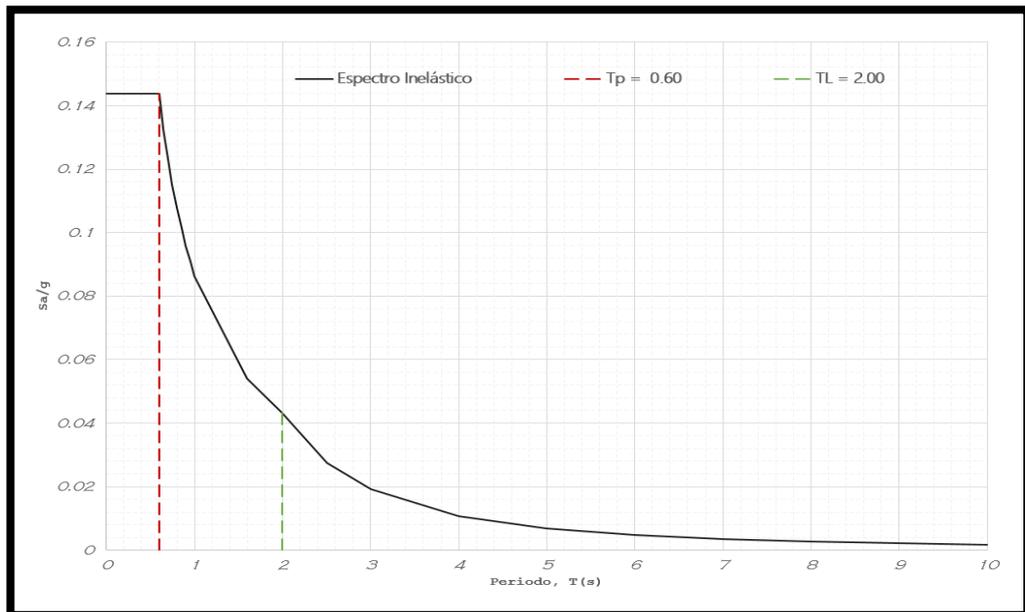


Figura 16: Espectro de diseño dirección X-X. Fuente: Base de datos del propio investigador.

En las figuras que se muestran posteriormente, se presenta la colocación de las aceleraciones respectivas para la designación de los espectros de respuesta sísmicas en el software Autodesk Robot Structural – 2021.

Así mismo esto se realiza para cada una de las direcciones donde se realiza el análisis respectivamente:

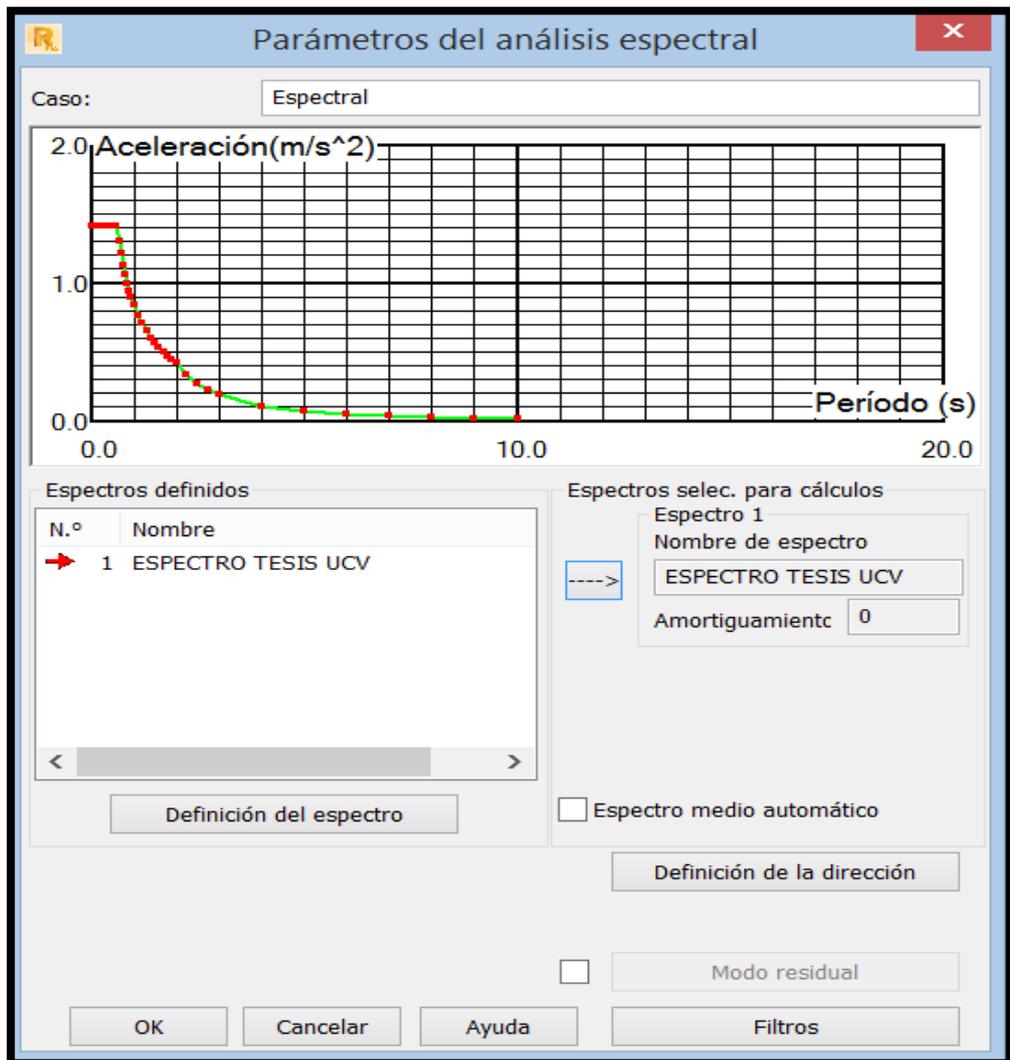


Figura 18: Cuadro de definición del espectro de diseño para el análisis dinámico espectral Dirección-X. Fuente: Base de datos del propio investigador.

Una vez calculadas las fuerzas sísmicas dinámicas, se verifica la que cumpla el ítem 4.6.4 que indica la norma “En las direcciones presentadas para el análisis, la fuerza cortante del primer entrepiso del edificio no deberá ser menor a un 80 % del valor calculado según se ve

en el numeral 4.5 en estructuras regulares, ni menor que 90% para las estructuras irregulares.” (Norma E.030, 2018, pp.27).

En el análisis se estima a la fuerza cortante mínima de base para cada una de las direcciones en un 90%. Se deberá tener en cuenta el aumentar, si es preciso, el valor de la fuerza cortante para que se cumpla con lo requerido. Por ende, el análisis dinámico que será ejecutado por el software se obtendrá lo siguiente:

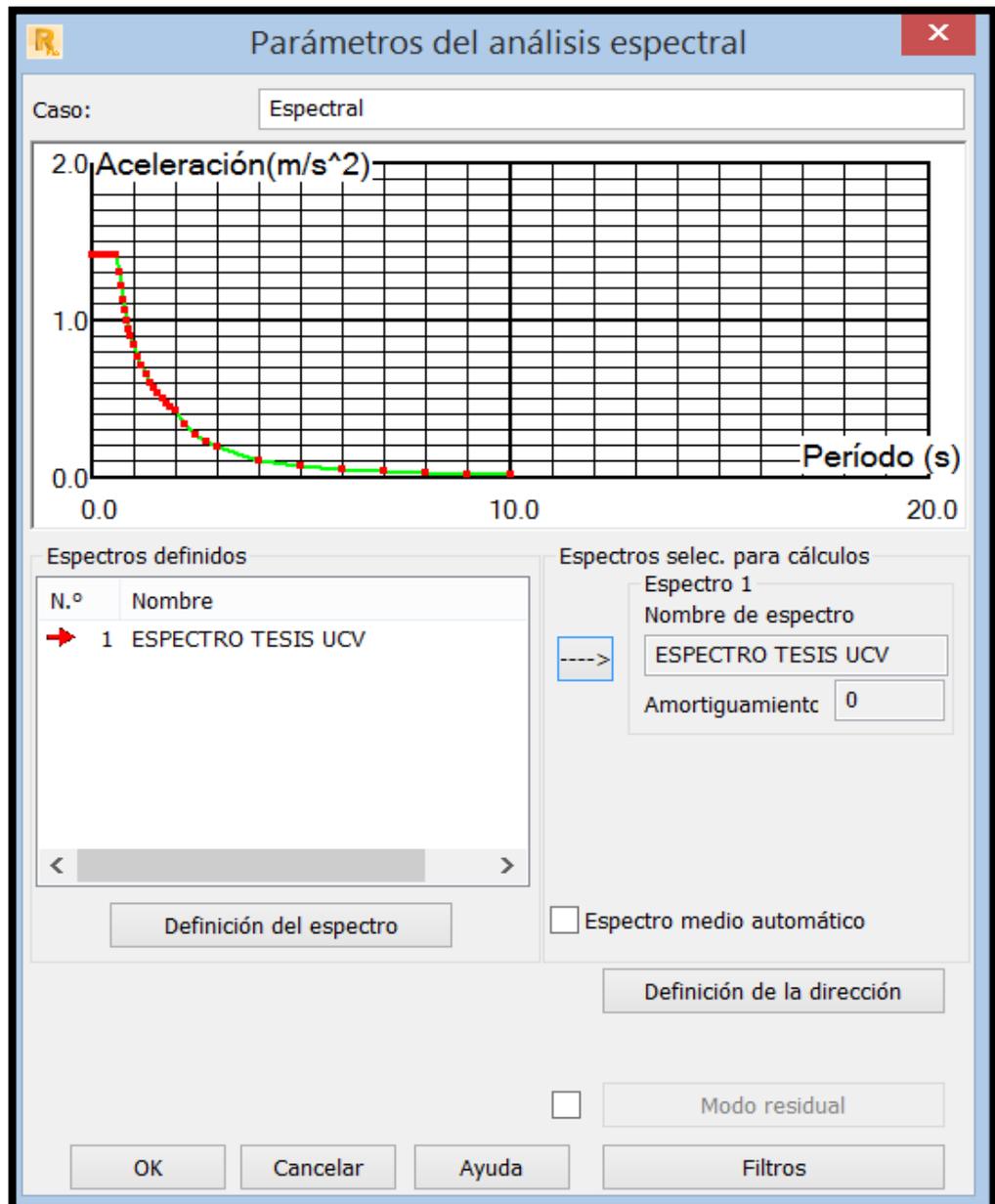


Figura 19. Cuadro de definición del espectro de diseño para el análisis dinámico espectral. Dirección Y. Fuente: Base de datos del propio investigador.

Cortante de Diseño

La Norma en aplicación para todo el desarrollo de la investigación, nos menciona en el numeral 4.6.4 que se diseñará con una **cortante mínima** del 80% del cortante estático, esto se aplicará para estructuras regulares y el 90% para estructuras irregulares.

$$FACTOR = \frac{0.8 * V_{estático}}{V_{dinámico}}$$

En la dirección X:

Tabla 15:

Cuadro de resultados de las fuerzas dinámicas dirección X-X.

V. DINÁMICO	93.04 Tf
Vx – Basal Estático	189.063 Tf
80% Vx Basal Estático	151.25
Tipo de Estructura	REGULAR
Escala	1.626

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Tabla 16:

Cuadro de resultados de las fuerzas dinámicas dirección Y-Y.

V. DINÁMICO	155.55 Tf
Vy – Basal estático	189.063 Tf
80% Vy Basal Estático	151.25
Tipo de Estructura	REGULAR
Escala	0.972

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Según se menciona en la norma en el ítem 4.5.6. Para realizar el cálculo de la fuerza sísmica vertical en una fracción del peso será igual a 2/3 (Z x U x S).

Tenemos en ambas direcciones:

$$U3 = 2/3 \times 0.35 \times 1.00 \times 1.15$$

$$U3 = 0.27$$

Para el cual este factor resultante se toma en cuenta al ingresar las cargas al software Autodesk Robot Structural.

– **Modos de Vibración y periodos resultantes**

Para las siguientes tablas se mostrará el porcentaje de participación de masas, con sus respectivos periodos:

Tabla 17:

Modos y periodos en XX (Extraído del Robot Structural).

Caso/Modo	Período (Seg)	.UX	Masas corr. UX (%)
1	0.78	65.96	65.96
2	0.39	67.97	2.01
3	0.21	75.83	7.86
4	0.11	77.88	2.04
5	0.1	78.67	0.79
6	0.07	80.33	1.66
7	0.07	80.83	0.50
8	0.05	82.12	1.29
9	0.05	82.24	0.12
10	0.05	94.46	12.23
11	0.04	94.67	0.21
12	0.03	94.84	0.17
13	0.03	94.86	0.01
14	0.03	94.86	0.00
15	0.03	94.86	0.00
16	0.03	94.87	0.00
17	0.03	94.92	0.06
18	0.03	95.12	0.20
19	0.03	95.28	0.16
20	0.03	95.3	0.01
		$\Sigma =$	95.28

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Tabla 18:

Modos y periodos en YY (Extraído del Robot Structural).

Caso/Modo	Período (Seg)	.UY	Masas corr. UY (%)
1	0.46	61.7	61.70
2	0.17	61.7	0.00
3	0.09	77.4	15.69
4	0.04	77.4	0.00
5	0.04	82.43	5.03
6	0.03	82.43	0.00
7	0.03	82.44	0.00
8	0.03	86.22	3.78
9	0.03	86.23	0.01
10	0.03	87.84	1.61
11	0.03	89.44	1.61
12	0.02	89.49	0.05
13	0.02	89.49	0.00
14	0.02	90.48	0.98
15	0.02	90.64	0.17
16	0.02	95.45	4.81
17	0.02	95.46	0.01
18	0.02	95.49	0.03
19	0.02	95.49	0.01
20	0.02	95.5	0.00
		$\Sigma=$	95.49

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Las indicaciones que nos da la NTP E.030 – 2018, es que debemos considerar en cada dirección a los modos de vibración que se presenten cuyas masas deben considerarse mínimo al 90% de la masa de toda la estructura.

Así como se puede mostrar existen modos que cumplen el valor indicado, cumpliendo en lo establecido en la norma.

4.1.4. Resultado del Objetivo Específico N° 03:

Determinar los desplazamientos de la edificación en estudio.

Desplazamientos Laterales

En la Norma que se está aplicando para diseño sismorresistente nos indica que para el cálculo de los desplazamientos laterales se halla multiplicando $(0,75 \cdot R)$ para estructuras regulares, en la cual R (coeficiente básico de reducción sísmica) siendo este es caso para este proyecto en desarrollo.

También esta Norma hace mención que no deberá sobrepasar la fracción de la altura de entrepiso para el tipo de material predominante, para este proyecto el material predominante es de concreto armado, en la cual la fracción no deberá sobrepasar 0,007.

Tabla 19:

Desplazamiento máximos dirección XX (valores obtenidos del Robot Structural - 2021).

NIVEL	ALTURA (m)	DL=0,75R	UX	dr UX (m)	DL RELAT. ADMISIBLE	LIM. PERMISIBLE $\Delta \leq 0.007$
Piso-5	2.85	5.25	0.022	0.0020	0.0037	Cumple
Piso-4	2.85	5.25	0.020	0.0030	0.0055	Cumple
Piso-3	3.50	5.25	0.017	0.0040	0.0060	Cumple
Piso-2	3.50	5.25	0.012	0.0045	0.0068	Cumple
Piso-1	4.60	5.25	0.007	0.0060	0.0068	Cumple

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Tabla 20:

Desplazamientos máximo dirección YY (valores obtenidos del Robot Structural - 2021).

NIVEL	ALTURA (m)	DL=0,75R	UY	dr UY (m)	DL RELAT. ADMISIBLE	LIM. PERMISIBLE $\Delta \leq 0.007$
Piso-5	2.85	5.25	0.010	0.002	0.0037	Cumple
Piso-4	2.85	5.25	0.008	0.002	0.0037	Cumple
Piso-3	3.50	5.25	0.006	0.003	0.0045	Cumple
Piso-2	3.50	5.25	0.004	0.002	0.0030	Cumple
Piso-1	4.60	5.25	0.002	0.002	0.0023	Cumple

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Control rotacional

Se va controlar la irregularidad torsional, de acuerdo a la Norma, en la cual nos señala, a continuación:

$$\text{FACTOR} = \frac{\text{MAX UX}}{\text{UX}} \leq 1.20$$

Tabla 21:

Factores de irregularidad torsional dirección XX.

PISO	UX (m)	Max UX (m)	FACTOR
Piso-5	0.022	0.026	1.182
Piso-4	0.020	0.024	1.200
Piso-3	0.017	0.020	1.176
Piso-2	0.012	0.014	1.200
Piso-1	0.007	0.008	1.143

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Tabla 22:

Factores de irregularidad torsional dirección YY.

PISO	UY (m)	Max UY (m)	FACTOR
Piso-5	0.010	0.011	1.10
Piso-4	0.008	0.009	1.13
Piso-3	0.006	0.007	1.17
Piso-2	0.004	0.004	1.00
Piso-1	0.002	0.002	1.00

Fuente: Base de datos del propio investigador, junio – 2020.

Junta de separación sísmica

En cuanto a junta de separación sísmica para la norma de Diseño Sismorresistente, hace referencia a la distancia exigua de separación que debe estar presente entre dos edificios inmediatos, evitando algún tipo de unión a lo largo de un movimiento sísmico y según lo constituye la norma debe ser lo siguiente.

$S = 2/3$ de la suma de los desplazamientos máximos de los bloques adyacentes, ni menor que $s = 0,006 h \geq 0,03 \text{ m}$

En la cual h es la altura que será tomada la medida desde el nivel del terreno natural hasta el nivel considerado para evaluar S.

Con la visita al lugar de proyección y observación físico del lugar, se contempló que no existe edificaciones vecinas construidas alrededor de la vivienda, es por esa razón que según la norma se toma el segundo enunciado para el cálculo de la junta sísmica.

Seguidamente, se muestra el cálculo del valor de S:

$$S = 0.006(18.0)$$

$$S = 0.108\text{m} \geq 0.03\text{m}$$

Por lo tanto, el valor de “**S**” es:

$$S = 10\text{cm}$$

En cuanto al retiro del edificio según lo indica la norma en aplicación será la mitad del resultado obtenido de la junta sísmica estimada.

Por consiguiente, se tomará la mitad del valor de la junta sísmica estimada en este caso nuestro retiro en relación a nuestra edificación será de 5.00 cm para la dirección correspondiente.

V. DISCUSIÓN

Para realizar este presente trabajo de investigación de Implementación de la Metodología BIM en el diseño estructural sismorresistente en la construcción del Edificio Multifamiliar en Huaraz - Ancash se trabajó de manera no experimental – Descriptivo. En la cual se señaló todos los aspectos comprendidos entre: resultados, antecedentes y marco teórico en cual se primordializó la explicación de la correspondiente investigación. Presentaremos en detalle los resultados del análisis de este proyecto.

El objetivo general de la investigación es desarrollar un Diseño sismorresistente del proyecto de edificación en estudio, implementando la metodología BIM, ubicado en el distrito de Huaraz, Ancash. Donde se usó software BIM primeramente se insertó el plano de arquitectura brindado por el propietario al software Revit Structure, dicho plano fue elaborado por un especialista donde se dispuso a realizar el análisis paramétrico de la estructura para exportar al software Robot Structural donde se aplicó la norma E.030 para realizare el diseño sismorresistente. A comparación de la investigación Flores (2018) en su tesis “Análisis Sísmico de un Edificio de 7 niveles con 2 sótanos y 1 semisótano usando Robot Structural 2018-BIM 3D en el distrito de Miraflores- lima” donde el diseño en el software Revit se le entrego el especialista con la cual realizo la exportación al software Robot Structural donde juntamente con las normas E-020, E-030 y E-060 y el ACI 318-11. Realizo el diseño sismorresistente y el diseño de los elementos estructurales con sus respectivos planos estructurales. Además, se puede manejar un solo archivo mediante vínculos dados en BIM coordinando las especialidades de arquitectura y estructura. Donde se trabaja de forma más sencilla y practica de facilitar los cálculos.

