



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM  
(Building Information Modeling) en la Provincia Huaraz – Áncash –  
2019

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**Ingeniero Civil**

**AUTORES:**

Núñez Herrera, Mirjam Eladio (ORCID: 0000-0002-1466-1227)

Palacios Andrade, Luis Álvaro (ORCID: 0000-0002-7544-1367)

**ASESORA:**

Mg. Poma González, Carla Griselle (ORCID: 0000-0001-5486-7302)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Estructural

**HUARAZ – PERÚ**

2020

## **Dedicatoria**

Dedico este trabajo sobre todo a Dios, por acompañarme en todo momento.

A mis padres por ser el pilar de mi formación personal y por demostrarme siempre su cariño.

A mi esposa Liz por ser mi apoyo incondicional y mis hijos Mariángeles, Luis y Victoria por ser el motivo que me impulsan a ser cada día mejor persona.

**Luis A. Palacios Andrade.**

Dedico este trabajo de investigación a mis Padres Edilberto y Reida y mis hermanos Williams, Mari, Yesi, Nelson e Ibeth, quienes me brindaron un apoyo incondicional para poder lograr este objetivo.

A mi esposa Janet y mi hijita Eliana, quienes son mi motor y motivo para seguir adelante en mi vida familiar y profesional.

**Mirjam Núñez Herrera**

## **Agradecimiento**

Agradecemos a nuestros docentes y a la universidad por brindarnos las herramientas necesarias para forjar nuestra carrera.

## 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 .....	4
III. METODOLOGÍA .....	15
3.1 Tipo y Diseño de Investigación.....	15
3.2 Variables y operacionalización.....	16
3.3 Población, muestra, muestreo, unidades de análisis.....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. ....	17
3.5 Procedimientos .....	18
3.6 Métodos de análisis de datos.....	18
3.7 Aspectos éticos.....	19
IV. RESULTADOS .....	20
V. DISCUSIÓN.....	44
VI. CONCLUSIONES .....	48
VII. RECOMENDACIONES.....	49
REFERENCIAS .....	50
ANEXOS.....	55

## Índice de tablas

Tabla N° 01: Pre dimensionamiento de vigas.....	31
Tabla N° 02: Pre dimensionamiento de columnas.....	32
Tabla N° 03: Resumen de la carga muerta; tabiquería y acabados.....	33
Tabla N° 04: Cargas vivas por niveles y por su uso. ....	34
Tabla N° 05: Resumen del peso total del edificio por niveles .....	34
Tabla N° 06: Cargas de viento simulados. ....	35
Tabla N° 07: Dotación diaria para edificios multifamiliares .....	38

## Índice de figuras

Figura N° 01: Plataforma de trabajo colaborativo del BIM. ....	21
Figura N° 01: Plataforma de trabajo colaborativo del BIM. ....	21
Figura N° 02: Ubicación del predio.....	23
Figura N° 03: distribución de Ejes y Rejillas .....	24
Figura N° 04: Configuración de Parámetros de Muro .....	25
Figura N° 05: Configuración de Parámetros de Muro .....	25
Figura N° 06: Configuración de Parámetros de Ventana.....	26
Figura N° 07: Modelado de la Edificación.....	26
Figura N° 08: Verificación de interferencias en arquitectónico.....	27
Figura N° 09: Respuesta de la Verificación .....	27
Figura N° 010: Modelamiento estructural con el Robot Structural .....	28
Figura N° 011: Ingreso de cargas a Robot Structural .....	35
Figura N° 012: Cálculo estructural con Robot .....	37
Figura N° 013: Modelado 3D de las instalaciones sanitarias .....	39
Figura N° 014: Modelado 3D de las instalaciones sanitarias .....	39
Figura N° 015: planta de las instalaciones eléctricas .....	40
Figura N° 016: Vistas 3D de las instalaciones eléctricas .....	40
Figura N° 017: planta de las instalaciones eléctricas .....	41
Figura N° 018: Vistas de 3D en naviswork. ....	42
Figura N° 019: Informe detallado en naviswork. ....	43

## Resumen

Nuestra investigación tuvo como objetivo dar a conocer el uso de la metodología BIM, la cual va de la mano con el uso de herramientas, que nos permiten realizar un modelamiento tridimensional, como una opción de solución, en el proyecto de diseño de una vivienda multifamiliar, resaltamos una enorme capacidad de interacción entre las herramientas BIM, la cual pudimos corroborar al momento de entrelazar nuestra información, y como consecuencia se pudo detectar oportunamente las incompatibilidades existentes entre las disciplinas intervinientes mediante el modelamiento o construcción virtual antes de llegar a la construcción en físico. Nuestra investigación es de tipo aplicada – descriptivo, no experimental; en la cual se realizó el modelamiento de una vivienda multifamiliar aplicando la metodología BIM que nos permite realizar un trabajo colaborativo. Gracias al modelamiento 3D se realizó la superposición de los modelos de cada disciplina para la detección de incongruencias entre las especialidades.

**Palabras clave:** Implementación, metodología, BIM (Building Information Modeling), diseño, vivienda.

## **Abstract**

Our research aimed to publicize the use of the BIM methodology, which goes hand in hand with the use of tools, which allow us to perform three-dimensional modeling, as a solution option, in the design project of a multi-family home , we highlight an enormous capacity for interaction between the BIM tools, which we were able to corroborate when we intertwined our information, and as a consequence, the incompatibilities existing between the intervening disciplines could be detected in a timely manner by means of virtual modeling or construction before reaching construction in physical. Our research is applied - descriptive, not experimental; in which the modeling of a multifamily house was carried out applying the BIM methodology that allows us to carry out collaborative work. Thanks to 3D modeling, the models of each discipline were superimposed to detect inconsistencies between the specialties.

**Keywords:** Implementation, methodology, BIM (Building Information Modeling), design, housing.



## I. INTRODUCCIÓN

Como realidad problemática en el contexto mundial varios autores nos describen: Saldias (2010), en su investigación realizada sobre los beneficios que nos brinda el BIM en la coordinación digital de los proyectos, comenta que el sector de la construcción es la que más incide en la economía de un país al usar insumos de otras industrias y su importancia por ser artífice de su desarrollo, dotando a la sociedad los elementos básicos para una buena calidad de vida al realizar la construcción de hospitales, centros educativos, carreteras, puentes, entre otras construcciones, pese a la importancia de dicho sector aún existen diversos problemas que afrontar como: Retrasos en la ejecución de las obras con respecto al cronograma establecido, los costos no previstos, baja producción, mala calidad del producto de entrega, incompatibilidad de los planos entre las disciplinas, entre otros aspectos; la mayor parte de estos problemas son consecuencia de una mala ingeniería (diseño), que trae como consecuencia un deficiente planeamiento y control del proyecto.

Del mismo modo Alcántara (2013), resalta el gran incremento de la industria de la construcción, con ello el aumento en la complejidad de los proyectos por la exigencia de las expectativas de los clientes. Estos proyectos al tener un alto porcentaje de complejidad y con la información que se pueda plasmar en los diversos planos 2D no integrados, son insuficientes, por el bajo nivel de detalles en la información espacial trayendo como consecuencia las incompatibilidades e interferencias, que en la mayor parte son corregidas en plena ejecución del proyecto. Esto nos permite afirmar sobre la importancia que tiene un adecuado desarrollo de la ingeniería por su gran influencia en la calidad del proyecto y los costos que representan su ejecución.

A nivel del mundo, ha surgido la metodología BIM como una solución en la gestión de proyectos de edificaciones, pese a su efectividad en solucionar las adversidades más comunes en su implementación aún está en crecimiento y se espera que se generalice a nivel mundial. El 40% de los países de Latinoamérica ya usan la tecnología BIM en sus proyectos por los beneficios

obtenidos en su gestión. Según Quiroz (2018), en su estudio realizado sobre los avances de la adopción del BIM en el Perú, encontró que las empresas privadas han optado por gestionar sus proyectos con la metodología BIM, y han manifestado que la metodología BIM ya no es una opción sino una necesidad.

Su adopción se ha venido realizando por las empresas privadas transnacionales y nacionales que, trabajando en obras de envergadura, pero lamentablemente en las regiones del país se encuentran rezagadas en su implementación. La evolución en los últimos 10 años ha sido promovida por la empresa privada, con mucha influencia en el sector público; la mayor dificultad para la expansión de la metodología se debe a la corrupción y las malas prácticas en los proyectos de construcción con las variaciones del valor inicial de obra al 100 o 200%, otro factor es el desconocimiento de las virtudes de la implementación del BIM.

Después de revisar los trabajos previos relacionado al tema se formula el siguiente problema general: “Cómo se aplica la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar en la provincia de Huaraz – Ancash – 2019?”, de la misma manera formulamos los problemas específicos como sigue. a). ¿Cómo se implementa la metodología BIM para el diseño de una vivienda multifamiliar?, b). ¿Cómo se identifica las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en el diseño de la vivienda multifamiliar? La presente investigación se justifica en la oportunidad de ofrecer a los profesionales dedicados al diseño de proyectos mobiliarios, un instrumento de guía para trazar su rumbo, que pueda brindar a sus colaboradores una perspectiva integral de sus proyectos en la etapa del diseño, donde se podrá simular su construcción, de tal manera que se puedan avizorar las incompatibilidades antes de llegar a la etapa de ejecución, para así evitar las pérdidas económicas por la implementación de planes de contingencia, extensión de plazos por consiguiente los sobrecostos del proyecto.

Adicionalmente, se tendrá una mejor conceptualización del proyecto final, para así poder elegir la mejor alternativa en el diseño de una vivienda, insumos y procedimientos constructivos a implementar en la etapa de ejecución. Lo que

Buscamos en el BIM la forma de ser más eficientes y la forma de reducir los riesgos de no cumplimiento de las expectativas de todas las partes interesadas. Para ello los clientes deben exigir que usar BIM en un proyecto no sólo se centre en cómo vamos a entregar los planos, o si ahora sustituimos los planos en PDF o en CAD por modelos BIM.

La investigación está exceptuada de hipótesis, ya que no pretendemos demostrar algún planteamiento de solución. Únicamente describiremos el fenómeno y características de los resultados obtenidos. Según los autores, Hernández, Fernández y Batista (2014), las hipótesis son explicaciones tentativas del fenómeno investigado que se formulan como proposiciones.