Por otro lado, nos enfocamos en el estudio que tuvo el mismo autor Flores (2018) donde consideraron identificar los parámetros normativos para el análisis sísmico donde identificaron la zonificación de lugar con un Zona=4, de $Z=0.45$ y en cuanto al parámetro de sitio se encuentra en un suelo rocoso o suelos muy rígidos, dentro de la categoría se encuentra en

la C optando por el sistema dual con factor de uso 1, en ese sentido su edificación es irregular en altura ($I_a=0.90$) así mismo en planta ($I_p=0.90$) y obtenido un coeficiente de reducción $R_o=6.48$ por lo cual se presentó resultados aceptables. En ese sentido se puede corroborar de tal manera que nuestros estudios en la edificación ubicado en Huaraz son de igual manera las condiciones mínimas que se piden pero lo que varía es la zonificación ya que nuestra zona =3, $Z=0.35$ con un suelo Tipo S2 (suelo intermedio) de factor de suelo $S=1.15$; así mismo la categoría de nuestra edificación es “C” ya que se trata de vivienda con factor de uso o importancia de 1.00 en tanto nuestro sistema estructural es Dual cuya acciones sísmicas son resistidas por combinaciones de pórticos y muros estructurales, así pues las regularidades de nuestra edificación tanto en altura y planta son de 1.00 respectivamente dándonos de esta manera un resultado respecto al coeficiente de reducción de fuerza sísmica $R=7$. Así pues, en ese sentido nuestra tesis y la de flores son similares cumpliendo con las especificaciones técnicas antes ya mencionadas.

Además contamos con Domínguez y Moreno (2018) donde en su tesis “Diseño Estructural Sismorresistente de un Edificio de Siete Niveles bajo la Metodología BIM en la Provincia de Pomabamba, Ancash, 2018” consideran el evaluar los cálculos y comprobar resultados bajo el análisis en este sentido asegurándose de que sean los confiables y económicamente posibles verificando que la vivienda de 7 niveles es eficiente al ser analizado por Robot Structural, software especializado en el análisis ya que cumple criterios sismorresistentes fundamentado respecto a la filosofía de la norma E.030 con esta investigación se demuestra que al analizar nuestra edificación de 5 pisos, 01 sótano y 01 semisótano en cuanto a la estimación de peso se tomó 25% de la carga viva para una edificaciones de categoría “C”; en cuanto al análisis estático se obtuvo una cortante basal de 189.063 T.F en ambas direcciones luego se prosiguió a evaluar la fuerza sísmica en altura siendo insertada en el software Robot bajo el nombre de SISMO XX y SISMO YY donde se obtuvo los valores de 15.516,27.322,39.128,48.741,58.355 siendo estos valores en ambas direcciones. En ese caso se tiene unos resultados iguales en el proceso de

cálculo con el análisis que realizó Domínguez y Moreno, en el cual también tomaron el 25% de la carga viva de debido a que su edificación se encuentra en la categoría “C”, con una cortante basal de 339.95 TF en ambas direcciones sirviendo este valor para hallar la fuerza sísmica en altura teniendo como resultado 13.527,27.054, 40.581,54.108, 67.635,81.162, 55.883 siendo esto en ambas direcciones X e Y. También se tuvo la aplicación del espectro inelástico de pseudo-aceleraciones como se indica la norma E030-2018, con el procedimiento se obtuvo una cortante basal dinámica de 93.04 Tf y 155.55 Tf en la dirección de X e Y respectivamente, para la tesis de Moreno se obtuvo resultados parecidos obteniendo 233.04 Tf y 274.26 Tf, en ambas direcciones, también se obtuvo el porcentaje de participación de masas, en ambas investigaciones en cuestión, presentan un porcentaje mayor al 90% dejando revelar que a mayor periodo de vibración se obtendrá mayor deformación de las edificación. Verificando que en ambos trabajos es viable el añadir un análisis en edificaciones proyectadas empleando el Software Robot – BIM3D

Finalmente de los autores, Chipana y Huilca (2019) en su Tesis se dieron a conocer características y procesos ya que debido a esto se pudo garantizar la finalidad del cumplimiento de la norma técnica peruana bajo el análisis estático y dinámico utilizando el software Autodesk Robot donde implementaron muros estructurales para minimizar los desplazamientos, Dicho esto nuestra investigación guarda relación ya que se tiene como propósito el buscar obtener los desplazamientos de nuestra edificación bajo el software Robot dado eso se evalúa el análisis estructural con un factor de coeficiente sísmico de $R_o=7$, donde se precisó el evaluar y efectivamente dar cumplimiento a la Norma Técnica Peruana para lograr desplazamientos laterales relativos admisibles cumpliendo con los límites de distorsión entre piso siendo estos valores desde el primer piso hasta el quinto piso respectivamente: 0.0068,0.0068,0.0060,0.0055,0.0037 en la dirección X y 0.0023,0.0030,0.0045,0.0037,0.0037 en la dirección Y .Todo esto bajo los software BIM, de igual forma fue realizado la tesis de Chipana y Huilca (2019) obteniéndose resultados similares en cuanto al

cumplimiento de los límites de desplazamiento siendo en la dirección X
0.002,0.004,0.004,0.004,0.004,0.004 y en la dirección Y
0.001,0.002,0.003,0.003,0.003,0.003 .

VI. CONCLUSIONES

Primero: Se desarrolló un Diseño sismorresistente del proyecto de edificación en estudio, implementando la metodología BIM, ubicado en el distrito de Huaraz, Ancash; utilizando la norma sismorresistente vigente E.030 – 2018 empleando el software BIM, Robot Structural. En ese sentido, la hipótesis: “Para el proceso de investigación, La ejecución del diseño sismorresistente implementando la metodología BIM y basado en el software Robot Estructural, Determinara la efectividad del comportamiento sismorresistente del Edificio Multifamiliar en Huaraz- Ancash”. Fue aceptada. Ya que con los resultados obtenidos se establece el cumplimiento de la filosofía y principios del diseño sismorresistente

Segundo: Se identificó el peligro sísmico, categoría, sistema estructural y regularidad de la edificación en estudio; Donde se corrobora que la edificación ubicado en la región Ancash, provincia de Huaraz, del proyecto en estudio se encuentra en la Zona 3, $Z=0.35$ con un suelo Tipo S2 (suelo intermedio) de factor de suelo $S=1.15$; así mismo la categoría de nuestra edificación es “C” ya que se trata de vivienda con factor de uso o importancia de 1 en tanto nuestro sistema estructural es Dual cuya acciones sísmicas son resistidas por combinaciones de pórticos y muros estructurales, así pues las regularidades de nuestra edificación tanto en altura y planta son de 1 respectivamente dándonos como resultado un coeficiente de reducción de fuerza sísmica $R=7$.

Tercero: Se realizó el Análisis estático y dinámico de la edificación de 01 sótano, 01 semisótano y 05 niveles empleando Robot Structural 2021 – BIM 3D en el distrito de Huaraz, Ancash; En esta parte del proceso, se recabo información del modelado de diseño, para que a partir de esto se incorpore los aspectos relacionados con la idealización del comportamiento estructural de la edificación, se considerarán las acciones a las que se someterá la estructura en base a su probabilidad de ocurrencia tomando en cuenta el tipo de análisis para con ello determinar el análisis estructural realizando modificaciones necesarias al modelo para lo cual se obtuvo una cortante basal estática de 189.63 T.F y una cortante dinámica en X

de 93.04 T.F y en Y de 155.55 T.F. En cuanto a la aceleración espectral se obtuvo valores diversos para los 20 modos de vibración que se realizó para un análisis más amplio donde se cumplió con valores mayores al 90% de participación de masa en toda la estructura donde también se infiere con los valores periodo de vibración, mientras menor sean estos valores se tendrá una menor deformación.

Cuarto: Se determinó los desplazamientos de la edificación en estudio; el cual se obtuvo que todos los desplazamientos cumplen en lo establecido por la norma, en cuanto al Límites para la Distorsión del entrepiso el valor de 0.007, para el material predominante de la edificación, la cual es de concreto armado. Siendo de primordial proceso el vínculo del Revit con el Robot Structural y el formato de respuesta estilo Excel, en el cual solo se usó un solo archivo reduciendo el tiempo de diseño y muestra en realidad virtual del proceso.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda el tener en cuenta que en edificaciones de cualquier tipo se debería tomar en cuenta distribuciones sencillas y que sean regulares tanto en planta y altura para que sean capaces de ser entendidos y se puedan revisar sus datos sobre su comportamiento estructural ante un evento sísmico y tener como base resultados confiables.

Mostrado el resultado nos vemos en la necesidad de recomendar los modelos BIM para edificaciones de pequeña o gran envergadura, es decir que se emplee esta metodología en todas las ramas o especialidades de la ingeniería.

Se recomienda continuar con las verificaciones en líneas de investigación que expresan el análisis sismorresistente con la implementación de BIM, en diferentes edificaciones para tener como base estudios futuros dado que implica un importante cambio en el proceso de los cuales se desarrolla con en el sector de la construcción.

Tener en cuenta una comunicación de softwares a la hora de realizar un diseño sismorresistente ya que debemos contar con que tengan el mismo objetivo y tener actualizaciones recientes para que evitan retrasos o interferencias en los modelos finales para su presentación.

Y finalmente recomendamos, que la universidad cuente con herramientas de realidad virtual, ya que de esta forma implementa en el crecimiento profesional y de manera global es un aporte a que proyectos terminados bajo la metodología BIM se pueden visualizar, siendo así exhibidos para todos los alumnos y docentes de clase por lo cual nos enfocamos en esta recomendación de manera especial ya que será beneficioso para el mejoramiento de nuestra carrera y buscar aportar al reconcomiendo de nuestra universidad haciendo mejor la relación teórico – tecnológico.

REFERENCIAS

ABANTO, Valdivia y CÁRDENAS, Cruz. Determinación de la vulnerabilidad sísmica aplicando el método de benedetti-petrini en las instituciones educativas del centro histórico de Trujillo. Lima: Universidad Privada Antenor Orrego, 2015.190pp.

ALCANTARA, Rojas. Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnología BIM. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, 2013. 141pp.

ALFARO, Víctor. Estudio comparativo de la norma peruana E.030 diseño sismorresistente y la norma chilena NCH433 diseño sísmico de edificios, y su aplicación a un edificio de concreto armado. Tacna: Universidad privada de Tacna. Facultad de Ingeniería, 2017. 109pp.

ALVARADO, Denis. Diseño estructural utilizando concreto de alta resistencia para mejorar el comportamiento sísmico del edificio administrativo ugel Chiclayo. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 109pp.

ARQUIÑIVA, Jorge y CABELLO, Yuliza. Análisis y diseño estructural comparativo con y sin aisladores sísmicos de una edificación de 8 niveles en el distrito del tambo. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería, 2017. 270pp.

BRICEÑO, Oscar. Aplicación de la tecnología BIM en edificaciones u productividad en obra de la planta protista en cañete. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 171pp.

CHAVEZ, Alexander y PILCO, Juvenal. Propuesta de diseño estructural para una edificación sismorresistente de cuatro niveles. Tesis (Título de ingeniero civil). Chachapoyas: Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza amazonas, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental, 2015. 255pp.

CHIRINOS, Lizett y PECHO, Julio. Implementación de la metodología BIM en la construcción del proyecto multifamiliar duplo para optimizar el costo establecido. Tesis (Maestría en Dirección de la Construcción). Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Posgrado, 2019. 110pp.

COLONIA, Luis. Análisis por desempeño sísmico de un edificio comercial de la ciudad de Carhuaz. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 141pp.

DELGADO, Erick y RODRIGUEZ Raúl. Aplicación de la tecnología bim en el proyecto conjunto residencial Rafaela II para la disminución de costos operativos. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 107pp.

DIAZ, Miguel. Cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño CAD para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM. Tesis (Título de ingeniero civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 101pp.

DOMÍNGUEZ, Noé y MORENO, Alan. Diseño estructural sismo resistente de un edificio de siete niveles bajo la metodología bim. Tesis (Título de ingeniero civil). Huaraz: Universidad Cesar Vallejo. Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 281pp.

EASTMAN, chuck, BIM handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors, 2011. 648 pp.

ESPINOZA, Raúl. Implementación de la tecnología BIM para mejorar la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 171pp.

FLORES, Rene. Aplicación de la tecnología bim para mejorar la planificación de obra en la ejecución de obras de edificaciones para oficinas administrativas en la región Tacna. Tesis (Título de ingeniero civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018. 171pp.

GARCES, Luis. Análisis estructural de interacción suelo estructural y el sismorresistente aplicando en una edificación de concreto armado. Tesis (Título de ingeniero civil). Huacho: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 168pp.

GARNICA, Andrea. Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando la herramienta building information modeling (bim). Tesis (Título de ingeniero civil). Caracas: Universidad Metropolitana, Facultad de Ingeniería, 2017. 289pp.

GUERRA, Pedro y MARIÑOS, Diego. Aplicación de tecnología bim para el incremento de la eficiencia en la etapa de diseño del proyecto inmobiliario vivienda multifamiliar nova. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2016. 171pp.

HARDIN, Brad y MCCOOL, Dave. BIM and constructions management. 2ª ed. Indianapolis: Wiley, 2015. 375 pp.
ISBN: 9781118942765

HERNANDEZ, Roberto, FERNANDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación. 6. a ed. México D.F.: McGraw-Hill, 2014. 600 pp.
ISBN: 9781456223960

HERNANDEZ, Susana. Uso de la metodología "BIM" en la construcción de los proyectos de infraestructura en la contraloría general de la República. Tesis (Maestría en Gestión Pública). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Escuela de Posgrado, 2018. 110pp.

HUARACA, Aníbal. Análisis comparativo aplicando el software robot structural análisis y etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas. Tesis (Título de ingeniero civil). Huancayo: Universidad Peruana los Andes, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 197pp.

LOA, G. . F.; MUÑOZ, J. A.; SANTA CRUZ HIDALGO, S. Seismic Evaluation of Incremental Seismic Retrofitting Techniques for Typical Peruvian Schools. En Structures Congress 2017. (pp. 101 - 110). VIRGINIA. Asce. Recuperado de: <http://ascelibrary.org/doi/pdf/10.1061/9780784480410.009>

LUIS, Alfredo. Comportamiento estructural de una edificación de albañilería confinada existente y proyectada en el distrito de Ate. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 140pp.

MANCHEGO, Ángel. Análisis y diseño sismorresistente en concreto armado del colegio sostenible Green School en el distrito de tiabaya 2018. Tesis (Título de ingeniero civil). Arequipa: Universidad Católica de Santa María, Facultad de Arquitectura, Ingeniería Civil y del Ambiente, 2018. 319pp.

MARTINEZ, Ana María. BIM y las repercusiones en la calidad de los procesos constructivos. Tesis (Para obtener Master). Barcelona: Universidad Politécnica de Catalunya, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, 2015. 70pp.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. Reglamento nacional de edificaciones. Norma E.020 Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2016. 434pp.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. Reglamento nacional de edificaciones. Norma E.030 Diseño Sismorresistente. Reglamento Nacional de Edificaciones. Lima: 2016. 434pp.

MINISTERIO de vivienda, construcción y saneamiento. Reglamento nacional de edificaciones. Norma E.020 Cargas. Lima: 2016. 40pp.

NIASMA, Takim y ABDUL, Nawawi., Implementación de Modelado de construcción (BIM) en el ciclo de vida de los proyectos de construcción. Malasia: Aust. J. Básico, 2015. 56pp.

OLIVAL, Chacón y Cuervo. Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software REVIT. Tesis (Título de ingeniero civil). Bárbula: Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, 2017.84pp.

ORTIZ, Carlos y HUAYNATE, Rubén. Metodología BIM aplicada al proyecto de mejoramiento de los servicios académicos de la facultad de ciencias económicas de la universidad nacional Hermilio Valdizán para gestionar incompatibilidades. Tesis (Título de ingeniero civil). Huánuco: Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Facultad de Ingeniería Civil, 2015. 171pp.

POCLIN Tuesta, Euclides. Evaluación del diseño del hospital II-2 de Jaén con el uso de tecnología BIM. Tesis (Título de ingeniero civil). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. 84pp.

PRETELL, Paul. Análisis sismorresistente utilizando aisladores sísmicos en un edificio multifamiliar de 9 pisos en la Urb. San Andrés. Tesis (Título de ingeniero civil). Trujillo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 125pp.

RÍOS, Lorgio. Vulnerabilidad sísmica de las viviendas de adobe del centro poblado san Antonio de potrero huachis huari, Áncash. Tesis (Título de ingeniero civil). Chimbote: Universidad San Pedro, Facultad de ingeniería, 2017.53pp.

ROJAS, Juan. Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK. Tesis (Título de ingeniero civil). Cuzco: Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. 171pp.

SANDOVAL, Víctor. Análisis sísmico usando Etabs para evaluar la efectividad del comportamiento sismorresistente de la infraestructura de la I.E. 11023 Abran Valdelomar. Tesis (Título de ingeniero civil). Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2017. 147pp.

SERVICIO nacional de capacitación para la industria de la construcción. Las normas peruanas de diseño SR y aislamiento sísmico, E.030 Y E. 031.I. Lima: 2018. 42pp.

VICENCIO, Gedeón. Desarrollo del sistema último planificador usando tecnología BIM-4D en proyectos de construcción. Tesis (Título de ingeniero civil). Moquegua: Universidad José Carlos Mariátegui, Facultad de Ingeniería Civil, 2019. 171pp.

VILLAROEL, Carlos. Análisis y diseño de estructuras con Autodesk robot structural analysis, Bolivia: Senapi ,2016.596pp.

YBAÑEZ, Joselyn. BIM para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito villa El Salvador 2018. Tesis (Título de ingeniero civil). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería Civil, 2018. 171pp.

ANEXOS

Anexo.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V1: Independiente Diseño sismo - resistente	El diseño sismo resistente tiene con finalidad evitar el colapso de las estructuras durante movimientos sísmicos severos que puedan ocurrir, durante su vida de servicio de la edificación y que además éstas no presenten daños fuera de los límites aceptables, durante sismos moderados, es decir mantenerse habitables o en uso seguro de los usuarios, durante la mencionada vida útil (RNE 2006, Viera 2004).	La principal función de un del diseño estructural sismo resistente es de generar estabilidad estructural ante eventos sísmicos en una estructura por medio del buen diseño estructural y el adecuado uso de los materiales.	-Peligro sísmico, categoría, sistema estructural, y regularidad .	-Mecánica de Suelos	Intervalo
				-Zonificación, Parámetros de sitio y (C).	
				-Categoría y factor de uso, sistema estructural, (R _o), regularidad estructural, (I _a , I _p) y restricciones a la irregularidad, (R)	
				-Análisis Estructural	
			-Desplazamientos	-Desplazamientos laterales.	
V2: Dependiente Metodología BIM	(Eastman, 2011), BIM es necesario para la creación de guías que ayudarán a proponer un Project charter en el que se recopilan los requisitos del proyecto BIM, se identifican los stakeholders (interesados), se determina el alcance a través de los BIM se identifican los BIM uses (usuarios) a lo largo del ciclo de vida del proyecto (planificación, diseño, construcción y operación).	Busca optimizar el proceso de trabajo en la realización 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.	-Herramientas informáticas BIM, Robot Structural. -Revit	-Software's BIM, Robot structural 2021 – BIM 3D. -Procedimientos para el desarrollo del diseño estructural sismo resistente. -Disciplinas BIM y estructuras.	Nominal

Fuente: elaboración propia. Mayo – 2020.

Anexo.

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE VARIABLES

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS DEL ESTUDIO	
Datos de los propietarios	Sra. ANDREA DURAN TOLEDO
Datos del proyecto de investigación	Ubicación: Carretera Antigua Tacllan s/n – Huaraz -Ancash Zonificación: <ul style="list-style-type: none">- Zona: Rural en proyección- Altura de edificación: 5 pisos- Área: 140.00 m² Proyecto: “Edificio Multifamiliar” Diseñador: Plano de Arquitectura / Ing. Luis Aaron Colonia Vitorio.
Descripción Arquitectónica	La propuesta del proyecto consta de 01 sótano, 01 semisótano y 05 niveles los cuales desde el segundo piso son departamentos multifamiliares. El sótano y semisótano se proyecta como estacionamiento para los usuarios de la edificación, el segundo nivel se proyecta como la vivienda familiar. Cada nivel tendrá acceso directo a la escalera.
Condiciones de entorno	La zona es aceptable para poder realizar la proyección de la edificación, ya que se está constatando que no existe edificaciones de alto riesgo que puedan poner en peligro la edificación que se proyecta, solo se ve viviendas unifamiliares que en su mayoría no superan los 4 pisos.
Evaluación de la arquitectura	Al no existir el edificio en estudio nos limitamos a la observación virtual del plano de arquitectura, donde se observó un ambiente adecuado para la distribución de ambiente, en cuanto la estructura, con el proceso del diseño sismorresistente se optó por añadir muros de corte o placas para cumplir con los límites de desplazamiento que rige la Norma E.030
Medidas preventivas y protección del proyecto ante un sismo	En la edificación de 05 niveles con 1 sótano y 1 semisótano, mediante la aplicación de la norma E.030 se determinará sus esfuerzos y desplazamientos más críticos con el fin de tener una mejor respuesta de la estructura ante las cargas sísmicas dadas en la zona de Huaraz-Ancash.
Planteamiento proceso de diseño en base a la arquitectura	Se observará que el diseño arquitectónico cuenta con su propio proceso de distribución de vigas y columnas por lo cual se aceptará para el modelo de cálculo y así proceder a la verificación de resultados. De igual manera se evaluará en base al uso para la edificación y al tipo de zona sísmica pertenece según rige la norma E.030, E.020, E.060.
Dimensiones estructurales	Se observa que las dimensiones estructurales propuestas en la arquitectura son las que se requiere para el diseño del proyecto.
Modelamiento y análisis	Los planos arquitectónicos en REVIT se vincularán a ROBOT para su modelamiento y análisis en base a las plantas arquitectónicas.

Anexo.

3. CONSTANCIAS DE VALIDACIÓN

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Cristian L. Orellana Chávez
titular del DNI N° 42842742, de profesión Ingeniero Civil
N° CIP 178052 ejerciendo actualmente como
Ingeniero Residente, en Municipalidad Distrital de Independencia

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020 con fines de Validación del Instrumento (Ficha de Recolección de Datos) de la Universidad Cesar Vallejo de los siguientes autores.

- Colonia Vitorio, Yesenia Rocío.
- Valentín Duran, Synthia Andrea.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Huaraz, a los 19 días del mes de Mayo del 2020

 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
Cristian L. Orellana Chávez
INGENIERO CIVIL
CIP N° 178052

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Alisa Arambur Iber Nelson,
titular del DNI N° 47836998, de profesión Ing. Civil,
N° CIP 218925 ejerciendo actualmente como
Ingeniero Consultor, en Independiente.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020 con fines de Validación del instrumento (Ficha de Recolección de Datos) de la Universidad Cesar Vallejo de los siguientes autores.

- Colonia Vitorio, Yesenia Rocío.
- Valentin Duran, Synthia Andrea.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Pertinencia			X	

En Huaraz, a los 01 días del mes de mayo del 2020



ALISA ARAMBUR IBER NELSON
INGENIERO CONSULTOR
D.N.I. N° 47836998
C.I.P. N° 218925

CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo, Luis Aaron Colonia Vitorio
titular del DNI N° 70371842 de profesión Ing. Civil
N° CIP 237024 ejerciendo actualmente como
Jefe de Departamento Técnico en Municipalidad Pross. Carhuaz.

Por medio de la presente hago constatar que he revisado la tesis titulada: Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismoresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020 con fines de Validación del instrumento (Ficha de Recolección de Datos) de la Universidad Cesar Vallejo de los siguientes autores.

- Colonia Vitorio, Yesenia Rocío.
- Valentín Duran, Synthia Andrea.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	Deficiente	Aceptable	Bueno	Excelente
Congruencia de ítems			X	
Amplitud de contenido			X	
Redacción de los ítems			X	
Claridad y precisión			X	
Perfina			X	

En Huaraz, a los 01 días del mes de mayo del 2020


Luis Aaron Colonia Vitorio
Ingeniero Civil
CIP N° 237024

Anexo.

4. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS.



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

MEMORIA DE CALCULOS

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar
Solicitado : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia C-1 mab-1
Lugar : Carretera antigua Taclan s/n - Huaraz Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

Usando datos de Ensayo de Corte Directo

Características del Suelo 1 de 3

Estrato de Apoyo	Arena arcillosa con grava	SC
Angulo de Fricción Interna	: 37.9 Grados =	0.6616
Cohesión	: 0.08 Kg/cm ²	0.81 Ton/m ²
Peso Unit. del suelo encima de Df	: $\gamma_1 =$	1.80 Ton/m ³
Peso Unit. del suelo debajo de Df	: $\gamma_2 =$	0.80 Ton/m ³
Espesor del estrato	: E =	5.00 m.
Profundidad de Nivel Freatico	: NF =	-- m.

Características de la Edificación

Carga de Servicio de la Estructura	: $Q_{ser} =$	128.00 Ton
Carga Muerta + Carga Viva + Sismo	: $Q_{mvs} =$	128.50 Ton
Carga Horizontal	: H =	0.00 Ton
Angulo de Inclinación de la carga	: $\theta =$	0.00 grados
Distorsión Angular	: $\alpha =$	1/150
Luces entre Columnas	: L =	5.00 m
Asentamiento tolerable calculado	: $\delta_C =$	3.33 cm
Asentamiento tolerable asumido	: $\delta =$	2.50 cm

PARAMETROS DE SUELO

Relación D/B	=	0.714286 <=	5	OK!!!!!!
Esfuerzo Geostático efectivo σ	=	3.840 Ton/m ²		

CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

SEGÚN TERZAGHI (1943)

Considerar Falla por corte Local (S/N)?	=	S		
ϕ_{corr}	=	27.43 Grados		0.4788 Radianes
c'	=	0.05 Kg/cm ²		
ϕ'	=	0.48 Radianes		
c'	=	0.05 Kg/cm ²		0.54 Ton/m ²
Factores de capacidad de Carga				
$Kp\gamma$	=	43.0766	a =	3.00
N_c	=	30.24		
N_o	=	16.70		
N_y	=	13.93		

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Elio Alejandro Wanda Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 42832

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS

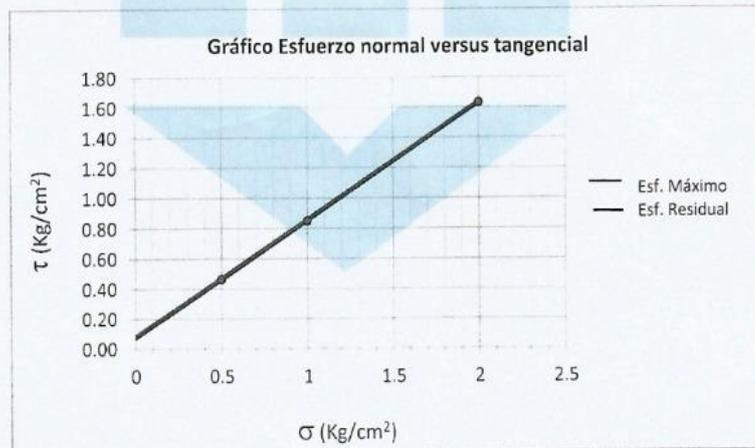
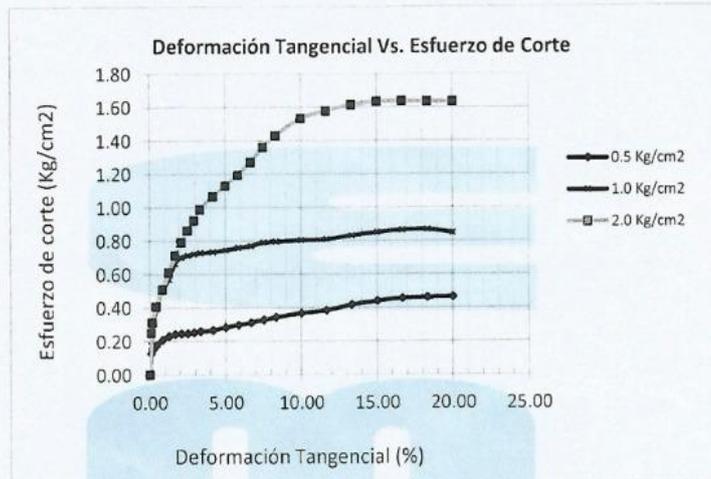
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS

OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS (NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar
Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
Calicata : C-1 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.



Resistencia Máxima:

$$C = 0.08 \text{ Kg/cm}^2$$
$$\phi (\text{°}) = 37.91 \text{ °}$$

Resistencia Residual:

$$C = 0.07 \text{ Kg/cm}^2$$
$$\phi (\text{°}) = 37.93 \text{ °}$$

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing° Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG° GIP N° 42932

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

CAPACIDAD DE CARGA POR CORTE

Tipo de Cimentación : Cuadrada = 1
Rectangular = 2 2 de 3
Corrida = 3
Losas de Cimentación = 4

Tipo de Cimentación : 4 Losa de cimentación
Profundidad de desplante Df: 2.0 m. γ a nivel de desplante 1.80
q = 3.60 Ton/m²

Ancho B (m)	Largo L (m)	Sc	S γ	qult (Kg/cm ²)	q adm (Kg/cm ²)
8.00	10.00	1.30	1.30	22.11	7.37
9.00	15.50	1.30	1.30	23.49	7.83
10.00	18.00	1.30	1.30	24.87	8.29
12.00	20.00	1.30	1.30	27.64	9.21

Tipo de Cimentación : 1 Cuadrada
Profundidad de desplante Df: 2.0 m. γ a nivel de desplante 1.80
q = 3.60 Ton/m²

Ancho B (m)	Largo L (m)	Sc	S γ	qult (Kg/cm ²)	q adm (Kg/cm ²)
2.50	2.50	1.30	1.30	12.21	4.07
2.80	2.80	1.30	1.30	12.70	4.23
3.50	3.50	1.30	1.30	13.84	4.61
4.00	4.00	1.30	1.30	14.66	4.89

Tipo de Cimentación : 3 Corrida
Profundidad de desplante Df: 2.0 m. γ a nivel de desplante 1.80
q = 3.60 Ton/m²

Ancho B (m)	Largo L (m)	Sc	S γ	qult (Kg/cm ²)	q adm (Kg/cm ²)
1.00	1.00	1.00	1.00	8.90	2.97
1.50	1.00	1.00	1.00	9.53	3.18

Factor de seguridad por corte FS = 3.00

Por tanto para las condiciones de carga, elegimos las siguientes características:

Ancho de cimentación : B' = 2.80 m.
Longitud de cimentación : L' = 2.80 m.
Profundidad de Desplante : Df = 2.00 m.
Carga aplicada para corte : q_{apl-corte} = 1.63 Kg/cm²
Carga aplicada para asentamiento : q_{apl-asent} = 1.64 Kg/cm² 16.39
Capacidad de carga por corte : 12.70 Kg/cm² = 1.25 Mpa
Y el Factor de Seguridad por Corte es de: 7.78
Capacidad Admisable por corte = 4.23 Kg/cm² =

042315
Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 42932

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

CALCULO DE ASENTAMIENTOS

DATOS:		3 de 3
Módulo de Poisson	$\mu =$	0.2
Módulo de elasticidad	$E_s =$	1171 Tn/m ² (del ensayo de corte directo)
Factor de forma	$m (L/B) =$	1.00
	I_f (esquina cim. flexible) =	0.56
	I_p (centro cim. rigida = 2x lfx 80%) =	0.898
	I_f	0.898
Asentamiento Total probable	$S_i =$	3.38 cm
Asentamiento Diferencial probable	$S_d =$	2.54 cm
Asentamiento admisible	$d =$	2.50 cm
Factor de corrección	$k =$	0.74
CAPACIDAD ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO:		
La capacidad admisible por asentamiento es:		
$q_{adm \times asent} =$	1.21 Kg/cm² =	0.12 Mpa

CALCULO DE LA PRESIÓN ADMISIBLE

q_{adm}	$=$	1.21 kg/cm ² =	0.12 Mpa
δ_{Total}	$=$	3.38 cm	
$\delta_{Diferencial}$	$=$	2.54 cm	

* Parámetros y valores válidos solamente para las condiciones descritas.

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42832



HOJA RESUMEN - ENSAYOS ESTANDAR - CLASIFICACIÓN SUCS
(NTP 339.134, ASTM D 2487, MTC ANEXO 1)

Solicitud N° **S-013-2020**

PROYECTO : Construcción del Edificio Multifamiliar

SOLICITA : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia

Fecha : Marzo 2020

LUGAR : Carretera antigua Taclan s/n - Huaraz

Muestreado por : Y.D.T.

POZO N° MUESTRA PROFUNDIDAD		C-1 mab-1 0.00 - 1.60 m.
Porcentaje de material que pasa la malla de porción de material < 3"	3"	100.00
	1 1/2"	95.34
	3/4"	88.42
	3/8"	83.21
	# 4	77.55
	# 8	70.32
	# 16	60.67
	# 30	50.26
	# 50	42.58
# 100	33.25	
# 200	26.37	
Coef. de Uniformidad Cu		--
Coef. de Curvatura Cc		--
Porcentaje de Material	Grava Arena Finos	22.45 51.18 26.37
Mitad de Fracción Gruesa		36.81
Límites de	L.L.	24.0
	L.P.	16.0
Consistencia	I.P.	8.0
Humedad Natural (%)		10.89
Clasificación SUCS		SC
Descripción		Arena arcillosa con grava

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42932



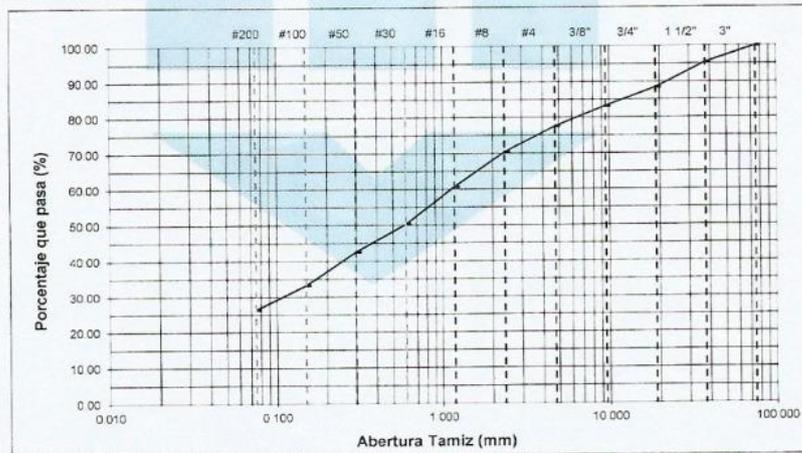
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO
 (NTP 339.128-1999)

Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar

Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
 Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
 Calicata : C-1 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.
 Masa Inicial Seca (gr) = 4074.90 % que pasa N° 200 = 26.37
 Masa Lavada y Seca (gr) = 3114.20 M. Retenido 3"(gr) = 0.00
 Tamaño Máximo : 1 1/2"

Abertura de Tamices ASTM E11	mm	Retenido en cada Tamiz		PORCENTAJE ACUMULADO	
		Masa (gr)	%	Retenido	Que pasa
3"	75.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	37.500	189.80	4.66	4.66	95.34
3/4"	19.000	282.10	6.92	11.58	88.42
3/8"	9.500	212.10	5.21	16.79	83.21
# 4	4.750	230.80	5.66	22.45	77.55
# 8	2.360	294.60	7.23	29.68	70.32
# 16	1.180	393.30	9.65	39.33	60.67
# 30	0.600	424.20	10.41	49.74	50.26
# 50	0.300	312.90	7.68	57.42	42.58
# 100	0.150	380.30	9.33	66.75	33.25
# 200	0.075	280.10	6.87	73.63	26.37
< 200	Fondo	113.50	2.79	76.41	23.59



% GRAVA	22.45	% Gruesa :	11.58	D60 (mm) =	1.143
% ARENA	51.18	% Fina :	10.87	D30 (mm) =	0.115
		% Gruesa :	7.23	D10 (mm) =	0.000
		% Media :	20.06	Coef. Unif. (Cu) =	--
% FINOS	26.37	% Fina :	23.89	Coef. Conc. (Cc) =	--

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

Ing° Elio Meléndez Milia Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832



CONTENIDO DE HUMEDAD DE UN SUELO
(NTP 339.127-1998)

Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar
Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
Calicata : C-1 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

DESCRIPCION		M - 1	M - 2
Peso Suelo Húmedo + Contenedor	Mcws	184.45	191.45
Peso Suelo Seco + Contenedor	Mcs	169.92	176.98
Peso Contenedor	Mc	39.05	41.38
Peso Suelo Seco (Mw=Mcws-Mcs)	Mw	130.87	135.60
Peso del Agua (Ms=Mcws-Mc)	Ms	14.53	14.47
Contenido de Humedad (w=Mw/Ms)	w	11.10	10.67

Humedad Promedio (%)	10.89
-----------------------------	--------------

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Elio Vergara Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42832



EMV LABORATORIOS Y CONSTRUCCIÓN E.I.R.L.

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ENSAYO DE MATERIALES, CONCRETO Y PAVIMENTOS
LABORATORIO QUÍMICO DE SUELOS Y AGUAS
OBRAS Y PROYECTOS DE INGENIERÍA

PESO ESPECÍFICO RELATIVO DE LAS PARTÍCULAS SÓLIDAS DE UN SUELO (NPT 339.131-1999)

Solicitud N° S-013-2020

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar

Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia

Fecha : Marzo 2020

Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz

Muestreado por : Y.D.T.

Calicata : C-1

Muestra : mab-1

Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

Muestra de Ensayo		M-1	M-2
Porción de muestra de ensayo		Pasa Malla # 4	Pasa Malla # 4
Tipo de Frasco Utilizado		Picnómetro 500 ml	Picnómetro 500 ml
Masa picnómetro+ agua	gr (M _a)	673.30	705.50
Masa picnómetro+ agua + suelo	(M _b)	754.50	786.60
Masa muestra seco al horno + recip.	gr (A)	130.10	130.10
Masa recipiente	gr (B)	0.00	0.00
Masa muestra de suelo seco al horno (M _c = A-B)	gr (M _c)	130.10	130.10
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs = M _c /(M _a +(M _b -M _a)))		2.66	2.66
Peso Específico Relativo de Sólidos (Gs) (B/E)		2.66	

Observación:

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing° Elio Alejandro Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP N° 42632

Laboratorio: Prolongación Caraz N° 1019 - Huaraz - Teléfono: (043) 423668

Jr. Ramón Castilla N° 939 - Huaraz - Telefax (043) 422315 Celular 944-931238 RPM: *669956 Email: emvlabyconst@hotmail.com



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD DE SUELOS
(NTP 339.129-1999)

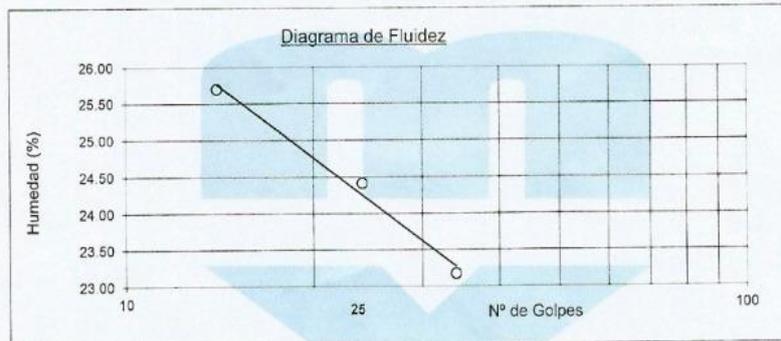
Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar

Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
Calicata : C-1 Muestra: mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO

N° de golpes	14	24	34
P.Suelo Húmedo+Rec.	34.45	37.62	37.67
P.Suelo Seco+Rec.	30.86	32.85	33.67
Peso del Recipiente	16.89	13.31	16.41
Peso Suelo Seco	13.97	19.54	17.26
Peso del Agua	3.59	4.77	4.00
C. de Humedad %	25.70	24.41	23.17



DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO

P.Suelo Húmedo+Rec.	20.49	19.96
P.Suelo Seco+Rec.	19.70	19.25
Peso del Recipiente	14.95	14.83
Peso Suelo Seco	4.75	4.42
Peso del Agua	0.79	0.71
C. de Humedad %	16.63	18.06

Limite Liquido = **24.0**

Limite Plástico = **16.0**

Índice Plasticidad = **8.0**

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
ing° Elio Alejandro Milia Vergara
INGENIERO CIVIL
REG° CIP N° 42832



CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
(NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar
Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
Calicata : C-1 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

Tipo de dispositivo : Cuadrado de bronce Especimen de ensayo: Remoldeada

Descripción	Unidades	ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03	
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final
DIMENSIONES DEL ESPECIMEN							
Ancho (B)	cm	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Espesor (e)	cm	2.000	1.972	2.000	1.970	2.000	1.968
Area	cm ²	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00
Volumen	cm ³	72.00	70.97	72.00	70.92	72.00	70.83
PESO DEL ESPECIMEN							
Peso húmedo suelo + M.	gr.	129.60	136.06	129.60	136.23	129.60	133.75
Peso del molde	gr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Peso húmedo espécimen	gr	129.60	136.06	129.60	136.23	129.60	133.75
CONTENIDO DE HUMEDAD							
Peso Suelo húm + recip.	gr.	184.45	54.87	184.45	87.87	184.45	50.29
Peso Suelo seco + recip.	gr.	169.92	48.36	169.92	80.50	169.92	45.02
Peso del recipiente	gr.	39.05	7.89	39.05	35.06	39.05	8.18
Humedad (w)	%	11.10	16.09	11.10	16.22	11.10	14.31
PESO UNITARIO							
Peso Unitario húmedo (γ)	gr/cm ³	1.80	1.92	1.80	1.92	1.80	1.89
Peso Unitario seco (γ_d)	gr/cm ³	1.62	1.65	1.62	1.65	1.62	1.65

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
Ing. Elia Alejandra Milla Vergara
INGENIERO CIVIL
REG. CIP. N° 42832



CORTE DIRECTO DE SUELOS BAJO CONDICIONES CONSOLIDADAS NO DRENADAS
 (NTP 339.171-2002)

Solicitud N° **S-013-2020**

Proyecto : Construcción del Edificio Multifamiliar
 Solicita : Colonia Vittorio Yesenia y Valentin Duran Synthia Fecha : Marzo 2020
 Lugar : Carretera antigua Tacllan s/n - Huaraz Muestreado por : Y.D.T.
 Calicata : C-1 Muestra : mab-1 Profundidad : 0.00 - 1.60 m.

Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.50	1.00	2.00
-----------------	--------------------	------	------	------

ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)	Deformac. tangencial (%)	Lectura fuerza de corte (Kg)	Esfuerzo de corte (Kg/cm ²)
0.00	0.121	0.00337	0.00	0.121	0.00337	0.00	0.121	0.00337
0.08	4.626	0.12851	0.08	6.328	0.17578	0.08	9.031	0.25087
0.17	5.327	0.14798	0.17	10.333	0.28702	0.17	11.234	0.31204
0.42	6.328	0.17578	0.42	14.237	0.39547	0.42	14.637	0.40659
0.83	7.530	0.20915	0.83	18.141	0.50392	0.83	18.341	0.50948
1.25	8.330	0.23140	1.25	20.544	0.57066	1.25	21.945	0.60959
1.67	8.731	0.24252	1.67	23.948	0.66521	1.67	25.649	0.71248
2.08	8.831	0.24530	2.08	25.249	0.70136	2.08	28.453	0.79035
2.50	8.931	0.24809	2.50	25.649	0.71248	2.50	30.955	0.85987
2.92	9.131	0.25365	2.92	25.950	0.72083	2.92	33.158	0.92105
3.33	9.332	0.25921	3.33	26.250	0.72917	3.33	35.560	0.98779
4.17	9.632	0.26755	4.17	26.450	0.73473	4.17	38.363	1.06565
5.00	10.233	0.28424	5.00	26.851	0.74585	5.00	40.666	1.12961
5.83	10.733	0.29814	5.83	27.351	0.75976	5.83	42.968	1.19357
6.67	11.234	0.31204	6.67	27.752	0.77088	6.67	45.772	1.27143
7.50	11.834	0.32873	7.50	28.453	0.79035	7.50	48.975	1.36042
8.33	12.335	0.34263	8.33	28.653	0.79591	8.33	51.478	1.42994
10.00	13.236	0.36766	10.00	28.953	0.80425	10.00	55.182	1.53283
11.67	13.836	0.38435	11.67	29.153	0.80981	11.67	56.784	1.57732
13.33	15.038	0.41772	13.33	29.954	0.83206	13.33	58.085	1.61347
15.00	15.839	0.43996	15.00	30.655	0.85153	15.00	58.786	1.63294
16.67	16.439	0.45665	16.67	31.156	0.86543	16.67	58.886	1.63572
18.33	16.640	0.46221	18.33	31.256	0.86821	18.33	58.786	1.63294
20.00	16.740	0.46499	20.00	30.555	0.84875	20.00	58.786	1.63294

* Muestreo e identificación realizada por el solicitante

COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU
 Ing. Elio Milia Vergara
 INGENIERO CIVIL
 REG. CIP N° 42832

Anexo.

5. ZONIFICACIÓN DEL TERRITORIO NACIONAL, NTP E.030.

ZONAS SÍSMICAS



Fuente: NTP E.030. Mayo – 2020

Anexo.

6. CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR “U”.

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos de salud del Sector Salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	<p>A2: Edificaciones esenciales cuya función no debería interrumpirse inmediatamente después de que ocurra un sismo severo tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1. - Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones. Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía. - Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua. <p>Todas aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre, tales como instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</p> <p>Se incluyen edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</p> <p>Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</p>	1,5
B Edificaciones Importantes	<p>Edificaciones donde se reúnen gran cantidad de personas tales como cines, teatros, estadios, coliseos, centros comerciales, terminales de buses de pasajeros, establecimientos penitenciarios, o que guardan patrimonios valiosos como museos y bibliotecas.</p> <p>También se considerarán depósitos de granos y otros almacenes importantes para el abastecimiento.</p>	1,3
C Edificaciones Comunes	Edificaciones comunes tales como: viviendas, oficinas, hoteles, restaurantes, depósitos e instalaciones industriales cuya falla no acarree peligros adicionales de incendios o fugas de contaminantes.	1,0
D Edificaciones Temporales	Construcciones provisionales para depósitos, casetas y otras similares.	Ver nota 2

Fuente: NTP E.030. Mayo – 2020

Anexo.

7. CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES.

Tabla N° 6		
CATEGORÍA Y SISTEMA ESTRUCTURAL DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Sistema Estructural
A1	4 y 3	Aislamiento Sísmico con cualquier sistema estructural.
	2 y 1	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
A2 (*)	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada.
	1	Cualquier sistema.
B	4, 3 y 2	Estructuras de acero tipo SMF, IMF, SCBF, OCBF y EBF. Estructuras de concreto: Pórticos, Sistema Dual, Muros de Concreto Armado. Albañilería Armada o Confinada. Estructuras de madera
	1	Cualquier sistema.
C	4, 3, 2 y 1	Cualquier sistema.

(*) Para pequeñas construcciones rurales, como escuelas y postas médicas, se podrá usar materiales tradicionales siguiendo las recomendaciones de las normas correspondientes a dichos materiales.

Fuente: NTP E.030. Mayo – 2020

Anexo.

**8. SISTEMAS ESTRUCTURALES Y COEFICIENTE BÁSICO DE REDUCCIÓN
DE LAS FUERZAS SÍSMICAS (RO)**

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada.	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: NTP E.030. Mayo – 2020

Anexo.

9. RESTRICCIONES DE IRREGULARIDAD

Tabla N° 10 CATEGORÍA Y REGULARIDAD DE LAS EDIFICACIONES		
Categoría de la Edificación	Zona	Restricciones
A1 y A2	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades
	1	No se permiten irregularidades extremas
B	4, 3 y 2	No se permiten irregularidades extremas
	1	Sin restricciones
	4 y 3	No se permiten irregularidades extremas
C	2	No se permiten irregularidades extremas excepto en edificios de hasta 2 pisos u 8 m de altura total
	1	Sin restricciones

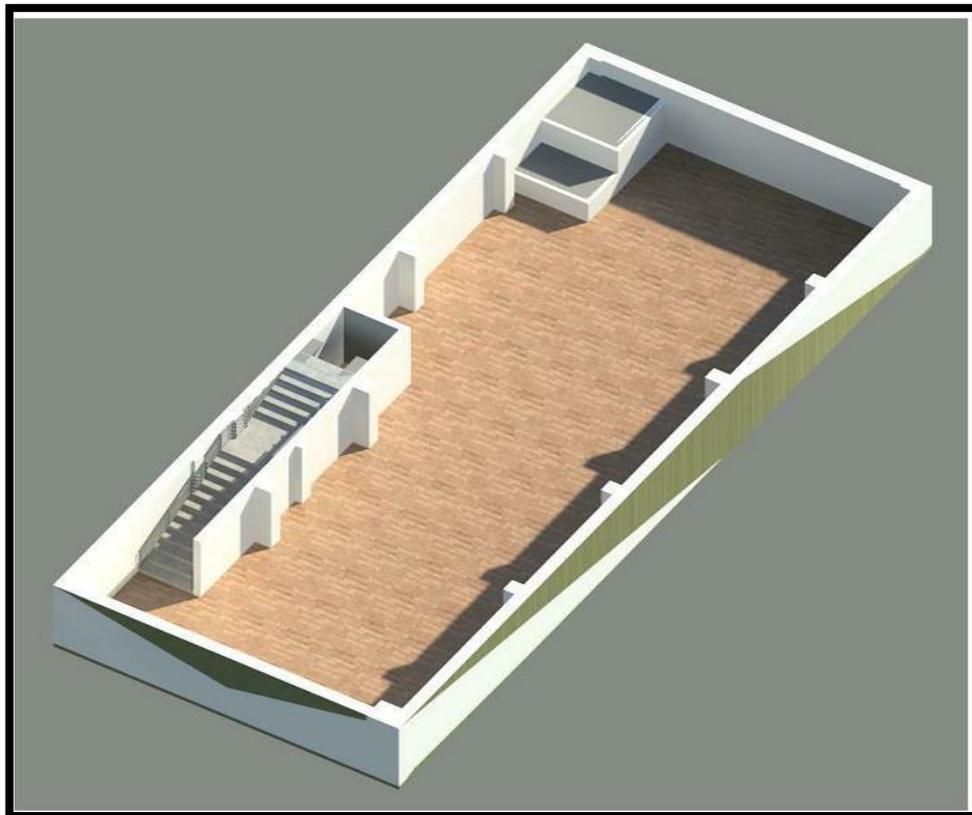
Fuente: NTP E.030. Mayo – 2020

Anexo.

**10. DISTRIBUCIÓN DE SÓTANO Y SEMISÓTANO, EJECUTADO EN REVIT
2019.**



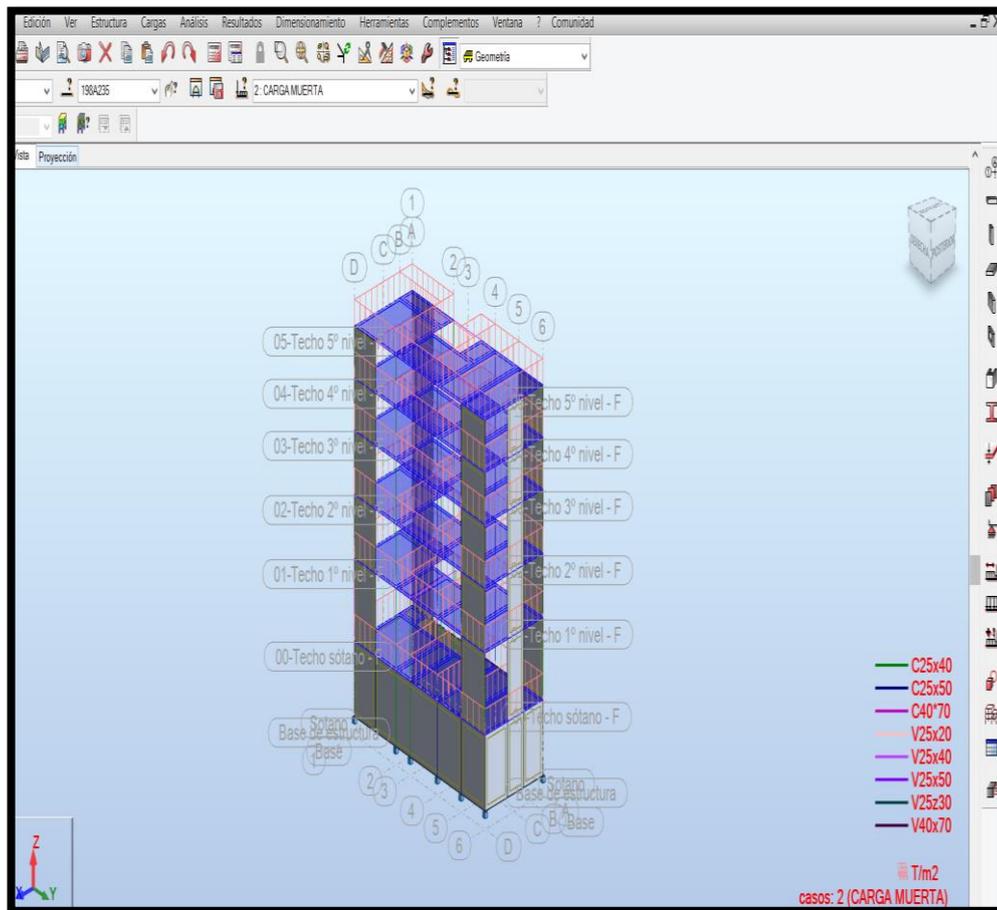
Fuente: elaboración propia, REVIT 2019. Mayo – 2020.



Fuente: elaboración propia, REVIT 2019. Mayo – 2020.

Anexo.

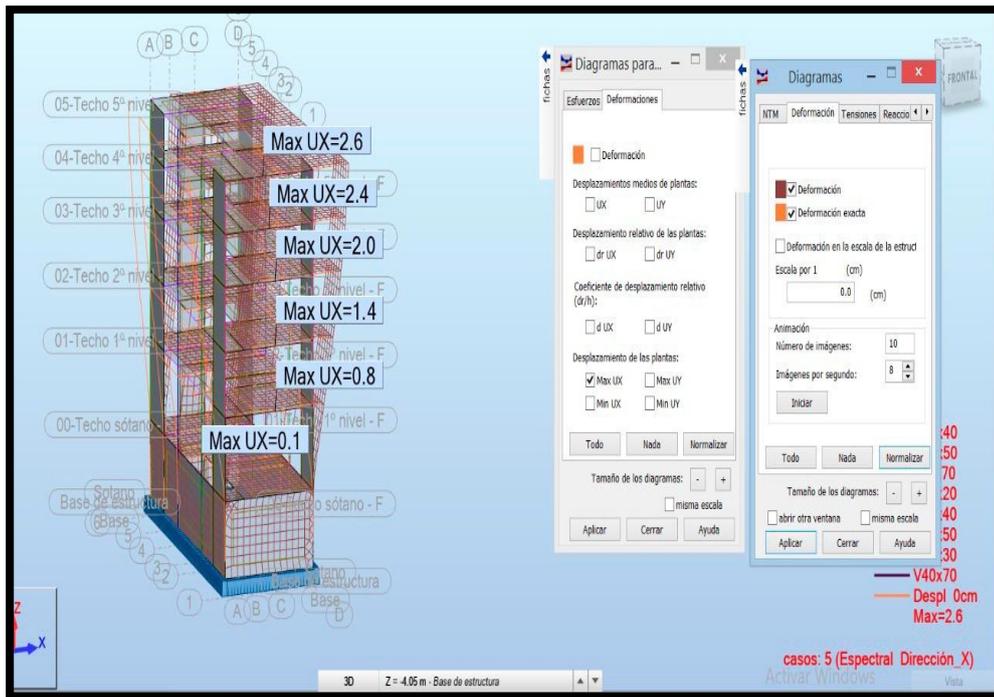
11. APLICACIÓN DE LA CARGA MUERTA



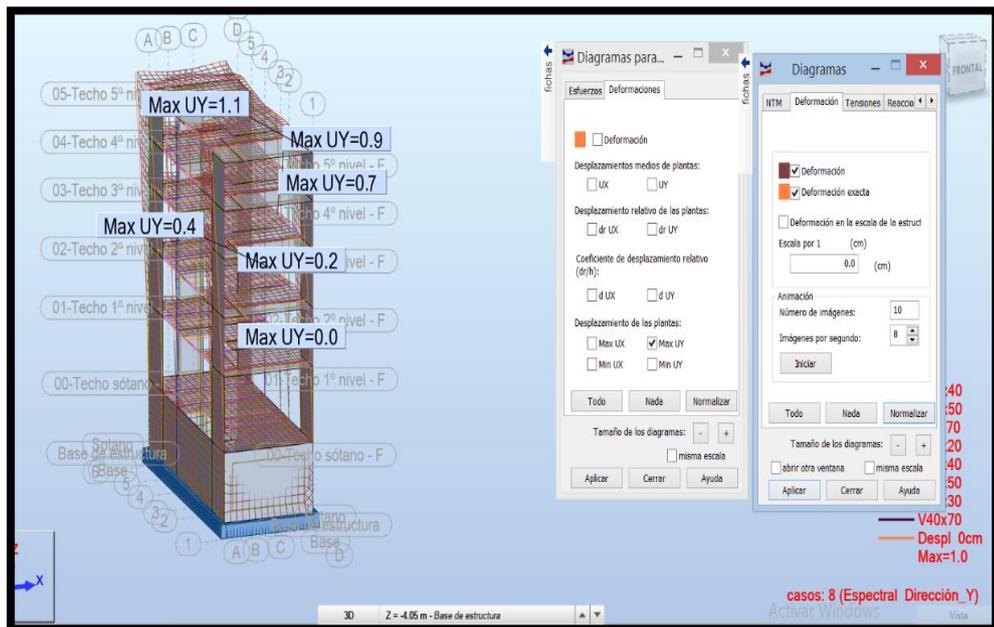
Fuente: elaboración propia, Robot Structural 2021. Junio – 2020.

Anexo.

12. DESPLAZAMIENTO MÁXIMO DE PLANTAS XX – YY.



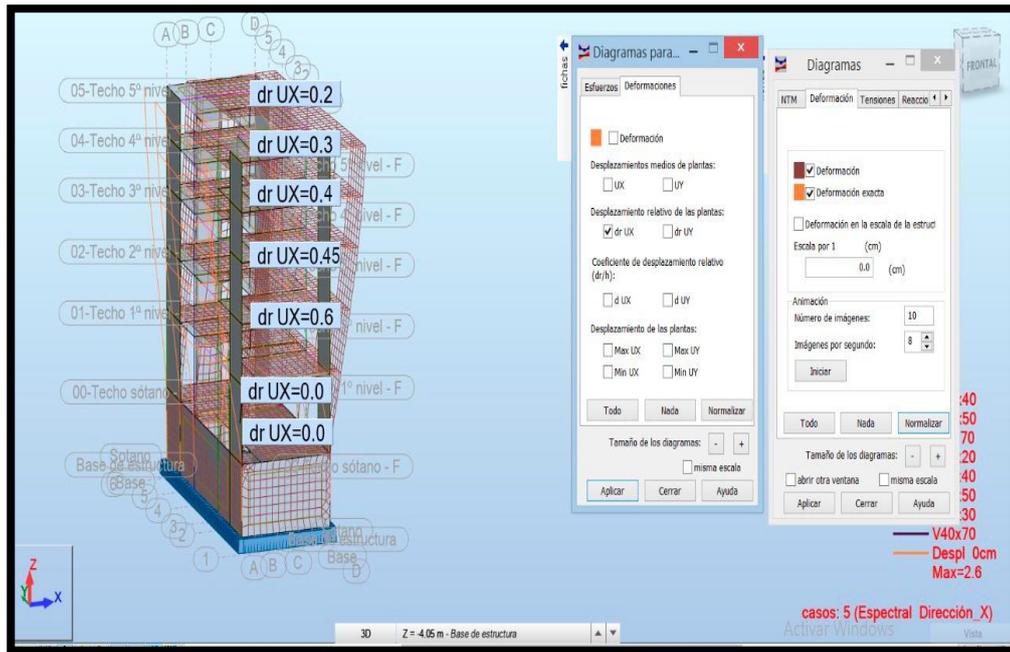
Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021. Junio – 2020.