Después de revisar los trabajos previos relacionado al tema se formula el siguiente objetivo general: Aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar provincia de Huaraz – Ancash – 2019, de igual manera formulamos los objetivos específicos mencionamos en seguida: a). Implementar la metodología BIM en el diseño de una vivienda multifamiliar, b). Crear el modelo BIM, para la identificación de las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en el diseño de la vivienda multifamiliar.

## II. MARCO TEÓRICO

En los antecedentes previos a nivel internacional tenemos a Blanco (2018), en su investigación titulado, cambiando el chip en la construcción, dejando la metodología tradicional de diseño Cad para aventurarse a lo moderno de la metodología BIM, que tiene en uno de los objetivos realizar una comparación de las mejoras obtenidas al implementar la metodología BIM con respecto al sistema tradicional. Que efectúa de manera experimental, concluyendo, la complejidad de los proyectos y los tiempos de ejecución de los mismos, las empresas han tenido que incursionar en la era del modelado en tercera dimensión conocido como 3D y hasta 4D, para ello se vieron en la necesidad de implementar las tecnologías y metodologías tipo, que más que ser modelos 3D son una base de datos que permiten cuantificar los elementos considerados, ayudando en la mejora de la productividad.

En el mismo sentido, Monfort (2015), en su trabajo “Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura”, en la que distingue las bondades del BIM; con el uso de una proyección CAD realiza el modelamiento de una vivienda unifamiliar en Revit para luego comparar las cantidades de obras ejecutadas con el proceso constructivo virtual, realizando el uso de las herramientas BIM. Gracias a esto pudo confirmar que la tecnología BIM reduce ampliamente el tiempo y las inversiones, así como también reduce el alto grado de incertidumbre y mejora la productividad del sector. De esta investigación se destaca la ventaja que significa el uso de esta tecnología al momento de inspeccionar la obra puesto que nos permite visualizar las incongruencias y detectar los errores que puedan llegar a ser perjudiciales e irremediables.

Por su lado, en la misma línea Loyola (2016), en una encuesta realiza a 1338 profesionales de la comunidad chilena del sector de la construcción, manifiestan que luego de usar la metodología BIM en un proyecto han experimentado una reducción en los errores documentarios y una mejor calidad del proyecto final. Entre los mayores beneficios percibidos por los usuarios, con respecto al diseño, se pudo observar una reducción de tiempo en el diseño y

construcción, reducción de conflictos en obra; un crecimiento en el uso de la nueva metodología que nos lleva a un 70% de usuarios regulares, 47% de usuarios ocasionales y un 39% de usuarios indirectos. Por otro lado, se perciben los beneficios económicos con el aumento de los salarios y los márgenes de ganancia.

Pacheco y Sopla (2019), "propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial paseo victoria en la ciudad de lima - chorrillos", 2019, Identificar las incompatibilidades e interferencias que se encuentran en las diferentes especialidades de Arquitectura, Estructuras, Inst. Eléctricas, Sanitarias y Mecánicas. La metodología es Aplicada – Descriptiva, Las incompatibilidades encontradas en el "Conjunto Residencial paseo victoria" fueron 71 incompatibilidades e interferencias aplicando nuevas tecnologías BIM, si no se identifica antes de construir, esto generaría un gran porcentaje de sobre costo y tiempo. El modelo además de identificar los conflictos interdisciplinarios, nos permite realizar la revisión de los criterios de diseño de todas las especialidades que participan en el modelo y una adecuada funcionalidad del conjunto residencial.

De igual manera Ybañez, (2018), en su investigación BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima, 2018. Busca Analizar en qué medida BIM mejora la identificación de incompatibilidades durante la etapa de diseño en una edificación, calcular en cuánto reduce BIM los costos por interferencia durante la etapa de diseño en una edificación, demostrar cómo BIM interviene en la reducción de tiempos durante la etapa de diseño en una edificación; distrito Villa El Salvador, Lima 2018. Usando la metodología del diseño experimental; concluye que la metodología BIM nos permite obtener un mejor control del desarrollo de cualquier proyecto, y mejor visibilidad para identificar inconsistencias interdisciplinarias, concluimos que BIM con respecto al método manual es 263% veces mejor, además se llegó a la conclusión que mediante la identificación con procesos tradicionales se obtuvo que el 52% (28 incompatibilidades) son de impacto moderado y por otro

lado tenemos que el 81% (44 incompatibilidades) fueron identificadas gracias a BIM, generando un 29% más de eficiencia para anticiparse a problemas que generan retrabajos de gravedad.

Por otro lado, Ccora (2018), en su Tesis de Costo de las interferencias constructivas de edificaciones con la aplicación de la metodología BIM, 2018. Tuvo como objetivos, determinar la repercusión del uso de la metodología BIM en los costos que se incurren por las incompatibilidades de arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y de instalaciones sanitarias. Bajo la metodología de una investigación de carácter cualitativo, concluye que las incidencias del uso de la metodología BIM en el costo de las interferencias constructivas en las diversas especialidades son menores al 5 % del valor de construcción. De igual manera, Joselyn (2018), quien luego de realizar una recopilación de datos para realizar un comparativo entre el diseño sin BIM y el diseño con el uso BIM encontró: 54 incompatibilidades sin el uso de BIM y 142 incompatibilidades con el uso del BIM, lo cual demostró que la metodología bien nos permite un mayor control del proyecto.

A nivel local, según Alegre y Cochachin (2018), en su investigación “Diseño estructural sismorresistente de un edificio multifamiliar de 06 pisos, Independencia Huaraz”, 2018, cuyo objetivo era la determinación de la capacidad admisible que les permita, pre dimensionar los componentes estructurales, realizar los metrados de cargas bajo la Norma E-020, el estudio y diseño de los componentes estructurales de la edificación enmarcados en las normas vigentes, Modelamiento de la edificación, con el Software Etabs. Bajo una metodología de investigación no empírica; concluyeron que la capacidad admisible del suelo era un requisito primordial que se debe tener en consideración para el desarrollo de cualquier infraestructura desde viviendas menores a 04 pisos, siendo importante y muy necesario para garantizar la sobrevivencia del ser humano y el mantenimiento de las estructuras durante los sismos presentados en un lugar y momento dado. El Pre dimensionamiento exhaustivo y correcto nos servirá para un buen desarrollo del análisis sismo

resistente de una estructura, ya que al obtener datos reales los elementos estructurales serán analizados correctamente.

Finalmente, tenemos a Domínguez y Moreno (2018), en su investigación del diseño estructural sísmo resistente de 7 pisos aplicando la metodología BIM en la localidad de Pomabamba, concluyen que la realización de la guía BIM en arquitectura y estructura con interoperabilidad entre disciplinas se detectarían las interferencias existentes, elaborar los metrados y realizar una buena planificación del proceso de ejecución del proyecto.

En las teorías relacionadas al tema, encontramos el primer ejemplo documentado que encontré para el concepto que conocemos hoy como BIM fue un prototipo de trabajo "Sistema de descripción del edificio" publicado en el ahora desaparecido AIA Journal por Charles M. "Chuck" Eastman, luego en la Universidad Carnegie-Mellon, en 1975. El trabajo de Chuck incluía nociones del BIM ahora conocidas.

Según Building SMART (2020), al BIM lo define como esencialmente la creación de valor mediante la colaboración a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo, apoyado en la creación, validación e intercambio de modelos 3D compartidos y con datos inteligentes y estructurados asociados a ellos”.

En mismo sentido la NORMA ISO 19650 (2018), BIM nos permite usar la representación digital de un activo, para compartirla y así facilitar el proceso de diseño, construcción y operación, garantizando una plataforma fiable para la toma de decisiones con antelación. De la misma forma Coloma (2010), aproxima la definición del término BIM a “Un conjunto de metodologías de trabajo y herramientas que se caracterizan por el uso de la información en forma coordinada, coherente, computable y continua; usando uno o varios modelos compatibles que tengan toda la información en lo referente al edificio que se proyecta diseñar, construir”. Por su parte Sika (2016), indica que el BIM viene a ser una innovadora forma de trabajo colaborativo, que tiene su soporte en las herramientas tecnológicas como son los softwares, que nos permiten

tener la información del análisis de la edificación al alcance de todos los involucrados.

Al referirse sobre las dimensiones del BIM, Antonio (2018), las dimensiones se dividen en siete, de las cuales definimos solo las necesarias para nuestra investigación, las cuales son: La Primera dimensión; la idea. La idea inicial es el punto de partida de todo proyecto en el cual se desee implantar la metodología BIM. En esta etapa se determina la localización, determinación de condiciones iniciales de estructura, usos, etc. La segunda dimensión; el boceto. Luego de la primera fase, se realiza el boceto para plasmar las características generales del proyecto. En esta etapa se inicia con la preparación de la modelo 3D mediante el uso software BIM, se plantean todos los elementos necesarios para un diseño sostenible tanto estructural y funcional.

Building SMART (2020), la tercera dimensión, la más obvia, característica del BIM es su capacidad de representar en tres dimensiones. Esto permite que todo el mundo visualice el proyecto cómo si estuviera ya construido. Tradicionalmente la capacidad de visualizar los proyectos en tres dimensiones estaba restringida a los técnicos. Sólo se realizaban visualizaciones tridimensionales como motivos de marketing o comerciales. Se elegían para ello, sólo, unas determinadas vistas. Los modelos BIM 3D son desarrollados durante la fase de diseño de un proyecto para ayudar a visualizarlo y para comunicar el diseño del mismo mediante la representación tridimensional de sus elementos constructivos e instalaciones. En esta dimensión podemos destacar los siguientes “usos del BIM”: Visualización: El propósito de estos modelos BIM es usarlo para que el cliente tenga una idea real y clara de cómo será nuestro activo y para conocer las dimensiones de sus elementos y los materiales usados en el acabado de esos elementos. Coordinación: Los modelos BIM usados para la coordinación sirven para establecer las relaciones entre las diferentes disciplinas y conocer si existen interferencias entre ellas. Estas interferencias deben de ser documentadas y su resolución se planifica entre los distintos agentes. El cliente deberá definir en el EIR cómo quiere que se estructuren los diferentes modelos y cuál debe ser el punto que permita unir



todos estos modelos. Cálculo de cantidades: El propósito de estos modelos es obtener unas ratios para la extrapolación de posibles cantidades o la obtención detallada de todas las cantidades de los distintos elementos, dependiendo de la fase del proyecto en la que nos encontremos.