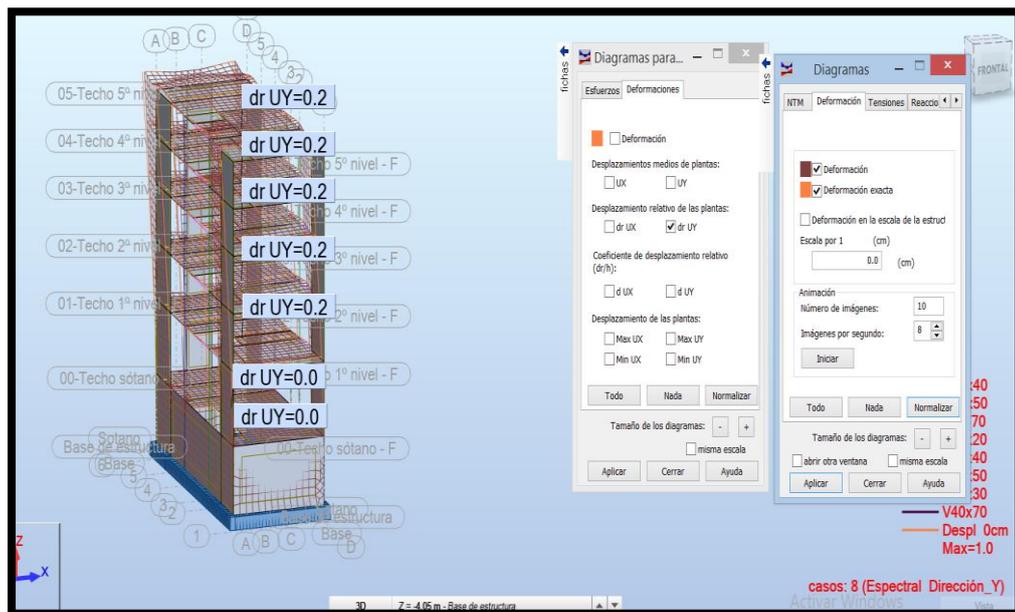
Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2021. Junio – 2020.

Anexo.

13. DESPLAZAMIENTO RELATIVO DE PLANTAS EN XX - YY.



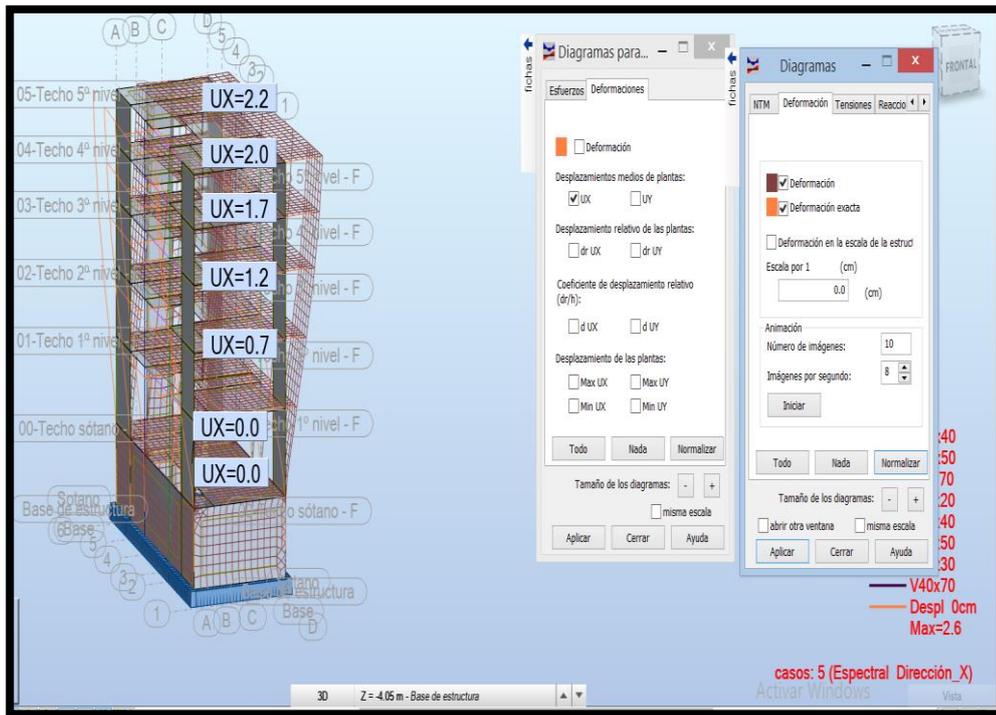
Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Profesional 2021. Junio – 2020.



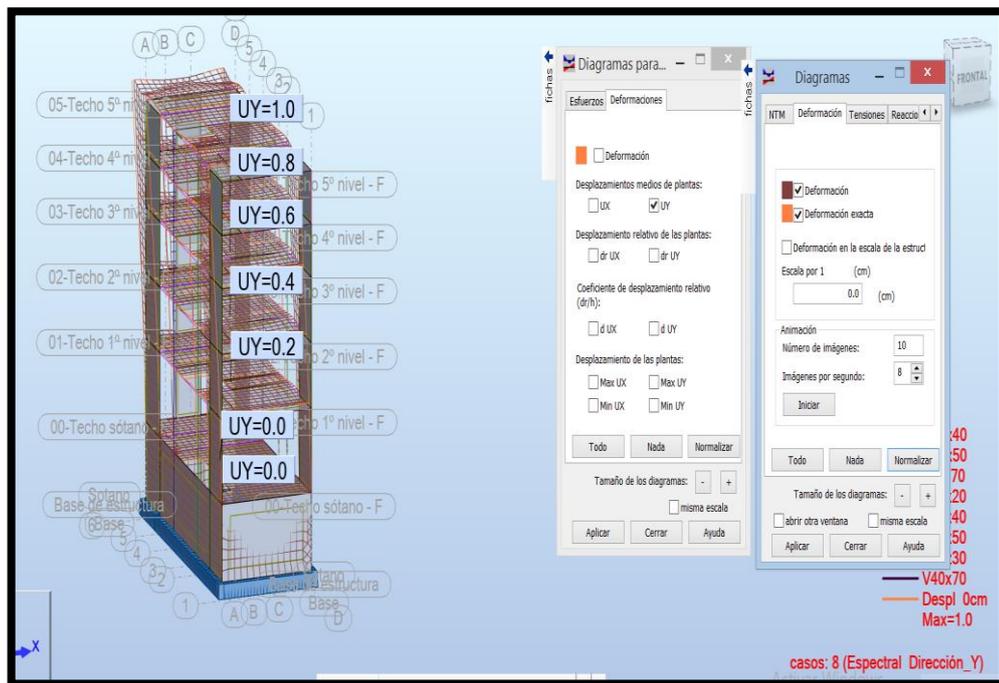
Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Profesional 2021. Junio – 2020.

Anexo.

14. DESPLAZAMIENTOS MEDIOS DE PLANTAS EN XX - YY.



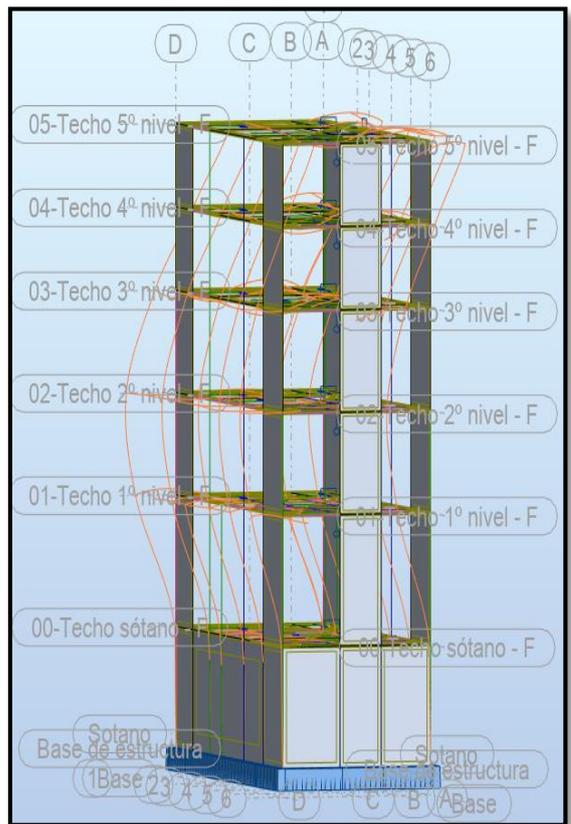
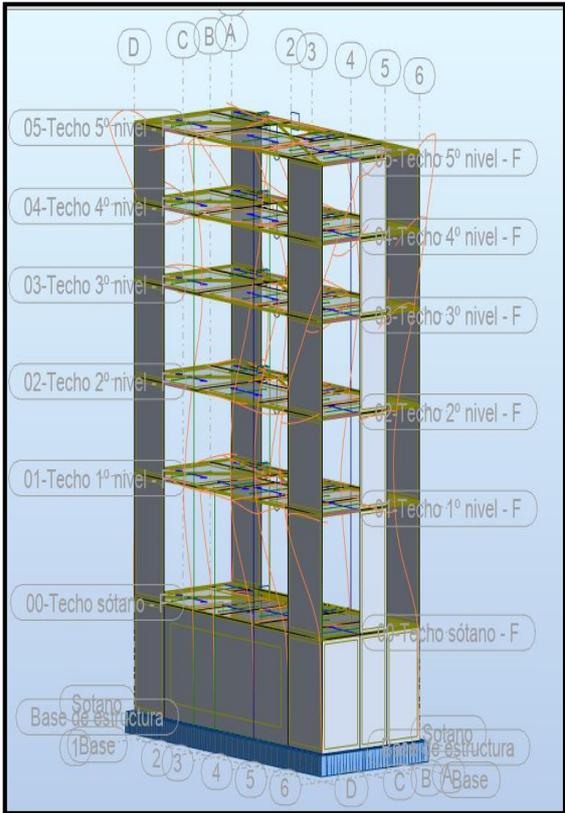
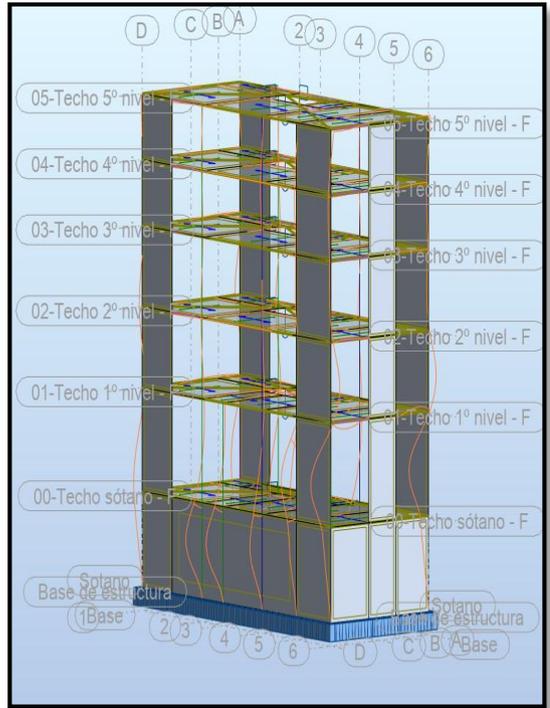
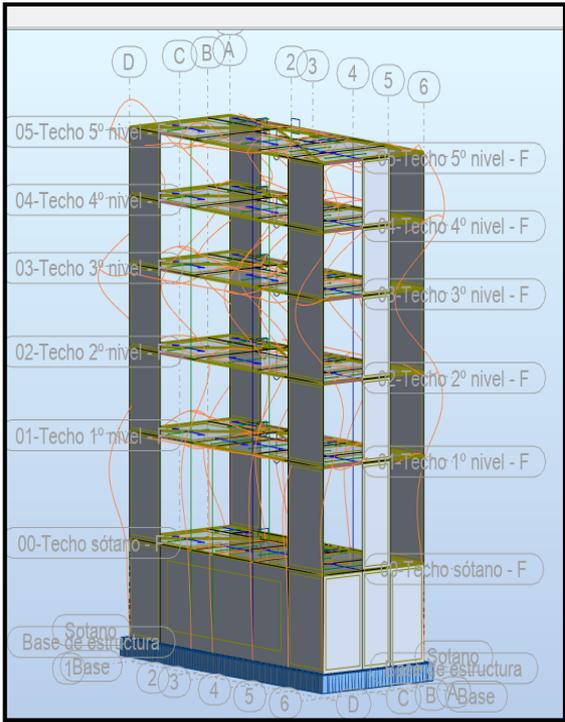
Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Profesional 2021. Junio – 2020.

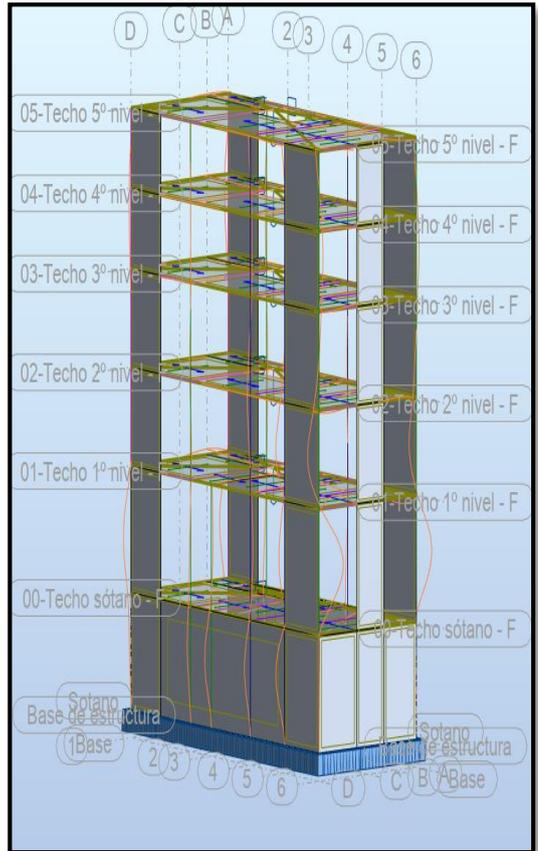
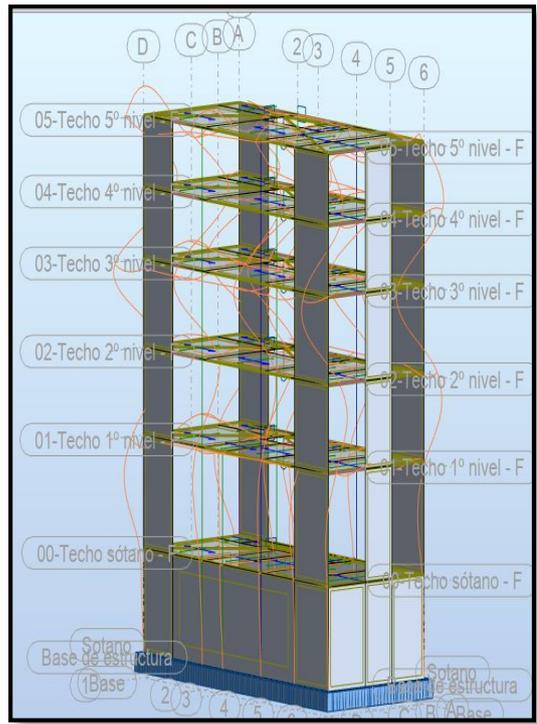
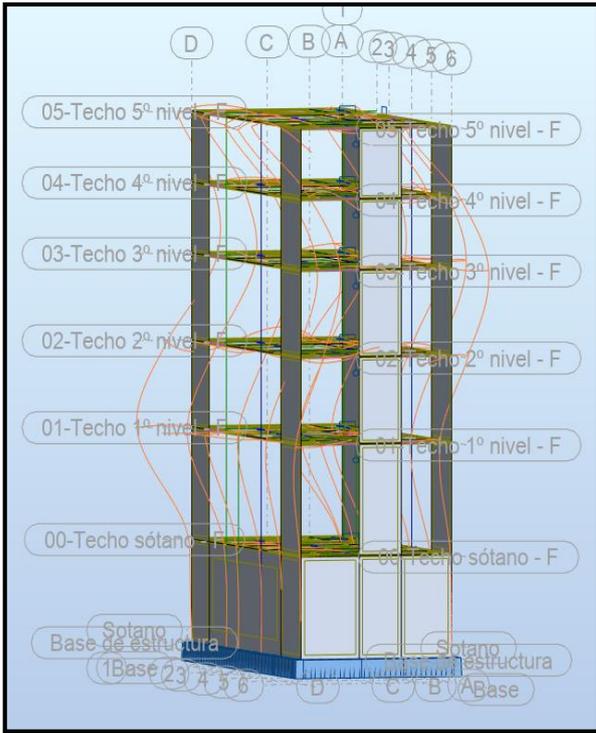


Fuente: elaboración propia, Autodesk Robot Structural Analysis Profesional 2021. Junio – 2020.

Anexo.

15. MODOS DE VIBRACIÓN ESPECTRAL XX-YY





Anexo.

16. CÁLCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACIONES

CÁLCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO – ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z
	ZONA 3 ▼	0.35

Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCIÓN	S	Tp	Tl
	S2 ▼	Suelos Intermedios	1.15	0.60	2.00

Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U	OBSERVACIONES
	"C" Edificaciones Comunes ▼	1.00	Revisar tabla N°6 E030-2014

Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL "R"	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro
	DIR X-X	Sistema Dual ▼	7
	DIR Y-Y	Sistema Dual ▼	7

Tabla N°8 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA			la Dir X-X	la Dir Y-Y
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Rigidez	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Extrema de Resistencia	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad de Masa o Peso	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Irregularidad Geométrica Vertical	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		1.00	1.00

Tabla N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA			Ip Dir X-X	Ip Dir Y-Y
Irregularidad Torsional	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Irregularidad Torsional Extrema	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Esquinas Entrantes	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Discontinuidad del Diafragma	<input type="checkbox"/> AMBAS DIRECCIONES		1.00	1.00
Sistemas no Paralelos	<input type="checkbox"/> DIR X-X	<input type="checkbox"/> DIR Y-Y	1.00	1.00
Tener en cuenta las restricciones de la tabla N° 10	Se toma el valor mas critico		1.00	1.00

CÁLCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO – ACELERACIONES (NORMA E030-2014/DS-003-2016)

RESUMEN

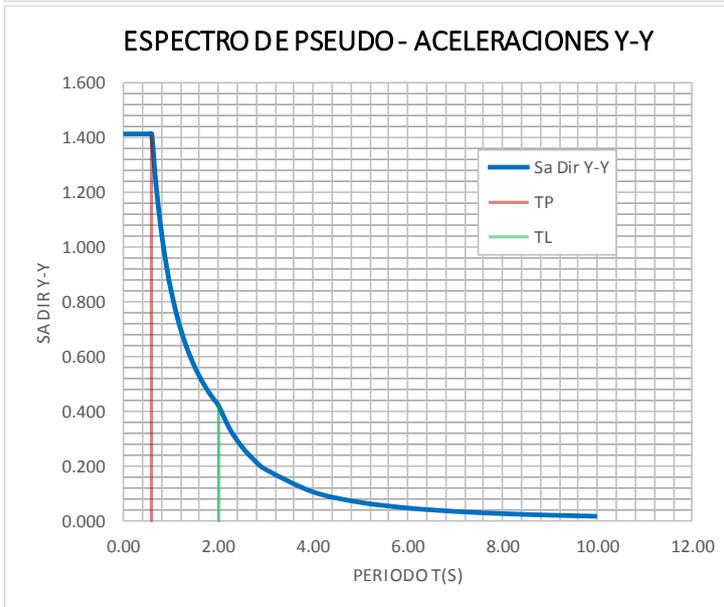
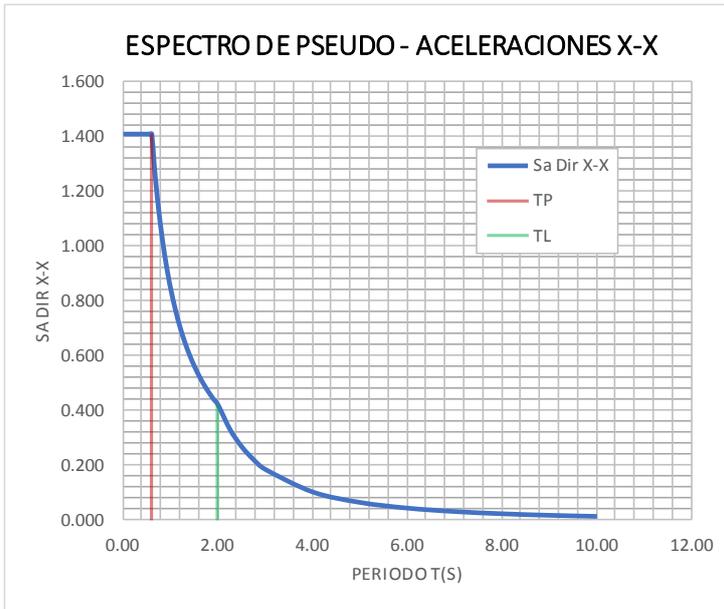
DATOS	FACTORES	DATOS	DIR X-X	DIR Y-Y
Z	0.35	R ₀	7	7
U	1.00	I _a	1.00	1.00
S	1.15	I _p	1.00	1.00
T _P	0.60	R	7	7
T _L	2.00	g	9.81 m/s ²	

$$S_a = \frac{Z \cdot U \cdot C \cdot S}{R} \cdot g \quad R = R_0 \cdot I_a \cdot I_p$$

$$T < T_P \quad C = 2,5$$

$$T_P < T < T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P}{T}\right)$$

$$T > T_L \quad C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_P \cdot T_L}{T^2}\right)$$



C	T	Sa Dir X-X	Sa Dir Y-Y
2.50	0.00	1.410	1.410
2.50	0.02	1.410	1.410
2.50	0.04	1.410	1.410
2.50	0.06	1.410	1.410
2.50	0.08	1.410	1.410
2.50	0.10	1.410	1.410
2.50	0.12	1.410	1.410
2.50	0.14	1.410	1.410
2.50	0.16	1.410	1.410
2.50	0.18	1.410	1.410
2.50	0.20	1.410	1.410
2.50	0.25	1.410	1.410
2.50	0.30	1.410	1.410
2.50	0.35	1.410	1.410
2.50	0.40	1.410	1.410
2.50	0.45	1.410	1.410
2.50	0.50	1.410	1.410
2.50	0.55	1.410	1.410
2.50	0.60	1.410	1.410
2.31	0.65	1.302	1.302
2.14	0.70	1.209	1.209
2.00	0.75	1.128	1.128
1.88	0.80	1.058	1.058
1.76	0.85	0.995	0.995
1.67	0.90	0.940	0.940
1.58	0.95	0.891	0.891
1.50	1.00	0.846	0.846
1.36	1.10	0.769	0.769
1.25	1.20	0.705	0.705
1.15	1.30	0.651	0.651
1.07	1.40	0.604	0.604
1.00	1.50	0.564	0.564
0.94	1.60	0.529	0.529
0.88	1.70	0.498	0.498
0.83	1.80	0.470	0.470
0.79	1.90	0.445	0.445
0.75	2.00	0.423	0.423
0.59	2.25	0.334	0.334
0.48	2.50	0.271	0.271
0.40	2.75	0.224	0.224
0.33	3.00	0.188	0.188
0.19	4.00	0.106	0.106
0.12	5.00	0.068	0.068
0.08	6.00	0.047	0.047
0.06	7.00	0.035	0.035
0.05	8.00	0.026	0.026
0.04	9.00	0.021	0.021
0.03	10.00	0.017	0.017

Anexo.

17. MODOS DE VIBRACIÓN Y PERIODOS DE DIRECCIÓN X

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Período (Sec)	.UX	.UY	.UZ	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total de masa UX (kg)	Total de masa UY (kg)	Total de masa UZ (kg)
1	1.29	0.78	65.96	0	0	65.96	0	0	1069967.9	0	0
2	2.56	0.39	67.97	0	0	2.01	0	0	1069967.9	0	0
3	4.68	0.21	75.83	0	0	7.86	0	0	1069967.9	0	0
4	8.93	0.11	77.88	0	0	2.04	0	0	1069967.9	0	0
5	9.86	0.1	78.67	0	0	0.79	0	0	1069967.9	0	0
6	13.38	0.07	80.33	0	0	1.66	0	0	1069967.9	0	0
7	13.88	0.07	80.83	0	0	0.5	0	0	1069967.9	0	0
8	18.22	0.05	82.12	0	0	1.29	0	0	1069967.9	0	0
9	19.3	0.05	82.24	0	0	0.12	0	0	1069967.9	0	0
10	21.5	0.05	94.46	0	0	12.23	0	0	1069967.9	0	0
11	25.72	0.04	94.67	0	0	0.21	0	0	1069967.9	0	0
12	29.07	0.03	94.84	0	0	0.17	0	0	1069967.9	0	0
13	32.21	0.03	94.86	0	0	0.01	0	0	1069967.9	0	0
14	33.7	0.03	94.86	0	0	0	0	0	1069967.9	0	0
15	34.04	0.03	94.86	0	0	0	0	0	1069967.9	0	0
16	34.47	0.03	94.87	0	0	0	0	0	1069967.9	0	0
17	35.59	0.03	94.92	0	0	0.06	0	0	1069967.9	0	0
18	35.62	0.03	95.12	0	0	0.2	0	0	1069967.9	0	0
19	36.1	0.03	95.28	0	0	0.16	0	0	1069967.9	0	0
20	37.15	0.03	95.3	0	0	0.01	0	0	1069967.9	0	0

Caso/Mod o	Período (Sec)	.UX	Masas corr. UX (%)
1	0.78	65.96	65.96
2	0.39	67.97	2.01
3	0.21	75.83	7.86
4	0.11	77.88	2.04
5	0.1	78.67	0.79
6	0.07	80.33	1.66
7	0.07	80.83	0.50
8	0.05	82.12	1.29
9	0.05	82.24	0.12
10	0.05	94.46	12.23
11	0.04	94.67	0.21
12	0.03	94.84	0.17
13	0.03	94.86	0.01
14	0.03	94.86	0.00
15	0.03	94.86	0.00
16	0.03	94.87	0.00
17	0.03	94.92	0.06
18	0.03	95.12	0.20
19	0.03	95.28	0.16
20	0.03	95.3	0.01
		$\Sigma=$	95.28

Anexo.

18. MODOS DE VIBRACIÓN Y PERIODOS DE DIRECCIÓN Y

Caso/Modo	Frecuencia (Hz)	Período (Sec)	.UX	.UY	.UZ	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total de masa UX (kg)	Total de masa UY (kg)	Total de masa UZ (kg)
1	2.19	0.46	0	61.7	0	0	61.7	0	0	1069967.9	0
2	5.75	0.17	0	61.7	0	0	0	0	0	1069967.9	0
3	11.01	0.09	0	77.4	0	0	15.69	0	0	1069967.9	0
4	22.32	0.04	0	77.4	0	0	0	0	0	1069967.9	0
5	24.44	0.04	0	82.43	0	0	5.03	0	0	1069967.9	0
6	29.28	0.03	0	82.43	0	0	0	0	0	1069967.9	0
7	32.78	0.03	0	82.44	0	0	0	0	0	1069967.9	0
8	34.84	0.03	0	86.22	0	0	3.78	0	0	1069967.9	0
9	35.9	0.03	0	86.23	0	0	0.01	0	0	1069967.9	0
10	36.78	0.03	0	87.84	0	0	1.61	0	0	1069967.9	0
11	39.45	0.03	0	89.44	0	0	1.61	0	0	1069967.91	0
12	40.04	0.02	0	89.49	0	0	0.05	0	0	1069967.91	0
13	43.25	0.02	0	89.49	0	0	0	0	0	1069967.91	0
14	44.61	0.02	0	90.48	0	0	0.98	0	0	1069967.91	0
15	45.26	0.02	0	90.64	0	0	0.17	0	0	1069967.91	0
16	46.34	0.02	0	95.45	0	0	4.81	0	0	1069967.91	0
17	50.8	0.02	0	95.46	0	0	0.01	0	0	1069967.91	0
18	51.22	0.02	0	95.49	0	0	0.03	0	0	1069967.91	0
19	51.74	0.02	0	95.49	0	0	0.01	0	0	1069967.91	0
20	54.04	0.02	0	95.5	0	0	0	0	0	1069967.91	0

Caso/Mod o	Período (Sec)	.UY	Masas corr. UY (%)
1	0.46	61.7	61.70
2	0.17	61.7	0.00
3	0.09	77.4	15.69
4	0.04	77.4	0.00
5	0.04	82.43	5.03
6	0.03	82.43	0.00
7	0.03	82.44	0.00
8	0.03	86.22	3.78
9	0.03	86.23	0.01
10	0.03	87.84	1.61
11	0.03	89.44	1.61
12	0.02	89.49	0.05
13	0.02	89.49	0.00
14	0.02	90.48	0.98
15	0.02	90.64	0.17
16	0.02	95.45	4.81
17	0.02	95.46	0.01
18	0.02	95.49	0.03
19	0.02	95.49	0.01
20	0.02	95.5	0.00
		$\Sigma=$	95.49

Anexo.

19. CORTANTE BASAL DINÁMICO DIRECCIÓN X

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_X					
Modo 1						
Suma final	-78.51	0.00	0.00	0.08	-5.69	-0.41
Suma de reacciones <	-78.51	0.00	0.00	0.00	-977.44	600.41
Suma de esfuerzos	78.51	0.00	0.00	0.00	977.44	-600.36
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 2						
Suma final	-3.09	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
Suma de reacciones <	-3.09	0.00	0.00	0.00	-39.56	127.75
Suma de esfuerzos	3.09	0.00	0.00	0.00	39.56	-127.77
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 3						
Suma final	-12.10	0.00	0.00	0.02	-0.93	-0.05
Suma de reacciones <	-12.10	0.00	0.00	0.00	23.95	94.74
Suma de esfuerzos	12.10	0.00	0.00	0.00	-23.95	-94.74
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 4						
Suma final	-3.14	0.00	0.00	0.01	-0.41	-0.01
Suma de reacciones <	-3.14	0.00	0.00	0.00	-8.46	18.57
Suma de esfuerzos	3.14	0.00	0.00	0.00	8.46	-18.56
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 5						
Suma final	-1.22	0.00	0.00	0.00	-0.08	0.01
Suma de reacciones <	-1.22	0.00	0.00	0.00	-1.10	35.81
Suma de esfuerzos	1.22	0.00	0.00	0.00	1.10	-35.81
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 6						
Suma final	-2.55	0.00	0.00	0.01	-1.71	0.00
Suma de reacciones <	-2.55	0.00	0.00	0.00	2.85	16.61
Suma de esfuerzos	2.55	0.00	0.00	0.00	-2.85	-16.61
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 7						
Suma final	-0.77	0.00	0.00	0.00	0.09	0.00
Suma de reacciones <	-0.77	0.00	0.00	0.00	0.33	6.17
Suma de esfuerzos	0.77	0.00	0.00	0.00	-0.33	-6.17
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_X					
Modo 8						
Suma final	-1.98	0.00	0.00	0.00	-0.32	0.01
Suma de reacciones <	-1.98	0.00	0.00	0.00	-0.74	35.16
Suma de esfuerzos	1.98	0.00	0.00	0.00	0.74	-35.16
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 9						
Suma final	-0.18	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00
Suma de reacciones <	-0.18	0.00	0.00	0.00	-0.06	0.53
Suma de esfuerzos	0.18	0.00	0.00	0.00	0.06	-0.53
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 10						
Suma final	-18.81	0.00	0.00	0.04	-4.55	0.04
Suma de reacciones <	-18.81	0.00	0.00	0.00	10.74	177.86
Suma de esfuerzos	18.81	0.00	0.00	0.00	-10.74	-177.86
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 11						
Suma final	-0.32	0.00	0.00	0.00	-0.12	0.00
Suma de reacciones <	-0.32	0.00	0.00	0.00	0.34	-1.49
Suma de esfuerzos	0.32	0.00	0.00	0.00	-0.35	1.48
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 12						
Suma final	-0.26	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.01
Suma de reacciones <	-0.26	0.00	0.00	0.00	-0.06	-0.73
Suma de esfuerzos	0.26	0.00	0.00	0.00	0.06	0.73
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 13						
Suma final	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
Suma de reacciones <	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	-0.76
Suma de esfuerzos	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.75
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 14						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.01	0.08				

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_X					
Modo 15						
Suma final	-0.01	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
Suma de reacciones <	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.09	0.32
Suma de esfuerzos	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.09	-0.31
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.01	0.00				
Modo 16						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.00	0.08	-0.24
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.08	0.24
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 17						
Suma final	-0.09	0.00	0.00	0.00	-0.10	0.00
Suma de reacciones <	-0.09	0.00	0.00	0.00	0.37	0.93
Suma de esfuerzos	0.09	0.00	0.00	0.00	-0.37	-0.91
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Precisión:	0.01	0.00				
Modo 18						
Suma final	-0.31	0.00	0.00	0.00	-0.13	0.00
Suma de reacciones <	-0.31	0.00	0.00	0.00	0.26	-5.52
Suma de esfuerzos	0.31	0.00	0.00	0.00	-0.26	5.52
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 19						
Suma final	-0.25	0.00	0.00	0.00	-0.18	0.01
Suma de reacciones <	-0.25	0.00	0.00	0.00	0.69	0.67
Suma de esfuerzos	0.25	0.00	0.00	0.00	-0.70	-0.69
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01	-0.02
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 20						
Suma final	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.03	0.00
Suma de reacciones <	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.11	-1.55
Suma de esfuerzos	0.02	0.00	0.00	0.00	-0.11	1.55
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo SRSS						
Suma final	93.04	61.40	422.24	4.69	13.82	0.87
Suma de reacciones <	81.83	0.00	0.00	0.00	978.63	648.56
Suma de esfuerzos	81.83	0.00	0.00	0.00	978.63	648.53
Verificación	163.66	0.00	0.00	0.00	1957.27	1297.09
Precisión:	0.01	0.08				

Anexo.

20. CORTANTE BASAL DINÁMICO DIRECCIÓN Y

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_Y					
Modo 1						
Suma final	0.00	-94.92	0.00	3.98	-0.34	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-94.92	0.00	1240.47	0.00	-338.19
Suma de esfuerzos	0.00	94.92	0.00	-1240.49	0.00	338.19
Verificación	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 2						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	1.69
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	-0.04	0.00	-1.69
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 3						
Suma final	0.00	-24.14	0.00	1.09	-0.03	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-24.14	0.00	45.98	0.00	-86.86
Suma de esfuerzos	0.00	24.14	0.00	-45.98	0.00	86.86
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 4						
Suma final	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.01	0.00	0.01	0.00	-0.85
Suma de esfuerzos	0.00	0.01	0.00	-0.01	0.00	0.85
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 5						
Suma final	0.00	-7.74	0.00	0.38	-0.01	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-7.74	0.00	4.92	0.00	-28.07
Suma de esfuerzos	0.00	7.74	0.00	-4.92	0.00	28.06
Verificación	0.00	0.00	0.00	-0.01	0.00	-0.02
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 6						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 7						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.01
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_Y					
Modo 8						
Suma final	0.00	-5.82	0.00	1.25	-0.01	0.02
Suma de reacciones <	0.00	-5.82	0.00	-7.34	0.00	-21.70
Suma de esfuerzos	0.00	5.82	0.00	7.34	0.00	21.70
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 9						
Suma final	0.00	-0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.02	0.00	-0.03	0.00	0.00
Suma de esfuerzos	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 10						
Suma final	0.00	-2.47	0.00	0.05	0.00	-0.01
Suma de reacciones <	0.00	-2.47	0.00	-0.35	0.00	-9.19
Suma de esfuerzos	0.00	2.47	0.00	0.35	0.00	9.20
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 11						
Suma final	0.00	-2.47	0.00	0.58	0.01	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-2.47	0.00	-3.80	0.00	-9.34
Suma de esfuerzos	0.00	2.47	0.00	3.80	0.00	9.36
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 12						
Suma final	0.00	-0.08	0.00	0.02	-0.01	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.08	0.00	-0.14	0.00	-0.35
Suma de esfuerzos	0.00	0.08	0.00	0.14	0.00	0.35
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 13						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	-0.02	0.00	-0.01
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 14						
Suma final	0.00	-1.51	0.00	-0.05	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-1.51	0.00	-0.54	0.00	-8.52
Suma de esfuerzos	0.00	1.51	0.00	0.56	0.00	8.52
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				

Nudo/Caso/Modo	FX (T)	FY (T)	FZ (T)	MX (T.m)	My (T.m)	MZ (T.m)
Caso	Espectral Dirección_Y					
Modo 15						
Suma final	0.00	-0.26	0.00	-0.02	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.26	0.00	-0.08	0.00	-3.79
Suma de esfuerzos	0.00	0.26	0.00	0.07	0.00	3.79
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 16						
Suma final	0.00	-7.39	0.00	-0.14	-0.02	-0.01
Suma de reacciones <	0.00	-7.39	0.00	-3.54	0.00	-22.57
Suma de esfuerzos	0.00	7.39	0.00	3.57	0.00	22.59
Verificación	0.00	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 17						
Suma final	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.02	0.00	0.00	0.00	-0.14
Suma de esfuerzos	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.14
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 18						
Suma final	0.00	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.01
Suma de reacciones <	0.00	-0.04	0.00	-0.01	0.00	-0.04
Suma de esfuerzos	0.00	0.04	0.00	0.01	0.00	0.04
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.01				
Modo 19						
Suma final	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.26
Suma de esfuerzos	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	-0.26
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo 20						
Suma final	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Suma de reacciones <	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
Suma de esfuerzos	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-0.10
Verificación	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Precisión:	0.00	0.00				
Modo SRSS						
Suma final	24.49	155.55	505.94	8.88	3.13	0.21
Suma de reacciones <	0.00	98.77	0.00	1241.36	0.00	352.06
Suma de esfuerzos	0.00	98.77	0.00	1241.38	0.00	352.06
Verificación	0.00	197.55	0.00	2482.74	0.00	704.13
Precisión:	0.00	0.01				

Anexo.

**21. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DEL EDIFICIO
APLICANDO PROGRAMA BIM AUTODESK ROBOT STRUCTURAL**

En la figura se muestra, en el modelo estructural, los diagramas de momento cortantes, de manera global para su análisis y cheque en los tramos de las mismas.