Por su parte, los autores Hardin y Mccool (2015), definen el plan de ejecución BIM (PEB), como el documento que refleja las estrategias, procesos, recursos, técnicas, etc.; que se aplicaran con la finalidad de asegurar el cumplimiento de los requisitos BIM solicitados por el cliente, el documento está redactado específicamente para un determinado proyecto y en la fase o fases concretas del ciclo de vida del mismo. Para su redacción se recomienda de la participación de todos los agentes implicados en la fase o fases en las que vaya a aplicar dicho Plan. Con la misma premisa el Building SMART (2020), se refiere para el PEB como documento que se desarrolla por los ofertantes inicialmente, y por el equipo de proyecto una vez ya adjudicado el proyecto para definir su forma de trabajo colaborativa y cómo se va a cumplir con los objetivos indicados por el cliente.

Según la Norma ISO 16739-1 (2018), Las Industry Foundation Classes (IFC) son un estándar internacional abierto para los datos del Modelo de información de construcción (BIM), los cuales se intercambiarán y compartirán entre las aplicaciones y software usadas por los diversos participantes del sector de la industria de gestión de instalaciones o construcción. El estándar incluye definiciones que cubren los datos requeridos para los edificios durante su ciclo de vida. Esta versión, y las próximas versiones, amplían el alcance para incluir también definiciones de datos para activos de infraestructura durante su ciclo de vida. Específicamente, el esquema IFC es un modelo de datos estandarizado que codifica, de manera lógica.

Por último, en el Perú se promulgó un decreto supremo DS N° 289 (2019), donde definen al BIM, como un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que nos permitan formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura pública de forma colaborativa en un espacio virtual; cabe

mencionar que el enfocado va para el sector público pero que de igual forma puede ser y está siendo aplicado en el sector privado. La justificación de la presente norma indica hoy en día, precisamente, los errores en el expediente técnico constituyen uno de los principales motivos de demoras y paralizaciones de las obras públicas.

Según BIMFORUM (2017), El modelado de información de construcción presenta la información de un proyecto o estructura de construcción en forma de representaciones gráficas tridimensionales de elementos (por ejemplo, puertas, vigas, etc.), que pueden asociarse aún más con información sobre otras características de esos elementos. Es posible que la representación gráfica de un elemento, tomada sola, sugiera que se puede atribuir al elemento una mayor precisión o intención de lo que en realidad es el caso. El esquema LOD de la AIA se desarrolló para proporcionar una forma más sistemática de transmitir el grado de confianza que se puede depositar en un elemento. Al establecer definiciones más precisas se reducirá los riesgos de falta de comunicación entre los miembros de los equipos del proyecto cuando se establezcan las expectativas para las diferentes etapas del proceso de diseño y construcción, a través de una identificación más fácil de lo que es cada miembro del equipo. Se espera brindar una mayor previsibilidad del nivel de esfuerzo que se necesita en la creación de los entregables de cada miembro. La especificación LOD está organizada por CSI Uniformat 2010, con las subclases expandidas al Nivel 4 (y en algunos casos al Nivel 5) para proporcionar detalles y claridad a las definiciones de los elementos. La especificación de LOD aborda solo LOD 100 a LOD 400 del esquema LOD de la AIA, junto con un nuevo nivel, LOD 350, que se agregó entre LOD 300 y LOD 400 para abordar mejor los niveles de información necesarios para una coordinación comercial efectiva. La especificación de LOD no aborda el LOD 500 ya que ese LOD se relaciona con la constatación en campo el cual no indica una mejora de nivel a la geometría o información. La interpretación de BIMForum de las definiciones de LOD es la siguiente:

LOD 100: Son representaciones geométricas genéricas. Las cuales solo mostrarán los componentes existentes, pero no precisarán su forma, tamaño o

ubicación exacta. Toda información obtenida de los elementos LOD 100 será considerada aproximada. LOD 200: Su representación gráfica dentro del modelo indican una posición genérica. Se puede reconocer los elementos representados, o puede ser un elemento como volumen para la reserva de espacio. Toda información derivada de los elementos LOD 200 se considerará aproximada. LOD 300: En esta representación gráfica se adiciona el tamaño, la cantidad, la forma, la ubicación y la orientación del elemento tal como se diseñó, nos permite realizar medidas directas al modelo sin tener que recurrir a las notas o llamadas de dimensiones para realizar la consulta de información no modelada. Se define el origen del proyecto y los elementos son ubicados con exactitud, teniendo como referencia el origen del proyecto. LOD 350: Se realiza el modelamiento de las partes necesarias para la interacción del elemento con elementos cercanos o adjuntos. Se incluirán dentro de cada elemento los soportes y conexiones. La forma, el tamaño, la cantidad, la ubicación y la orientación de cada elemento diseñado, se podrá medir directamente del modelo sin la necesidad de realizar las consultas a las notas o llamados de dimensión. LOD 400: Además de cumplir con los requerimientos del LOD 350 se adicionan los detalles necesarios y precisos que nos permitan fabricar el componente representado. LOD 500: Se relaciona directamente con la verificación de campo y no es una indicación de progresión a un nivel más alto de geometría de elementos del modelo o información no gráfica.

El diseño del edificio se enmarco en la normativo del “Reglamento Nacional de Edificaciones” (RNE), son un conjunto de capítulos o normas, las cuales mencionaremos: Arquitectura: A.010 El cual nos da las condiciones generales de diseño; el diseño arquitectónico deberá de cumplir con los parámetros mínimos de seguridad y calidad de vida de las personas, más la protección del medio ambiente. A0.20 Vivienda; Criterios que constituyen edificaciones para fines de vivienda con usos primordial o especial de domicilio de las familias, satisfaciendo sus necesidades habitaciones y funcionales de manera adecuada.

Estructuras: E.020 Cargas: Las cargas mínimas establecidas dependiendo del uso de la infraestructura; E.030 Diseño sismorresistente; Norma que define los requerimientos mínimos de diseño para que las edificaciones cuenten con un comportamiento sísmico; E.050 suelos y cimentaciones; Norma donde se fija los requisitos a cumplir en el Estudios de Mecánica de Suelos, con el fin de diseñar las cimentaciones de una edificación. E.070 Albañilería; Norma que establece los requisitos y las exigencias mínimas para el análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad de edificaciones de albañilería armada.

MVCS (2006), la norma IS.010 Instalaciones Sanitarias para Edificaciones; donde se encuentra los requisitos mínimos en el diseño de las instalaciones sanitarias de las edificaciones, además de las especificaciones técnicas a cumplir en el almacenamiento, bombeo, distribución y la eliminación de estas después de su uso”.

Instalaciones eléctricas: Código Nacional de electricidad; se establece para poder prevenir y salvaguardar la integridad de las personas y de la propiedad, frente a los peligros que implican el uso de la electricidad; así como la preservación del ambiente.

La definición de términos básicos, Diseño de vivienda; la vivienda es una edificación que cumple la función de refugiar a las personas, su mobiliario y propiedades, protegiéndolos en su interior de las inclemencias del clima y de cualquier otro factor. Desde la antigüedad, el ser humano ha buscado la manera de protegerse de los animales y del clima. En un principio lo realizaba ocultándose en cuevas para no ser alcanzados por las fieras, por lo que se determina que la finalidad principal es funcionar como un espacio seguro en el que se pueda estar comfortable.

Vivienda multifamiliar; aquel constituido por la superposición de unidades de vivienda sobre la base de un área determinada, un recinto donde unidades de vivienda que se superponen unas a otras, albergando a un número determinado

de familias, cuya convivencia no es una condición obligatoria. El espacio está bajo un régimen de condominio, con servicios y bienes compartidos; tales como: Circulación (escaleras y ascensores).

El mundo actual es capitalista y globalizado, en donde las empresas no tienen fronteras, y donde se busca tener más, no tener límites, competencias ilegales, y sobre todo el monopolio. Este es un mundo desigual, donde las herramientas más indispensables para la competencia, en esta corrida de vale todo, una buena información es primordial de igual manera saberla trabajar de manera conjunta, para que, si se tiene una variación individual, esta se refleja de manera simultánea en las partes que están erradas. En la construcción peruana hay un gran sector que se aferra a los procesos tradicionales del diseño y construcción de proyectos, esto nos coloca en un nivel inferior de competencia, con respecto a los países desarrollados. Con la firma de algunos tratados económicos internacionales, se ha permitido el ingreso de algunas empresas extranjeras al país, por tanto, se ha elevado el nivel de competitividad en el sector, gracias a esto se está avanzando en la implementación de técnicas que ayuden a mejorar la productividad y el flujo de trabajo, tanto en el diseño como en la ejecución de obras.

Como consecuencia de estas mejoras, los protagonistas en las etapas de diseño y construcción son los softwares, la metodología BIM (Building Information Modeling), nos permite entrelazar la etapa de idea, diseño tridimensional, planificación, costos hasta el mantenimiento del proyecto que además contiene toda la información necesaria. Esto nos permite que los cambios realizados en cualquier etapa se reflejen de manera automática en los demás, generando una inmediata ganancia de tiempo, facilitando visualizar los cambios que favorezcan en las variables ya indicadas. Del mismo modo se tendrá una gran disminución en el riesgo de realizar deslices a última hora los cuales generan cambios y sobrecostos.