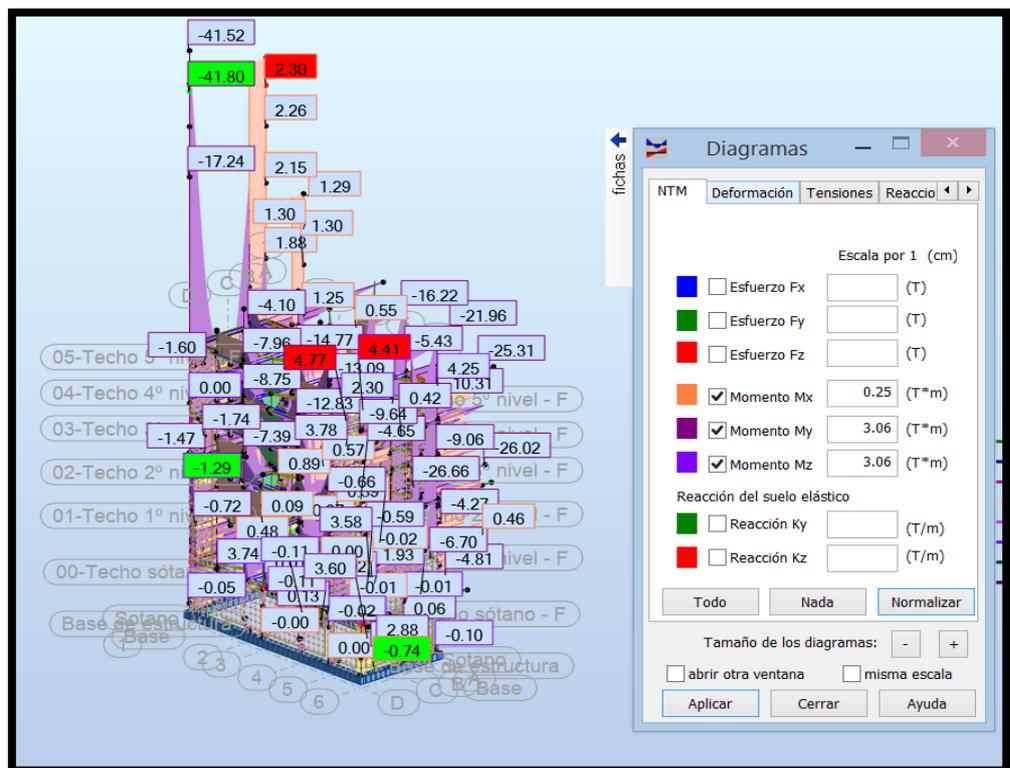
Los factores de amplificación y las combinaciones de carga utilizadas, para obtener las cargas últimas, son:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

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

$$U = 0.9CM \pm CS$$

Para la figura posterior se usó la segunda combinación de carga y al aplicarlo se obtuvo lo siguiente:

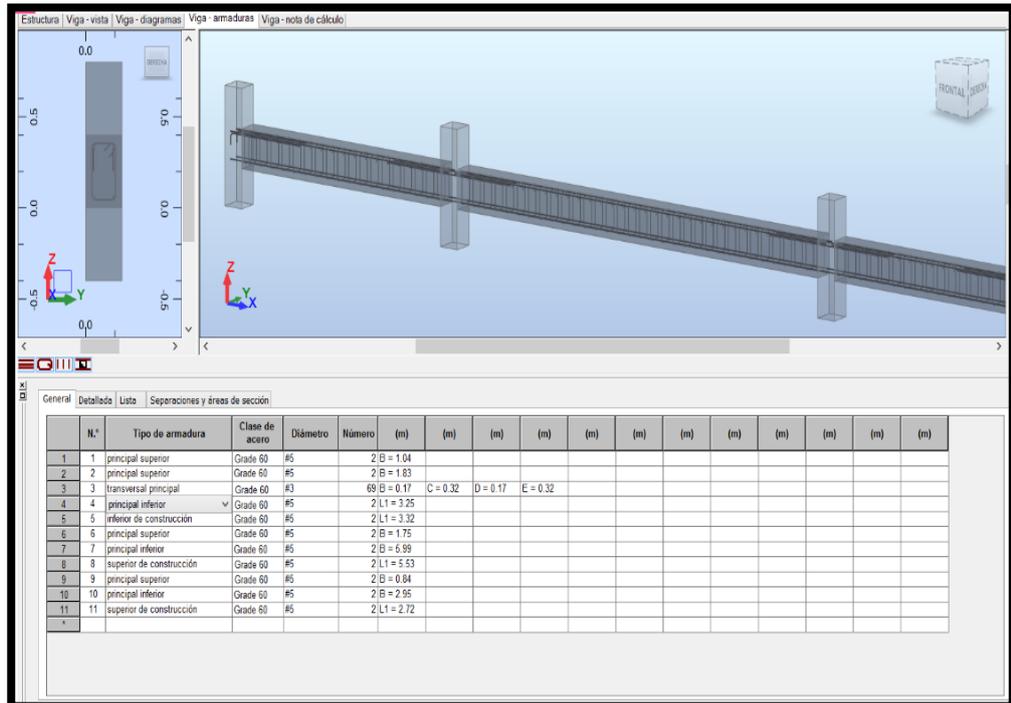


Se muestra el Modelo y su análisis dinámico estructural con una deformada a los terceros modos importados desde Revit -2021 al Robot estructural.

Proceso de diseño de vigas secundarias.

El cálculo de acero se realiza con la herramienta computacional Autodesk Robot structural.

Para el diseño de las vigas se utilizaron la norma estadounidense ACI-318-11y la norma E.060, que fueron insertadas al programa computacional.

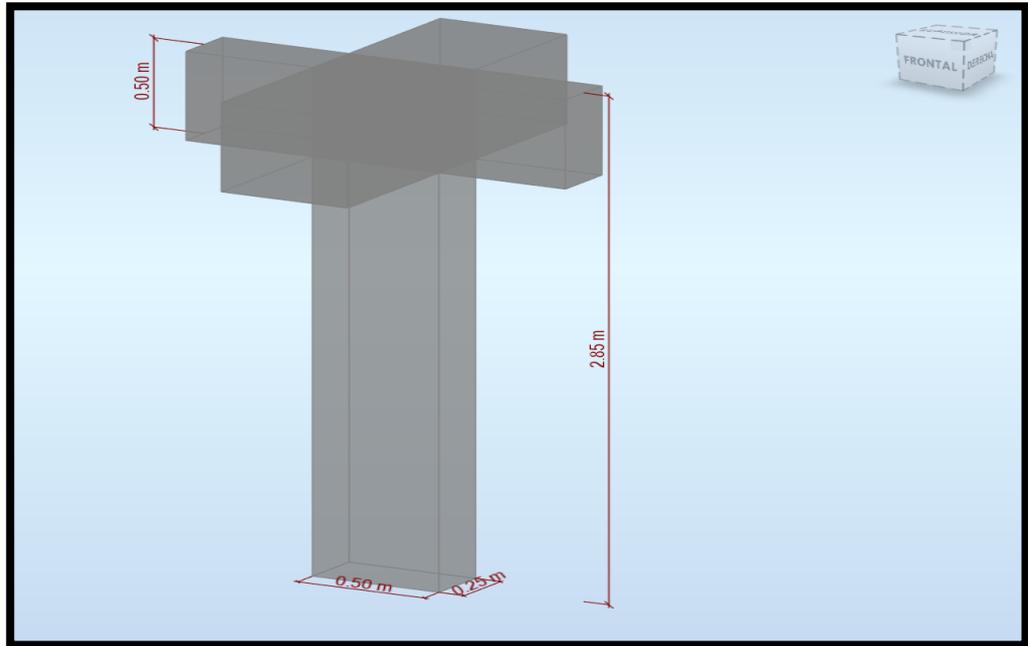


Se observa el análisis y diseño del tramo entre el eje A y los ejes 1-6. Fuente: Propia de las investigadoras.

Proceso de diseño de vigas secundarias.

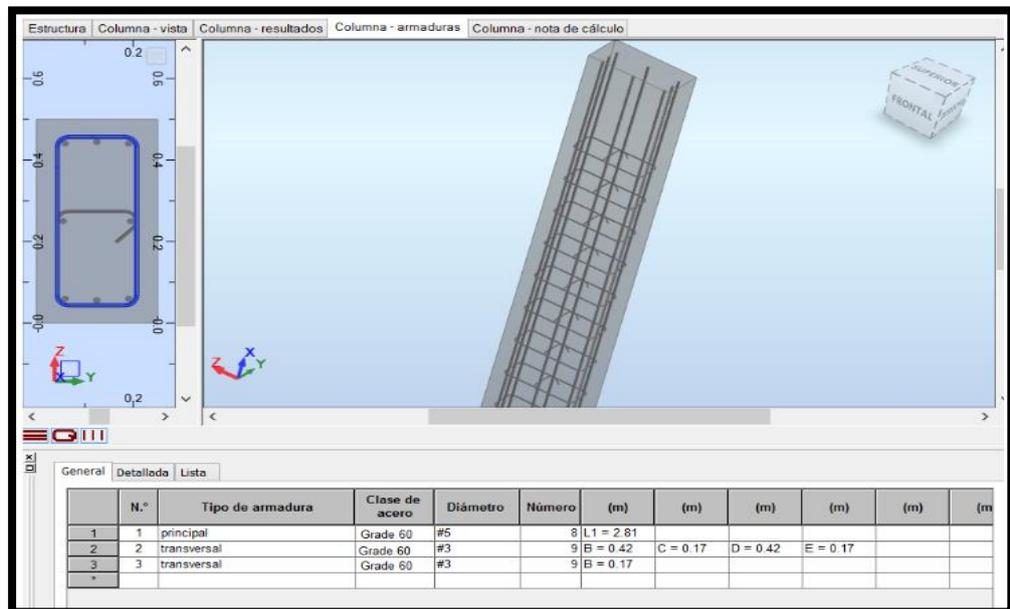
El cálculo de acero se realiza con la herramienta computacional Autodesk Robot structural.

Para el diseño de la columna seleccionada, siendo una columna central, se utilizó la norma estadounidense ACI-318-11y la norma E.060, que fueron insertadas al programa computacional.



Características físicas de la columna a diseñar. Propia de las investigadoras.

Fuente: propia de las investigadoras.



Se observa el análisis y diseño de la columna central de 25.0 x 50.0 (cm)

Fuente: Propia de las investigadoras.

Anexo.

22. MEMORIA DE CÁLCULO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE VIGA

1 Nivel

- Tesis : Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020
- Nombre : Diseño estructural de Viga. :
- Cota de nivel : ---
- Resistencia al fuego : 0 (h)

2 Viga: Viga78...80

Número de elementos idénticos: 1

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón: : $f_c' = 210.42$ (kgf/cm²)
- Densidad : 2.40 (T/m³)
- Armaduras longitudinales : $f_y = 4200.00$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : $f_y = 4200.00$ (kgf/cm²)
- Armadura adicional: : $f_y = 4200.00$ (kgf/cm²)

2.2 Geometría:

2.2.1 Tramo	Posición	Ap. Izq. L (m)	(m)	Ap. Der. (m)
P1	Tramo	0.25	2.96	0.25

Longitud de cálculo: $L_0 = 3.21$ (m)
Sección de 0.00 a 2.96 (m)
25.0 x 40.0 (cm)
Sin losa izquierda
Sin losa izquierda

2.2.2 Tramo	Posición	Ap. Izq. L (m)	(m)	Ap. Der. (m)
P2	Tramo	0.25	5.36	0.25

Longitud de cálculo: $L_0 = 5.61$ (m)
Sección de 0.00 a 5.36 (m)
25.0 x 40.0 (cm)
Sin losa izquierda
Sin losa izquierda

2.2.3 Tramo	Posición	Ap. Izq. L (m)	(m)	Ap. Der. (m)
P3	Ménsula Der.	0.25	2.67	----

Longitud de cálculo: $L_0 = 2.80$ (m)

Sección de 0.00 a 2.67 (m)
 25.0 x 40.0 (cm)
 Sin losa izquierda
 Sin losa izquierda

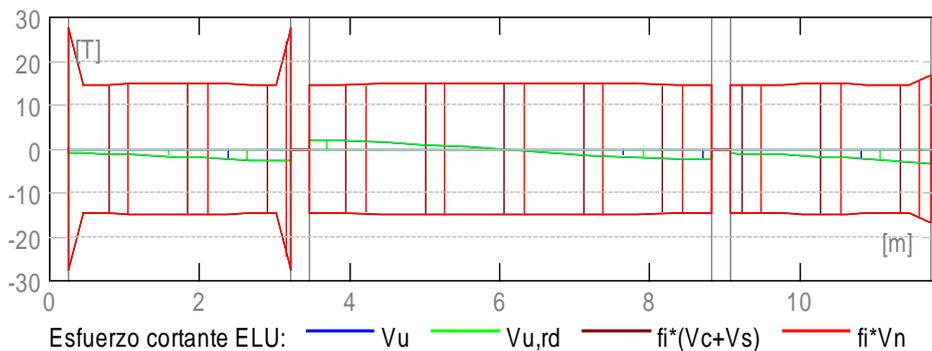
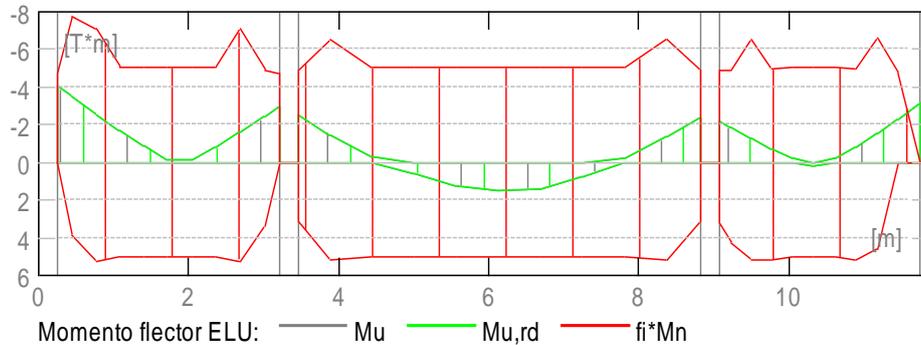
2.3 Opciones de cálculo:

- Regulación de la combinación : ACI318_2011
- Cálculos según la norma : ACI 318-11
- Viga prefabricada : no
- Tomando en cuenta la fuerza axial : 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 = 4.0 (cm)
 : lateral c1 = 4.0 (cm)
 : superficial c2 = 4.0 (cm)

2.4 Resultados de los cálculos:

2.4.1 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	-1.68	-4.07	-2.94	-0.93	-2.73
P2	1.53	0	-2.5	-2.38	1.93	-2.4
P3	0.22	-0.83	-2.16	-3.14	-1.05	-3.26



2.4.2 Solicitaciones ELS

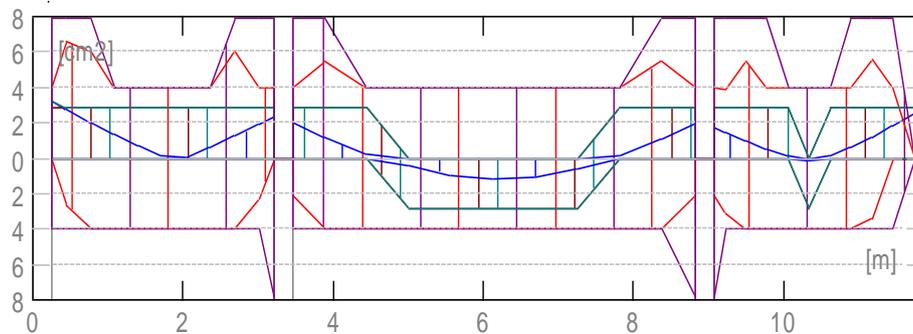
Tramo	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,iz (T*m)	Mu,d (T*m)	Vu,iz (T)	Vu,d (T)
P1	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0

2.4.3 Solicitaciones ELU - combinaciones rara

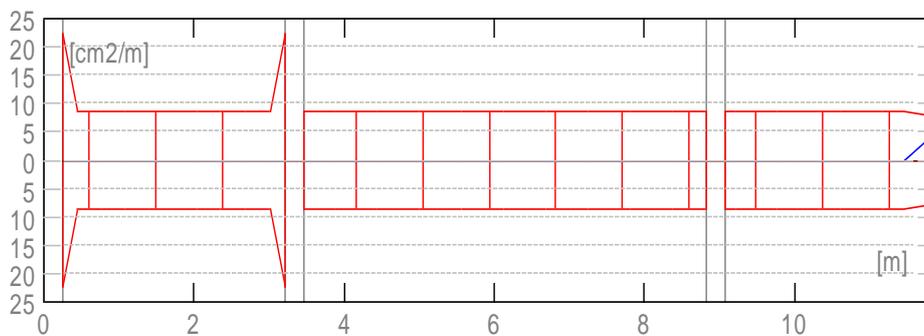
Tramo	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,iz (T*m)	Mu,d (T*m)	Vu,iz (T)	Vu,d (T)
P1	0	0	0	0	0	0
P2	0	0	0	0	0	0
P3	0	0	0	0	0	0

2.4.4 Sección Teórica de Acero

Tramo	Tramo (cm2)		Apoyo izquierdo (cm2)		Apoyo derecho (cm2)	
	inf.	sup.	inf.	sup.	inf.	sup.
P1	0	0	0	3.27	0	2.34
P2	1.2	0	0	1.98	0	1.88
P3	0.17	0	0	1.71	0	2.49



Sección de armadura de flexión: — As/As' — Ast,red — As,min
— As,des — Ast



Sección de armadura de cortante: — Av — Av,min — Av,hang

2.4.5 Flechas

d(L) - Flecha instantánea debida a cargas de larga duración

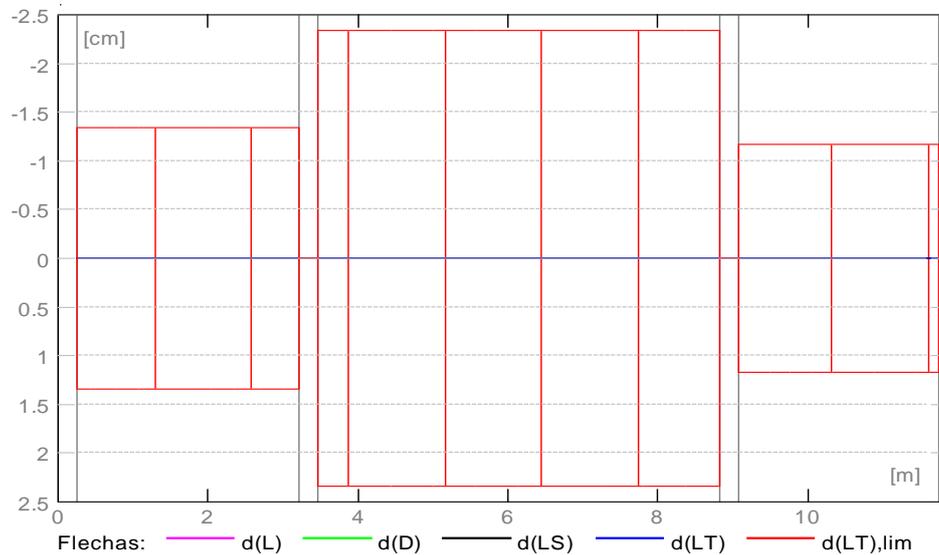
d(D) - Flecha diferida debida a cargas de larga duración

d(LS) - Flecha instantánea debida a carga total

d(LT) - flecha inicial total de larga duración

d(LT) - lim- flecha admisible

Tramo	d(LS) (cm)	d(L) (cm)	d(D) (cm)	d(LT) (cm)	d(LT),lim (cm)
P1	0	0	0	0.0=(L0/--)	-1.3
P2	0	0	0	0.0=(L0/--)	-2.3
P3	0	0	0	0.0=(L0/--)	-1.2



2.5 Resultados teóricos - detalles:

2.5.1 P1 : Tramo de 0.25 a 3.21 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As/As',inf. (cm ²)	As,sup. (cm ²)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
0.25	0	-4.07	0	0	0	3.27
0.45	0	-3.48	0	0	0	2.78
0.77	0	-2.55	0	0	0	2.02
1.09	0	-1.68	0	0	0	1.32
1.41	0	-0.87	0	0	0	0.68
1.73	0	-0.15	0	0	0	0.11
2.05	0	-0.1	0	0	0	0.08
2.37	0	-0.81	0	0	0	0.63
2.69	0	-1.58	0	0	0	1.24
3.01	0	-2.41	0	0	0	1.91
3.21	0	-2.94	0	0	0	2.34

	ELU	ELS
Abcisa	Vu,máx.	Vu,máx.
(m)	(T)	(T)
0.25	-0.93	0
0.45	-1	0
0.77	-1.15	0
1.09	-1.34	0
1.41	-1.57	0
1.73	-1.83	0
2.05	-2.09	0
2.37	-2.32	0
2.69	-2.51	0
3.01	-2.66	0
3.21	-2.73	0

2.5.2 P2 : Tramo de 3.46 a 8.82 (m)

Abcisa (m)	ELU		ELS		As/As',inf. (cm2)	As,sup. (cm2)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
3.46	0	-2.5	0	0	0	1.98
3.89	0	-1.48	0	0	0	1.16
4.45	0	-0.33	0	0	0	0.26
5.02	0.59	0	0	0	0.46	0
5.58	1.23	0	0	0	0.96	0
6.14	1.53	0	0	0	1.2	0
6.7	1.38	0	0	0	1.08	0
7.26	0.74	0	0	0	0.57	0
7.82	0	-0.2	0	0	0	0.15
8.38	0	-1.36	0	0	0	1.06
8.82	0	-2.38	0	0	0	1.88

	ELU	ELS
Abcisa	Vu,máx.	Vu,máx.
(m)	(T)	(T)
3.46	1.93	0
3.89	1.76	0
4.45	1.42	0
5.02	0.96	0
5.58	0.39	0
6.14	-0.23	0
6.7	-0.86	0
7.26	-1.43	0
7.82	-1.88	0
8.38	-2.23	0