Generalmente, el diseño de un proyecto es el que más cambios sufre, es pues en esta etapa donde se idealizan los deseos del cliente para conceptualizados

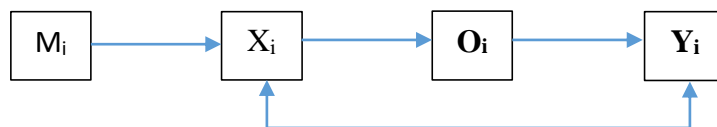
por parte del diseñador. Teniendo en cuenta que para este proceso no solo interviene el diseñador, sino es un conjunto de personas, las que de forma independiente y aislada muestran diseños de forma conjunta, y es en esas interacciones e interconexiones de diseño donde surgen la mayoría de errores y demoras posibles que se puedan esperar. Tomando como premisa esta necesidad, "BIM", se encarga de almacenar e integrar la información en una base de datos, permitiendo la visualización de recorridos en un modelo tridimensional, de las secciones transversales, alzadas, conjunto de materiales, entre otros.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y Diseño de Investigación

**Tipo de Investigación:** es de tipo **aplicada**, como indica, CONCYTEC (2018), Está enfocada a establecer mediante el conocimiento científico, los medios (metodologías, protocolos y tecnologías) razón por el cual podría cubrirse una problema examinada y concreta. Por otra parte, para Murillo (2008), la considera como investigación práctica, que se basa en el uso o la aplicación de los métodos conseguidos para efectuar y sistematizar la práctica basada en investigación. Obteniendo como resultado de una forma rigurosa, organizada y sistemática de conocer la realidad. La investigación busca solucionar un problema implícito y prioritario encontrando las incompatibilidades e incongruencias que existen en el proceso de diseño.

**El diseño de investigación:** es **no experimental, descriptivo – aplicado**, los autores Hernández, Fernández y Baptista (2014), definen como su único fin es detallar las propiedades, características y atributos notables de un fenómeno o fenómenos, con una observación en su ambiente natural y sin la manipulación de sus variables, asimismo son útiles para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación, en la investigación se realizó el modelamiento en 3D de una vivienda multifamiliar aplicando la metodología BIM.



Donde:

Mi: Vivienda

Xi: Aplicación de la metodología BIM

Yi: Diseño de una vivienda multifamiliar

Oi: Resultado

## **3.2 Variables y operacionalización**

### **3.2.1 Variables.**

Según Posada (2016), el variable es cualquier peculiaridad o propiedad de una población que sea posible medir con distintos valores o describir con diferentes particularidades.

La investigación contempló dos variables:

Xi: Aplicación de la metodología BIM Variable de tipo independiente

Yi: Diseño de una vivienda multifamiliar, Variable de tipo dependiente. Ambas enmarcadas en una investigación cuantitativa.

### **3.2.2 Operacionalización de variables**

Ver el cuadro de la operacionalización de la variable en el cuadro Anexo 01.

## **3.3 Población, muestra, muestreo, unidades de análisis**

**Población:** en la presente investigación la población de estudio es la vivienda multifamiliar, ubicado en el distrito de Huaraz, según su zonificación se encuentra dentro de una zona de densidad media (RDM)-R4, dentro del cual, en los conjuntos residenciales, nos permite como máximo seis pisos con ascensor y un área mínima de 120.00 m<sup>2</sup> y un frente mínimo de lote de 8 ml. La población y muestra según los autores Hernández, Fernández y Batista (2014), es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, de igual modo puede situarse claramente en torno a sus características de contenido, de lugar y en el tiempo.”

**Muestra:** se consideró la muestra igual a la población. Según los autores Hernández, Batista y Fernández (2013), subgrupo de la población en el cual para poder elegir no se busca la probabilidad, sino la elección se realiza de acuerdo a las características de la investigación”, por tal razón vamos a realizar un muestreo por conveniencia, así conociendo los individuos que forman la población.



### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Las técnicas según Rodríguez (2008), son los medios empleados para recolectar información, las más resaltantes son la observación, cuestionario, entrevista, encuesta, método estandarizado, etc.

- ✓ Observación: se realizó visitas para la observación de campo y la recolección de datos tales como: la ubicación del lote, el levantamiento topográfico, la realización de estudio de suelos.
- ✓ Análisis Documental: con el fin de obtener un buen nivel de estudio se tuvo en cuenta la revisión de libros, tesis, artículos relacionados al diseño de viviendas y la implementación de la metodología BIM.
- ✓ Entrevista: se realizó con el propósito de saber la cantidad de familias requeridas, número de pisos deseados y las posibles distribuciones de ambientes.

Los instrumentos de recolección de datos, según Hernández, Fernández y Batista, (2014), los instrumentos de recolección de datos; son recursos metodológicos que utiliza el investigador para registrar información o datos sobre las variables que tiene en mente.

- ✓ Ficha de recolección de datos topográficos
- ✓ Plano de ubicación y localización
- ✓ Plan de ejecución BIM para la implementación de Metodología BIM para la elaboración del Diseño de la Vivienda Multifamiliar.
- ✓ Ficha de registro de requisitos mínimos para el uso BIM.
- ✓ Modelado de diseño de arquitectura.
- ✓ Modelado estructural con el Revit estructural y robot structural.
- ✓ Modelado de diseño sanitario.
- ✓ Modelado de diseño eléctrico.
- ✓ Entrevista, se realizó con el propósito de saber la cantidad de familias requeridas, número de pisos deseados y las posibles distribuciones de ambientes.

### **3.5 Procedimientos**

- ✓ Se realizó la revisión de la bibliografía, una vez planteado las bases teóricas establecidos dentro del método se pasó a la aplicación de las técnicas de forma contextual, con el fin de investigar, se empezó por señalar los pasos que se seguirán en cada una de las técnicas, de esta forma de planteo los instrumentos de medición, métodos de análisis de datos, desarrollo de los objetivos y discusión sea el caso.

#### **Validez y confiabilidad.**

Según los autores Hernández, Fernández y Batista (2014), se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir. Los mismos autores indican a la confiabilidad, como un instrumento de medición al grado en que su aplicación repetida al mismo individuo u objeto produce resultados iguales.

Para nuestro caso la certificación de la validez respectiva, del instrumento de investigación, se sometido al juicio de tres expertos en el área de la ingeniería civil, quienes verificaron de forma imparcial y especializada el criterio de validez respectivo. Además, la recolección de datos fue de fuentes confiables, de la misma manera el proceso y procesamiento de la data estuvo prevista en una cédula de recopilación, con lo cual viabilizó su proceso por medio del software respectivo.

### **3.6 Métodos de análisis de datos**

Los datos recopilados han sido usados como punto de partida para diseño de la vivienda multifamiliar, el cual con la ayuda de la metodología BIM las herramientas BIM se procedió a realizar el modelamiento de la vivienda. Para este fin se usaron: Para el modelamiento Arquitectónico el Revit Architecture, el modelamiento estructural Revit Structural – Robot Structural, para el modelamiento de instalaciones Revit MEP y la compatibilización el Naviswork todo esto en la plataforma BIM 360 design. El uso de estas herramientas BIM

se acondicionó para el cumplimiento del reglamento nacional de edificaciones por especialidades (Arquitectura: A.010, A.020; estructuras: E.020, E.030, E-050, E-070, Instalaciones sanitarias: IS.010 y el código nacional de electricidad).

### **3.7 Aspectos éticos**

El proyecto de investigación garantizará que la información obtenida fue citada con autenticidad, respetando la propiedad intelectual y el aporte teórico de sus autores a lo largo de este trabajo de investigación, de modo que no serán considerados como plagios por otros investigadores. Con la protección de los valores intelectuales generamos riqueza y mejoramos el nivel de vida de las personas. Es por ello que esta investigación pasará por un programa que es el TURNITIN para verificar si el contenido de dicha tesis sea plagio o se haya citado las aportaciones de manera incorrecta.

## IV. RESULTADOS

### 4.1 Aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar provincia de Huaraz – Ancash – 2019

La aplicación de la metodología BIM, se empieza con la materialización del Plan de Ejecución BIM, el cual nos marcó los hitos a alcanzar para poder realizar el modelamiento 3D de la edificación. Luego de la propuesta de la ejecución del proyecto de investigación “Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019, se procedió a la entrevista con la propietaria del lote elegido para realizar el presente proyecto con la cual luego de una entrevista procedimos a la recopilación de datos tales como ubicación, dimensiones del predio, la necesidad de contar con una edificación con 5 unidades familiares y una azotea, de tal forma que cumpla con los parámetros urbanísticos del predio.

Luego de recogido estos datos se procedió a la elaboración de nuestro plan de Ejecución BIM. En este plan establecemos las actividades a desarrollar y los parámetros a tener en cuenta en las actividades, estas son:

- ✓ Elaboración del plano de ubicación
- ✓ Estudio de mecánica de suelos
- ✓ Recopilación de datos inherentes al predio como son los parámetros urbanísticos, si cuenta con puntos de agua, de luz y de desagüe.
- ✓ Determinación del nivel de detalle que tendrán los modelos de los diseños: arquitectónico, estructural, sanitario y electromecánico. Que para este caso serán de LOD 300, el cual nos indica que la representación del elemento con sus características principales contendrá una información y geometría general, mostrando de forma ordenada los elementos principales que conforman el edificio.
- ✓ La interoperabilidad de las especialidades realizando un trabajo colaborativo para la identificación de incompatibilidades entre especialidades.

- ✓ La entrega de Modelo 3D de la edificación y los planos de proyecto por especialidades.
- ✓ Para más detalle ver el Plan de ejecución BIM elaborado, que está ubicado en el Anexo N° 03.
- ✓ **Plataforma colaborativa BIM 360.**

Autodesk® BIM 360™ nos permitió mejorar la entrega del proyecto al permitirnos realizar la toma de decisiones fundamentales durante el proceso de diseño ya que los miembros de un proyecto anticipen, optimicen y controlen todos los aspectos del rendimiento del proyecto.

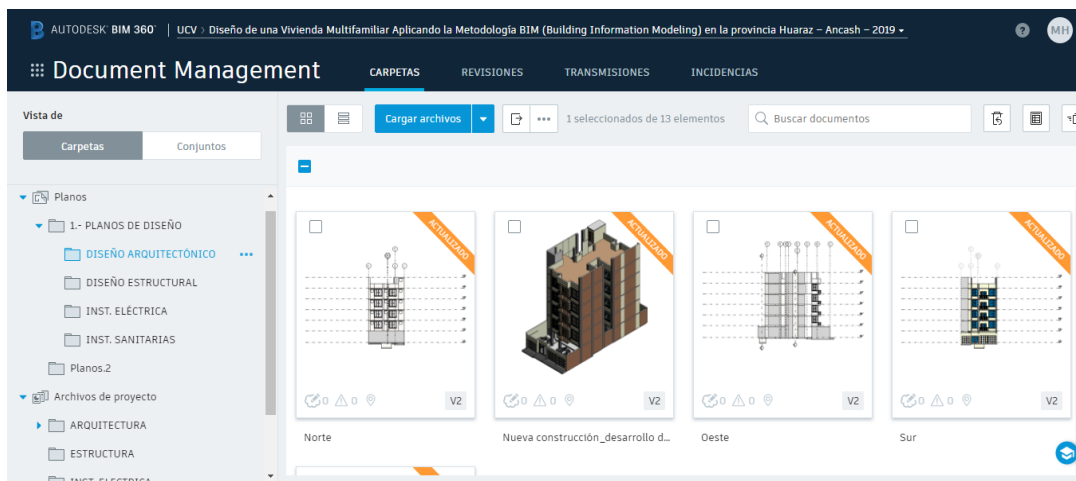


Figura N° 01: Plataforma de trabajo colaborativo del BIM.

Fuente: Elaboración propia.

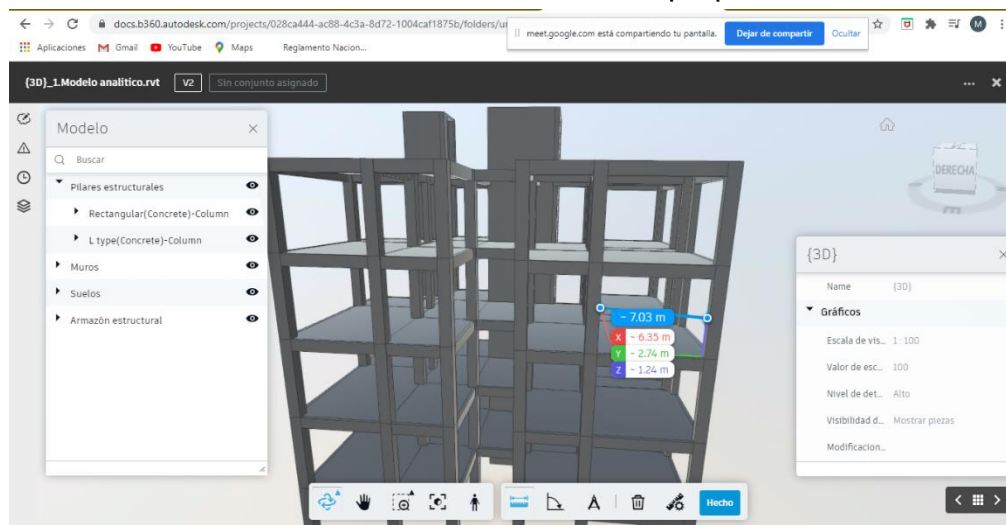


Figura N° 02: Plataforma de trabajo colaborativo del BIM.

Fuente: Elaboración propia.

## **4.2 Implementar la metodología BIM en el diseño de una vivienda multifamiliar**

Para nuestra implementación de la metodología BIM en el diseño de la vivienda multifamiliar, realizamos el uso de las herramientas BIM, software de modelado de información de diseño como son Revit, Robot y Navisworks, adicionalmente nos apoyamos en el software de gestión de proyectos BIM 360 design y BIM 360 doc. Con el uso de estas herramientas se realizó el diseño de la vivienda multifamiliar.

### **4.2.1 Diseño arquitectónico**

Según Autodesk Revit (2020), el software Revit 2020 se basa en una plataforma que une el diseño y la documentación la cual nos permite realizar el trabajo de diseño, dibujo y creación de tablas de planificación que son necesarias para un modelo BIM. En el modelo Revit, los planos 2D/3D y las tablas de planificación son extraídos del modelo construido virtualmente. Además de ello el software va recopilando información del proyecto y la va actualizando en las demás representaciones; esto gracias a su información paramétrica que le permite coordinar automáticamente los cambios que se realicen en cualquier sitio como pueden ser los planos del dibujo, las vistas del modelo, las secciones, los planos y las tablas de planificación.

#### **4.2.1.1. Ubicación y descripción del Predio.**

Se proyecta una edificación de vivienda multifamiliar de 6 pisos. La cual se ubica en el Jr. José Carlos Mariátegui, barrio la soledad. Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash. Con un área total de 200 m<sup>2</sup>. A continuación se representa la ubicación mediante la aplicación Google Earth.



Figura N° 03: Ubicación del predio

Fuente: Google Earth

#### 4.2.1.2. Diseño arquitectónico de la vivienda multifamiliar.

- ✓ El diseño arquitectónico se realizó a partir de los planos proporcionados por la propietaria, los cuales fueron el plano de la primera planta, el plano típico para los demás niveles 2 al 5 y el plano de la azotea que se muestran en el Anexo N° 09.
- ✓ Como se muestra en el Anexo N° 09, el primer nivel consta de una unidad familiar conformada por dos habitaciones principales, una cocina, un comedor, una sala estar, un baño de servicio, un patio y dos áreas libres. Además de ello se ha diseñado 3 estacionamientos, un ascensor y una escalera de acceso a los demás niveles. Para los demás niveles se ha diseñado una habitación principal y dos habitaciones secundarias, un baño común para las habitaciones secundarias, un baño de servicio, una cocina, una sala comedora, una sala de estudio.

Todo este diseño en 2D ha sido llevado a un modelo 3D con el programa REVIT, nuestro primer paso fue analizar la distribución de los ambientes para luego poder determinar nuestros ejes y los niveles de altura de cada piso. De la edificación.

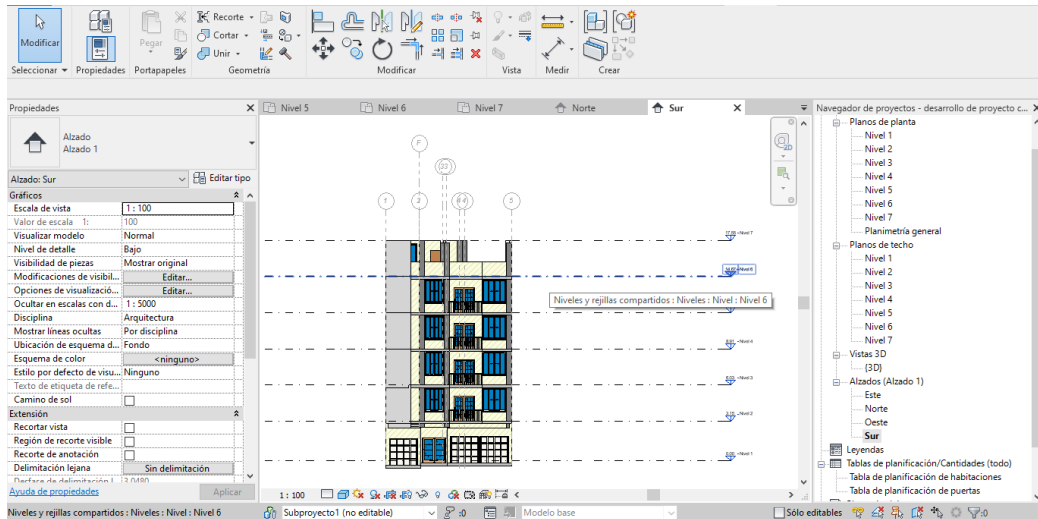


Figura N° 04: distribución de Ejes y Rejillas

Fuente: Elaboración propia

Luego se procedió con el modelado de los elementos arquitectónicos como son los muros, columnas (como distribución), losas, puertas, ventanas, accesorios, etc. En un modelo BIM se deben de representar bien los elementos, ya que posteriormente nos brindaran la información según el orden y los criterios que nosotros hayamos creado cada elemento, en este caso nuestro nivel de información es el LOD 300, para los cual hemos usado las familias que vienen preinstaladas en el software.