8.82 -2.4 0

2.5.3 P3 : Ménsula Der. de 9.07 a 11.74 (m)

Abscisa (m)	ELU		ELS		As/As',inf. (cm ²)	As,sup. (cm ²)
	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)	Mu,máx. (T*m)	Mu,mín. (T*m)		
9.07	0	-2.16	0	0	0	1.71
9.22	0	-1.83	0	0	0	1.44
9.5	0	-1.25	0	0	0	0.98
9.78	0	-0.71	0	0	0	0.55
10.06	0	-0.22	0	0	0	0.17
10.34	0.22	0	0	0	0.17	0
10.62	0	-0.23	0	0	0	0.18
10.9	0	-0.83	0	0	0	0.65
11.18	0	-1.51	0	0	0	1.18
11.46	0	-2.28	0	0	0	1.8
11.74	0	-3.14	0	0	0	2.49

Abscisa (m)	ELU	ELS
	Vu,máx. (T)	Vu,máx. (T)
9.07	-1.05	0
9.22	-1.1	0
9.5	-1.23	0
9.78	-1.38	0
10.06	-1.57	0
10.34	-1.78	0
10.62	-2.02	0
10.9	-2.29	0
11.18	-2.58	0
11.46	-2.91	0
11.74	-3.26	0

2.6 Armadura:

2.6.1 P1 : Tramo de 0.25 a 3.21 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras de montaje (encima) ()
2 #5 l = 3.25 de 0.04 a 3.29
- Armaduras de montaje (abajo) ()
2 #5 l = 3.32 de 0.04 a 3.36
- tramo ()

2 #5 l = 1.14 de 0.04 a 1.08

2 #5 l = 1.83 de 2.38 a 4.21

Armaduras transversales:

- Armaduras principales ()

estribos 20#3 l = 1.08

$$e = 1*0.01 + 1*0.06 + 17*0.17 + 1*0.06 \text{ (m)}$$

2.6.2 P2 : Tramo de 3.46 a 8.82 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores ()

2 #5 l = 5.99 de 3.14 a 9.13

- Armaduras de montaje (encima) ()

2 #5 l = 5.53 de 3.37 a 8.90

- tramo ()

2 #5 l = 1.75 de 8.07 a 9.82

Armaduras transversales:

- Armaduras principales ()

estribos 33#3 l = 1.08

$$e = 1*0.04 + 32*0.17 \text{ (m)}$$

2.6.3 P3 : Ménsula Der. de 9.07 a 11.74 (m)

Armaduras longitudinales:

- Armaduras inferiores ()

2 #5 l = 2.95 de 8.74 a 11.70

- Armaduras de montaje (encima) ()

2 #5 l = 2.72 de 8.98 a 11.70

- tramo ()

2 #5 l = 0.94 de 10.85 a 11.70

Armaduras transversales:

- Armaduras principales ()

estribos 16#3 l = 1.08

$$e = 1 \cdot 0.01 + 15 \cdot 0.17 \text{ (m)}$$

3 Cuantitativo:

- **Volumen del hormigón** = 1.17 (m³)
- **Superficie de encofrado** = 12.34 (m²)

- **Acero**
 - **Peso total** = 0.13 (T)
 - **Densidad** = 0.11 (T/m³)
 - **Diámetro medio** = 12.3 (mm)
 - **Lista según diámetros:**

Diámetro (mm)	Longitud (m)	Peso (T)	Número (piezas)	Peso total (T)
#3	1.08	0	69	0.04
#5	0.94	0	2	0
#5	1.14	0	2	0
#5	1.75	0	2	0.01
#5	1.83	0	2	0.01
#5	2.72	0	2	0.01
#5	2.95	0	2	0.01
#5	3.25	0.01	2	0.01
#5	3.32	0.01	2	0.01
#5	5.53	0.01	2	0.02
#5	5.99	0.01	2	0.02

MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL DE COLUMNA

1 Nivel

- Tesis : Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020Diseño
- Nombre : Diseño Columna: 0.25 x0.50 m
- Cota de nivel : 14.45 (m)
- Resistencia al fuego : 0 (h)
- Tipo de ambiente : no agresivo

2 Columna: Columna138

Número de elementos idénticos: 1

2.1 Característica de los materiales:

- Hormigón: $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ $f_c' = 280.42 \text{ (kgf/cm}^2)$
Densidad: 2.40 (T/m³)
- Armaduras longitudinales: $f_y = 4218.42 \text{ (kgf/cm}^2)$
- Armaduras transversales $f_y = 4218.42 \text{ (kgf/cm}^2)$

2.2 Geometría:

- 2.2.1 Rectángulo =25.0 x 50.0 (cm)
- 2.2.2 Altura: L = 2.85 (m)
- 2.2.3 Espesor de la losa = 0.00 (m)
- 2.2.4 Altura de la viga = 0.50 (m)
- 2.2.5 Recubrimiento de la armadura = 3.8 (cm)

2.3 Opciones de cálculo:

- Cálculos según la norma : ACI 318-11
- Columna prefabricada : no
- Predimensionamiento : no
- Tomar en cuenta la esbeltez : sí
- Estribos :hacia la viga
- Estructura intraslacional

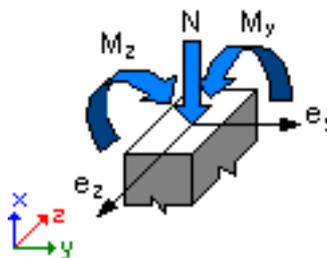
2.4 Cargas:

Caso	Natura	Grupo	γ_f	N	Myu	MyI	Myi	Mzu	MzI	Mzi
				(T)	(T*m)	(T*m)	(T*m)	(T*m)	(T*m)	(T*m)
U	de cálculo(Pes o propio)	138	1	11.29	9.42	1.41	3.94	-2.61	-1.75	-0.93

γ_f - coeficiente de seguridad parcial

2.5 Resultados de los cálculos:

2.5.1 Análisis ELU



Combinación dimensionante: U (A)

$$\phi = 0.88$$

Esfuerzos seccionales:

$$N = 11.29 \text{ (T)} \quad My = 9.42 \text{ (T*m)} \quad Mz = -2.61 \text{ (T*m)}$$

Esfuerzos de cálculo:

Nudo superior

$$\underline{N = 11.29 \text{ (T)} \quad My = 9.42 \text{ (T*m)} \quad Mz = -2.61 \text{ (T*m)}}$$

2.5.1.1 Análisis detallado-Dirección Y:

2.5.1.1.1 Esfuerzo crítico

$$P_c = 1700.64 \text{ (T)} \quad (10-13)$$

$$k^*l_u = 2.85 \text{ (m)}$$

$$EI = 1399.60 \text{ (T*m}^2\text{)} \quad (10-15)$$

$$\beta_d = 1.00$$

$$E_c = 268722.82 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$E_s = 2038902.42 \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

$$I_g = 260416.7 \text{ (cm}^4\text{)}$$

$$I_{se} = 4367.9 \text{ (cm}^4\text{)}$$

2.5.1.1.2 Análisis de la esbeltez

Estructura intraslacional

$$l_u \text{ (m)} \quad k \quad k \cdot l_u \text{ (m)}$$

$$2.85 \quad 1.00 \quad 2.85$$

$$k \cdot l_{uy}/r_y = 19.75 < 22.00 \quad \text{Columna poco esbelta(10-7)}$$

2.5.1.1.3 Análisis de pandeo

$$M_A = 9.42 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

$$M_B = 1.41 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

Caso: sección en el extremo del pilar (Nudo superior),

Esbeltez no considerada

$$M = 9.42 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

$$M_c = M = 9.42 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

2.5.1.2 Análisis detallado-Dirección Z:

$$M_A = -2.61 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

$$M_B = -1.75 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

Caso: sección en el extremo del pilar (Nudo superior),

Esbeltez no considerada

$$M = -2.61 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

$$M_c = M = -2.61 \text{ (T} \cdot \text{m)}$$

2.5.2 Armadura:

$$\text{Densidad del armado: } \mu = A_{sr}/A_g = 1.27 \%$$

2.6 Armadura:

Barras principales ():

- 8 #5 $l = 2.81 \text{ (m)}$

Armaduras transversales ():

Estribos 9 #3 $l = 1.25 \text{ (m)}$

horquillas 9 #3 $l = 0.31 \text{ (m)}$

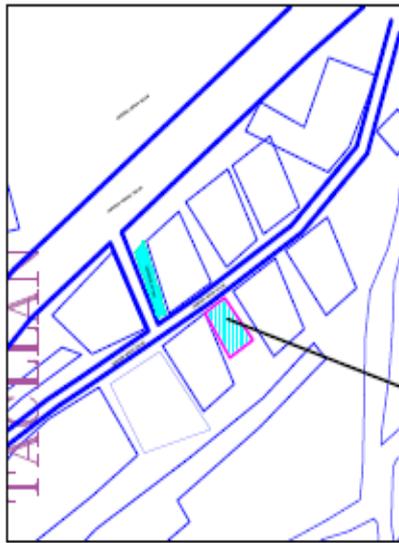
3 Cuantitativo:

- **Volumen del hormigón** = 0.29 (m3)
- **Superficie de encofrado** = 3.53 (m2)
- **Acero**
 - **Peso total** = 0.04 (T)
 - **Densidad** = 0.15 (T/m3)
 - **Diámetro medio** = 13.4 (mm)
 - **Especificación de las armaduras:**

Diámetro	Longitud (m)	Peso (T)	Número (piezas)	Peso total (T)
#3	0.31	0	9	0
#3	1.25	0	9	0.01
#5	2.81	0	8	0.03

Anexo.

23. PLANO DE UBICACIÓN



LOCALIZACIÓN

ESC: 1/5000

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ
 SECTOR: TACLLAN
 DIRECCION: Carr. Amigua s/n tacllan



TESIS: Implementación de la Metodología BIM en el Diseño Estructural Sismorresistente En la Construcción del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020

PLANO:
UBICACIÓN

LAMINA

U - 01

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JUNIO - 2020

Anexo.

24. PLANOS DE ELEMENTOS DISEÑADOS

Tabla de Contenido

Posic.	Armaduras	Forma
①	8#5 l=9-2.5	9-2.5
②	9#3 l=4-1.5	
③	9#3 l=12.5	

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ
 SECTOR: TACLLAN
 DIRECCION: Carr. Antigua s/n Tacllan



TESIS: Implementación de la Metodología BIM en el Diseño Estructural Sismorresistente En la Construcción del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020

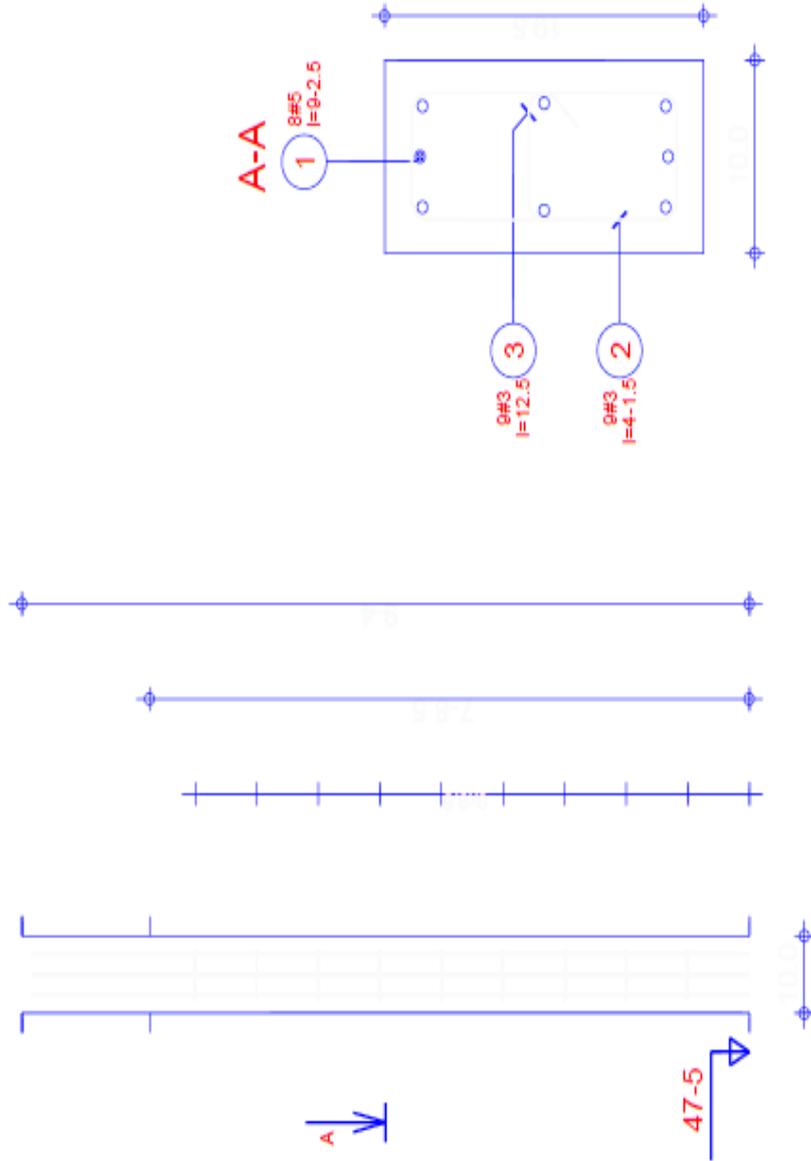
PLANO:
 ACERO DE COLUMNA

LAMINA

E - 01

ESCALA:
 INDICADA

FECHA:
 JUNIO - 2020



DISEÑO DE COLUMNA:
 Sección 25x50

Recubrimiento 3.8cm

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 0.29 \text{ ksi}$

Escala para la vista 3.98cm/in

Superficie del encofrado = 3.52m²

Escala para la sección 9.96cm/in

Tabla de Contenido

Posic.	Armaduras	Forma
①	2#5 l=3-9	1 ^a 3-4
②	2#5 l=6-0	5-4
③	20#3 l=3-6.5	1 ^a 3-6.5
④	2#5 l=10-8	10-8
⑤	2#5 l=10-10.5	10-10.5

DEPARTAMENTO: ANCASH
 PROVINCIA: HUARAZ
 DISTRITO: HUARAZ
 SECTOR: TACLLAN
 DIRECCION: Carr. Amigua s/n tacllan



TESIS: Implementación de la Metodología BIM en el Diseño Estructural Sismorresistente En la Construcción del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020

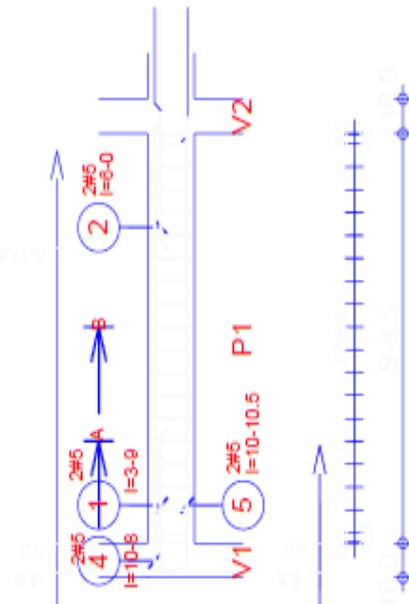
PLANO:
ACERO DE VIGA

ESCALA:
INDICADA

FECHA:
JUNIO - 2020

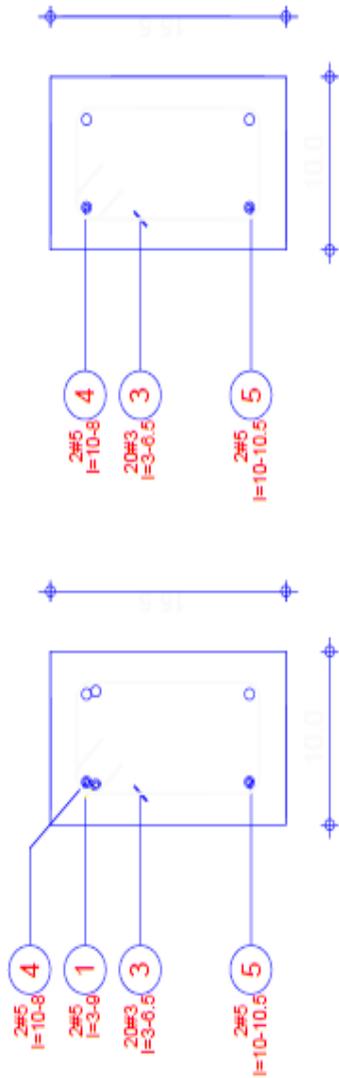
LAMINA

E - 02



A-A

B-B



DISEÑO DE VIGA:
Sección 25x40

$f_c = 210 \text{ kg/cm}^2 = 0.333 \text{ m}^3$

Superficie del encofrado = 3.51m²

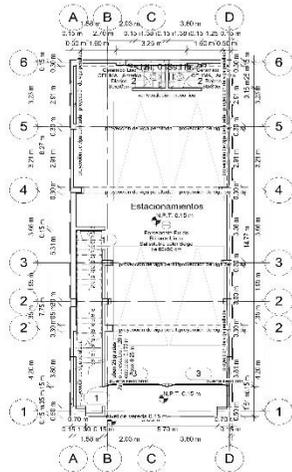
Recubrimiento Inferior 4cm Recubrimiento Superior 4cm
Recubrimiento Lateral 4cm

Escala para la vista 1:96cm/m

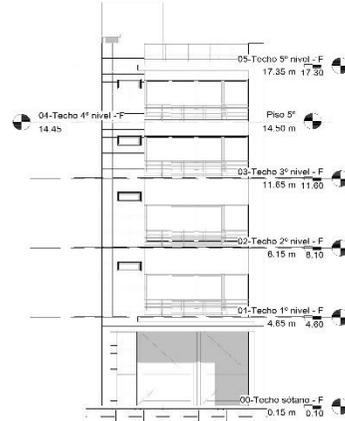
Escala para la sección 9:96cm/m

Anexo.

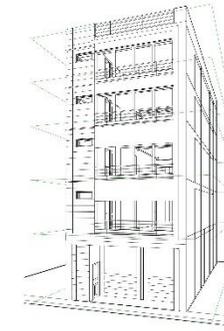
25. PLANO DE ARQUITECTURA



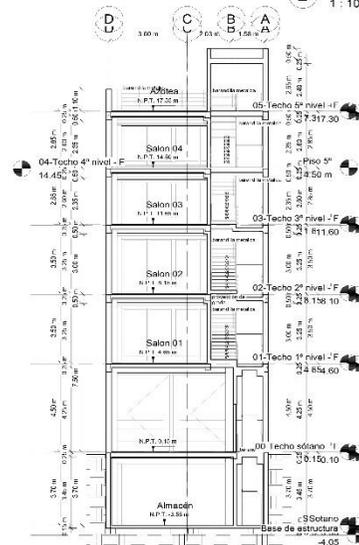
1 Piso 1°
1:100



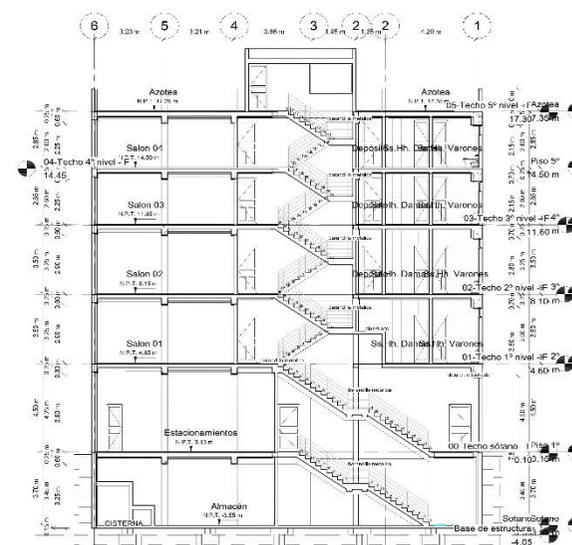
2 FACHADA FRONTAL
1:100



4 Vista 3D 8



5 CORTE B-B
1:100



3 CORTE A-A
1:100

PROYECTO:

Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020

N°	Descripción	Fecha

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ALUMNAS:
COLONIA VITORIO YESENIA ROCIO,
VALENTIN DURAN SYNTHIA ANDREA

PLANO:
PLANO ARQUITECTONICO, PLANTA Y PERFIL.

ESPECIALIDAD:
ARQUITECTURA

Escala 1:100