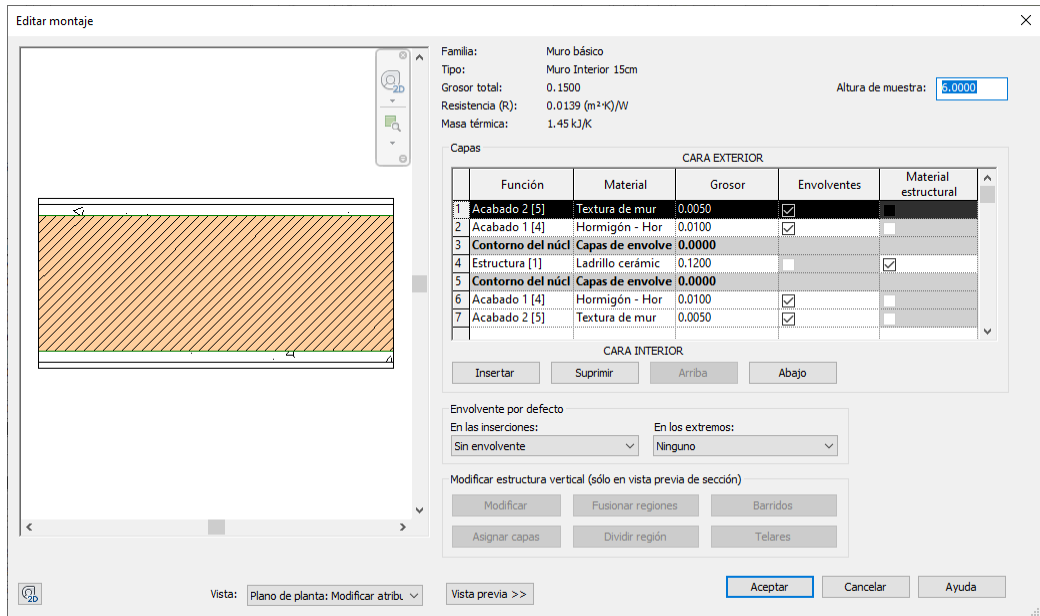


Figura N° 05: Configuración de Parámetros de Muro

Fuente: Elaboración propia

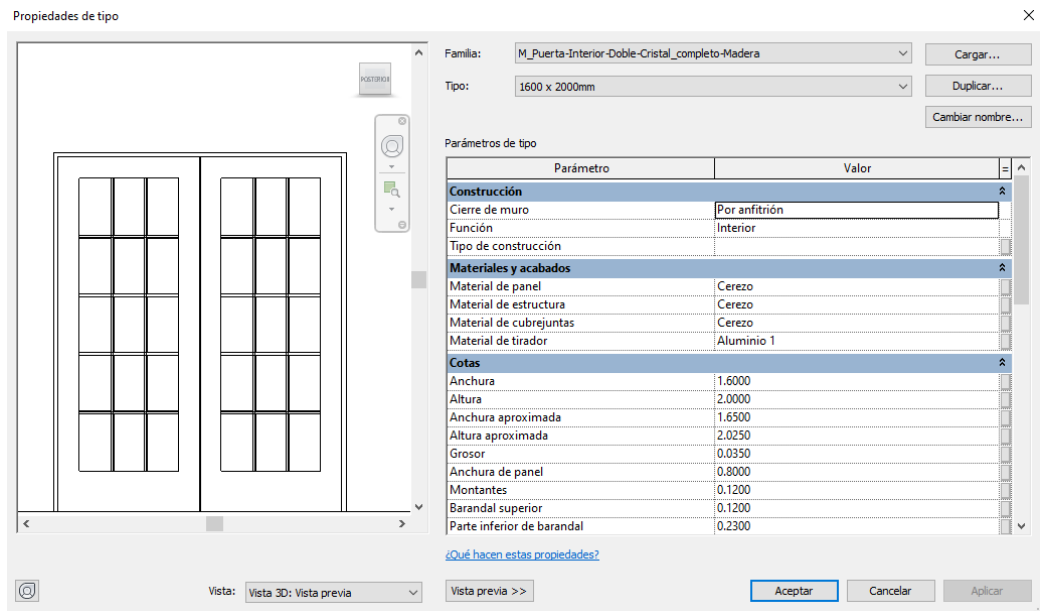


Figura N° 06: Configuración de Parámetros de Muro

Fuente: Elaboración propia

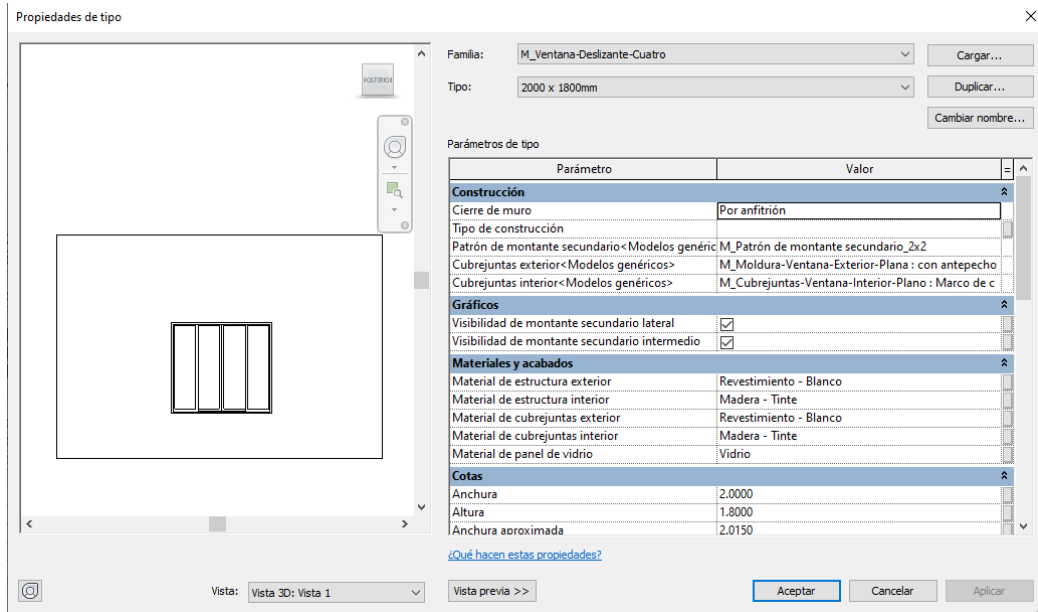


Figura N° 07: Configuración de Parámetros de Ventana

Fuente: Elaboración propia

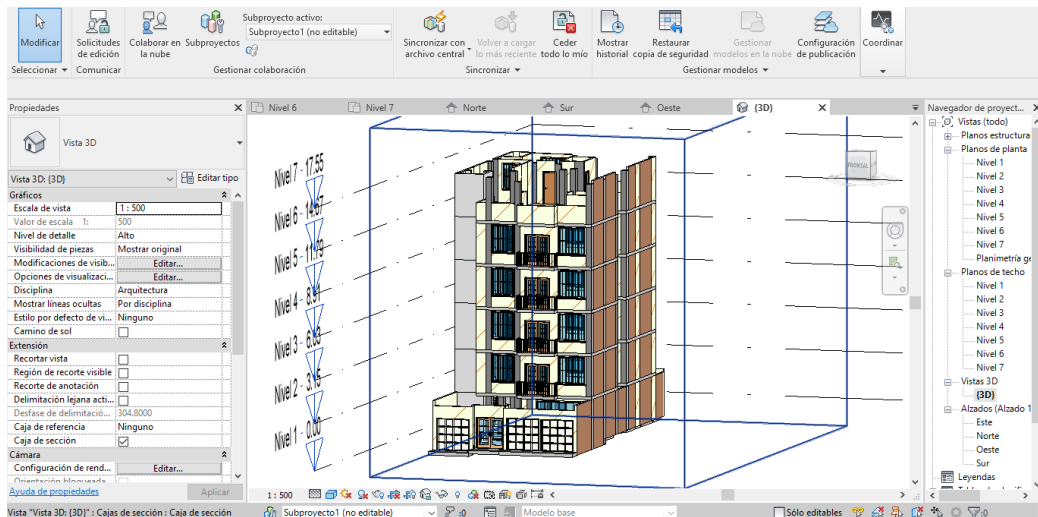


Figura N° 08: Modelado de la Edificación

Fuente: Elaboración propia

Luego del modelado del diseño arquitectónico procedimos a realizar la comprobación de interferencias dentro del modelo que en un inicio nos arrojó 128 interferencia las cuales fueron corregidas para luego poder repetir la operación y conseguir un reporte de cero interferencias dentro del modelo arquitectónico.

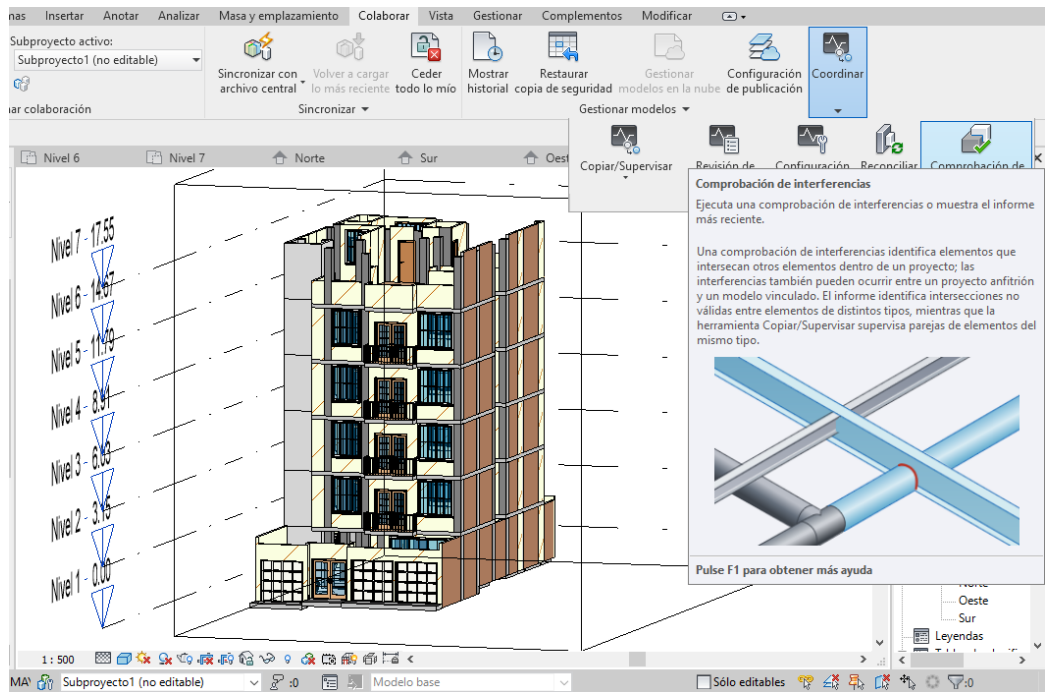


Figura N° 09: Verificación de interferencias en arquitectónico

Fuente: Elaboración propia.

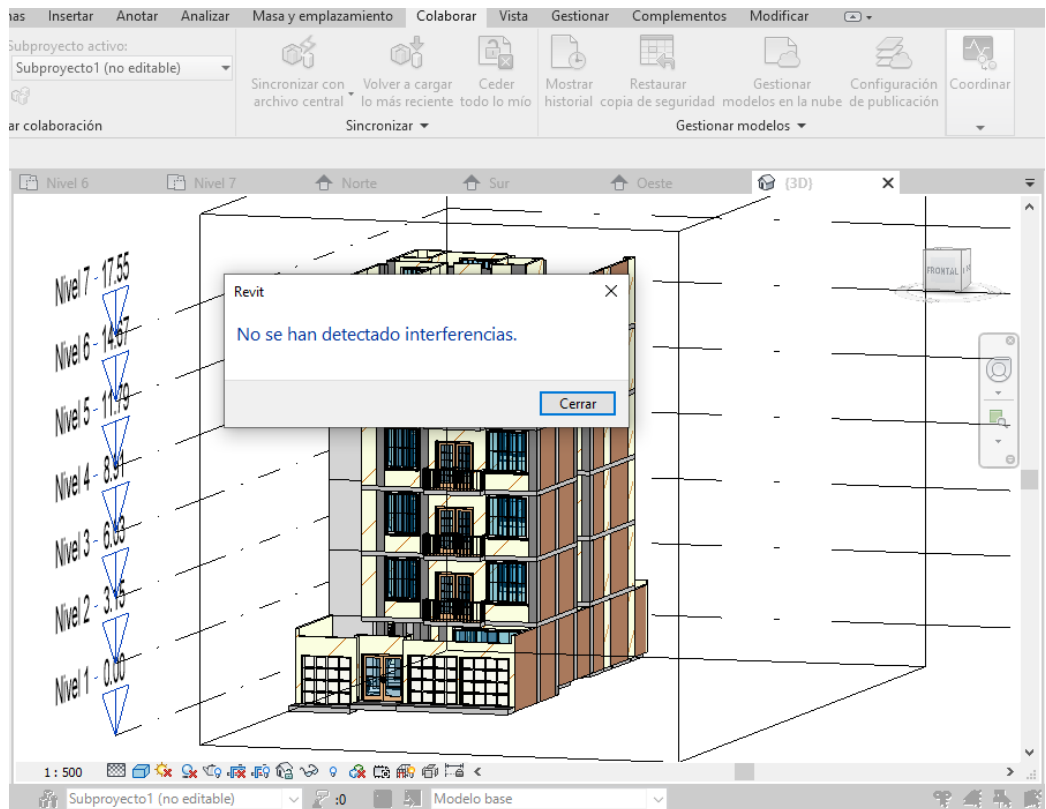


Figura N° 010: Respuesta de la Verificación

Fuente: Elaboración propia.

## 4.2.2 Diseño estructural con Robot Structural

Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2020, (en adelante llamado ARSAP, o simplemente ROBOT) este programa nos permite la modelación, análisis y diseño de los elementos estructurales de varios tipos de estructuras; además de permitirle al usuario aparte de la creación su análisis y diseño. Como complemento nos permite realizar los cálculos estáticos y dinámicos para su verificación, la posibilidad de realizar el dimensionamiento de los elementos que estén compuestos las estructuras tomando como base las normativas para poder crear luego la documentación correspondiente

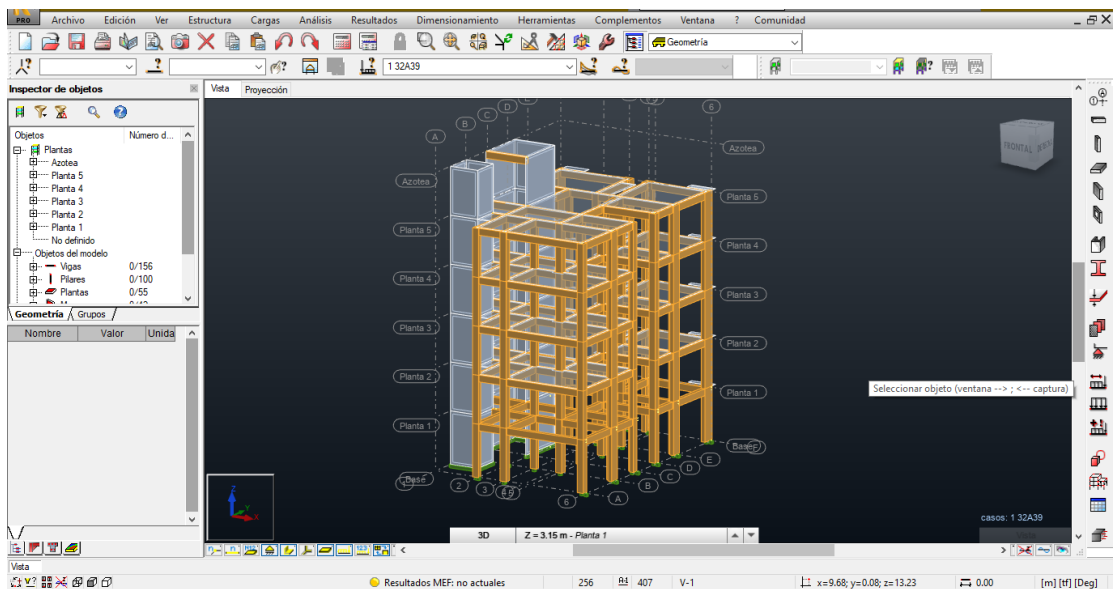
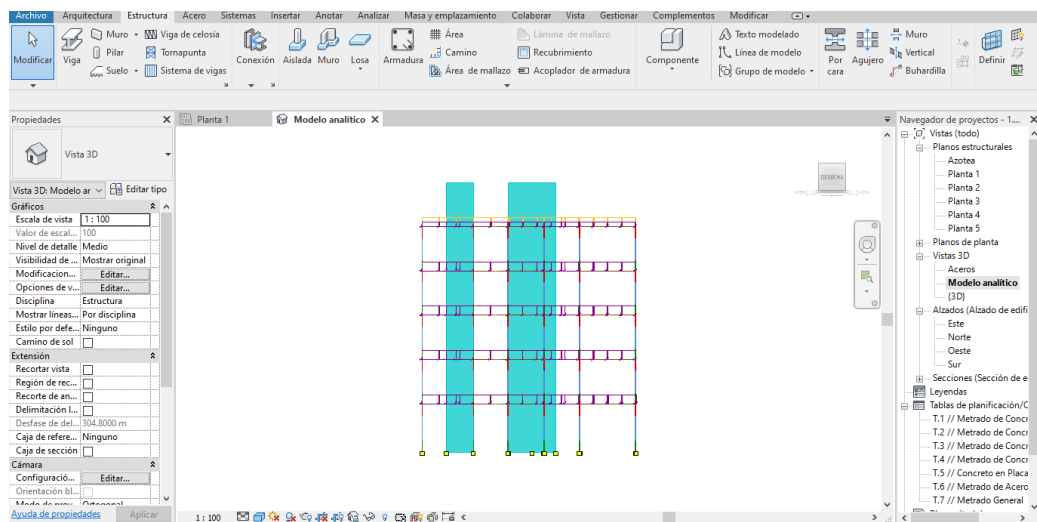
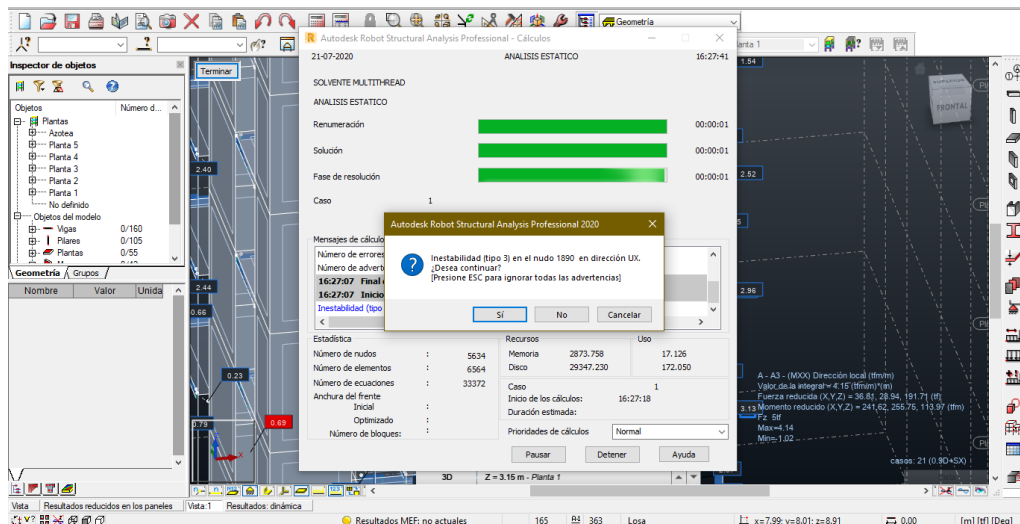


Figura N° 011: Modelamiento estructural con el Robot Structural

Fuente: Elaboración propia





## 4.2.3 Diseño estructural con Robot Structural

### 4.2.3.1 Estructuración y pre dimensionamiento

- ✓ Nuestra estructura está representada por una simetría en planta y elevación, el cual nos permitió un mayor control con respecto a los desplazamientos máximos permitidos por la norma E-30-2018.
- ✓ Se realizó la proyección de placas perpendiculares a los descansos de las escaleras con la finalidad de mejorar estabilidad del elemento. Gracias a esta acción se obtuvo una mayor rigidez a las escaleras y la estructura en su conjunto; la cual se encuentra distribuida en todos los niveles.
- ✓ Para los ejes A, B, C, D E, F y H, se dimensionó vigas principales peraltadas por tener una mayor luz. Con la finalidad de que se formen pórticos en esa dirección.
- ✓ Con respecto al encofrado de losas se consideró losas nervadas en una sola dirección.
- ✓ Se dispuso una estructuración con simplicidad sin modificar la rigidez de la edificación y que este en concordancia con la arquitectura.

### A. Pre dimensionamiento de losa aligerada.

Según el American Concrete Institute (2011), El espesor de losa en una sola dirección no depende de las condiciones de apoyo. La ecuación  $e =$  perímetro

/180 establece el espesor mínimo permisible de la losa nervadas en una sola dirección es importante mencionar que el perímetro se refiere la longitud de los bordes del panel. El espesor calculado debe ser mayor que todos los espesores de cada panel. Por la tanto:

Tenemos:

$$f = \frac{p}{180}, \text{ parámetro recomendado por ACI 318-2011}$$

Donde:

$p$ : Perímetro

$e$ : Espesor

Reemplazando:

$$f = \frac{30}{180}, e=0.17, \text{ este espesor que se calculó será el mínimo permisible.}$$

El espesor elegido es de 20 cm en todas las losas que se proyectaron, esto para mayor seguridad.

## **B. Pre dimensionamiento de vigas**

Para el pre dimensionamiento de vigas en cargas de gravedad y sismo, se tomó el siguiente criterio:

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

Donde:

H: Peralte de la viga

L: luz mayor de la viga en el siguiente cuadro se muestran las medidas de pre dimensionadas de las vigas con mayor luz.

Tabla N° 01: Pre dimensionamiento de vigas.

Dirección	Eje	Luz mayor (m)	h = L/10 (m)	h = Elegido (m)
X	1	4.50	0.45	0.45
	2	4.30	0.43	0.45
	3	5.00	0.50	0.50
	4	5.00	0.50	0.50
	5	5.00	0.50	0.50
X	A	4.50	0.45	0.45
	B	4.30	0.43	0.45
	C	5.00	0.50	0.50
	D	5.00	0.50	0.50
	E	5.00	0.50	0.50
	F	6.00	0.60	0.60

Elaboración propia.

### C. Pre dimensionamiento de columnas

Según Delgado (2010), el parámetro usado para el pre dimensionamiento de columnas fue:

$$A_{col} = \frac{1.10 * P_{servicio}}{0.30 * F_c},$$

$$A_{col} = \frac{1.25 * P_{servicio}}{0.25 * F_c},$$

$$A_{col} = \frac{1.50 * P_{servicio}}{0.20 * F_c},$$

Donde:

A col: Área transversal de la columna

P servicio: carga vertical en servicio = P x A tributaria x N de pisos

Fc: resistencia a la compresión del concreto (kg/cm<sup>2</sup>)

Como nuestra edificación es de categoría C por lo tanto P = 100 kg/ m<sup>2</sup>, a continuación, en la tabla N° 03 presentamos un resumen de los tipos de columnas con su respectivo pre dimensionamiento, se las considero en esta tabla por tener una mayor área tributaria (las más críticas).

Tabla N° 02: Pre dimensionamiento de columnas

Columna		Carga de servicio			Área requerida (cm <sup>2</sup> )	Dimensiones	
Tipo	Ubicación	Área tributaria (m <sup>2</sup> )	N° pisos	P servicios (Ton)		bxh (m)	Área final (cm <sup>2</sup> )
C-01	(6,A; 5,B-D)	13.09	5	65.45	1371.33	40*40	1600
C-02	RESTO	10.62	5	53.10	927.14	30*30	900

Elaboración propia.

Se consideró un dimensionamiento mayor a los del pre dimensionamiento con la finalidad de garantizar un mayor grado de seguridad, los cuales serán verificados mediante el análisis sísmico los cuales se ven en capítulos posteriores.

#### D. Pre dimensionamiento de placas

Se consideró los siguientes criterios para la ubicación y el dimensionamiento de las placas:

- Según Norma E.060 exige un espesor mínimo de placas de 15 cm, pero por facilidad en el proceso constructivo y evitar un posible pandeo local, se optó por usar 20 cm como espesor mínimo.
- La ubicación de las placas fueron en ambas direcciones las cuales fueron distribuidas en zonas centrales y laterales de la edificación. Las placas tienen un espesor de 20 cm
- Se buscó colocar segmentos de placas que formen pórticos sísmicos en la dirección transversal a las placas.



## E. Pre dimensionamiento de escalera

Según El Reglamento Nacional de Edificación menciona lo siguiente:

Donde:

Cp: contrapaso

p: paso

Tomamos 18 pasos de 25 cm de ancho y el contra paso es de 18 cm

Se verifica:

$$2 \times 18 + 25 = 61.00 \text{ cm.}$$

### 4.2.3.2 Metrado de carga:

La estimación de los metrados de carga por gravedad (PP), carga viva (CV) y carga muerta (CM) de acuerdo con la norma E.020.

Presentamos una lista de los pesos de los materiales:

Lista y pesos unitarios de los materiales para la carga muerta.

- ✓ Concreto Armado 2400 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Albañilería con Tarrajeo 1800 Kg/m<sup>3</sup>
- ✓ Aligerados (h=20 cm) 300 Kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Piso Terminado 100 Kg/m<sup>2</sup>
- ✓ Acabado cielo raso 20 Kg/m<sup>2</sup>

Tabla N° 03: Resumen de la carga muerta; tabiquería y acabados.

Descripción	Acabado de Pisos terminado (Tn)	Acabado cielo raso	Muro	Sub total (Tn)	Área de cada Piso (m <sup>2</sup> )	Peso por (Tn/m <sup>2</sup> )
Nivel 1	0.518	0.109	77.556	78.183	153.15	0.513
Nivel 2	0.518	0.109	67.027	67.654	153.15	0.438
Nivel 3	0.518	0.109	67.027	67.654	153.15	0.438
Nivel 4	0.518	0.109	67.027	67.654	153.15	0.438
Nivel 5	0.518	0.109	67.027	67.654	153.15	0.438
Azotea	0.518			0.518	153.15	0.513
<b>Nivel de Máquina peso de Ascensores</b>				<b>2.5</b>	<b>2.25</b>	<b>0.513</b>
<b>Total de Carga</b>						<b>3.729</b>

La sobrecarga del ascensor se añade en el perímetro de las placas o muros estructurales, estos sostendrán el peso de los equipos y la sobrecarga mencionada.

Tabla N° 04: Cargas vivas por niveles y por su uso.

Niveles	S/C (Kg/m <sup>2</sup> )
Nivel N° 01	
2da Piso VM	200
Nivel N° 02	
3er Piso VM	200
Nivel N° 03	
4to Piso VM	200
Nivel N° 04	
5da Piso VM	200
6a Piso - Azotea	100
Escalera	200

NORMA E.020

## F. Resumen de peso de la edificación

En el siguiente cuadro presentamos el resumen de metrados de la carga total de la edificación. El valor del peso propio de la edificación por cada nivel es proporcionado por el software Autodesk Robot Structural.

Tabla N° 05: Resumen del peso total del edificio por niveles

Niveles	CM PP (Tn)	CM P. TAB. ACABADO (Tn)	CV (Tn)	C. Total (Tn)
Nivel 01	205.63	78.556	30.63	<b>314.82</b>
Nivel 02	217.16	67.027	30.63	<b>314.82</b>
Nivel 03	217.16	67.027	30.63	<b>314.82</b>
Nivel 04	217.16	67.027	30.63	<b>314.82</b>
Nivel 05	217.16	67.027	30.63	<b>314.82</b>
Azota	139.2	15.968	30.63	<b>185.80</b>
<b>Peso Total</b>				<b>1,759.88</b>

Peso total de edificio: 1,759.88 Tnf

Área total de edificio: 750.00 m<sup>2</sup>.

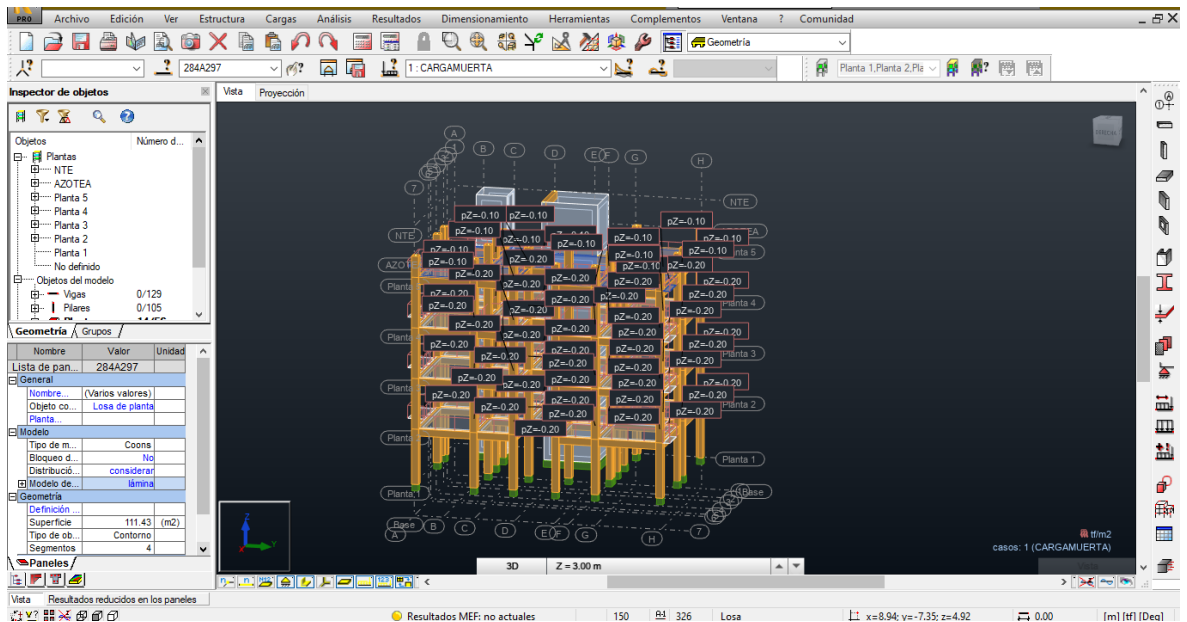


Figura N° 012: Ingreso de cargas a Robot Structural

Fuente: Elaboración propia

### G. Resumen de carga de viento:

La carga de los vientos fue elaborada con los aplicativos que nos brinda el software Autodesk Robot Structural, respetando la norma ASCE 7-05. Y la norma E.020.

Tabla N° 06: Cargas de viento simulados.

Cuadro de Cargas de Viento			
Cargo	Tipo	Valor Máximo (Tn/m <sup>2</sup> )	Descripción
Viento 1	Simulación de viento X+81.20 m/s (variable)	0.413	Estático Lineal
Viento 2	Simulación de viento Y+81.20 m/s (variable)	0.415	Estático Lineal
Viento 3	Simulación de viento X-81.20 m/s (variable)	-0.411	Estático Lineal
Viento 4	Simulación de viento Y-81.20 m/s (variable)	-0.412	Estático Lineal

Las velocidades se calculan bajo el criterio de la norma E.0.20. Artículo N° 12. ver anexo de metrado de cargas. Norma USA ASCE 7 - 05. La simulación de las cargas actuantes del viento realizado en el software Autodesk Robot Structural en la dirección X+.

#### **4.2.3.3 Análisis sísmico de la edificación.**

Para el análisis sísmico se usó la norma E-030 2018 con su modificatoria RM N° 043-2019, este análisis nos permitió verificar el comportamiento de la estructura bajo parámetros sísmicos, con la finalidad de encontrar una rigidez permisible exigida por la norma indicada cumpliendo así los criterios sismo resistentes solicitados por la norma.

Cabe mencionar que el diseño sismo resistente exige cumplir con la filosofía mencionada en la norma E.030-2018

#### **H. Análisis estático y dinámico con el programa BIM Autodesk Robot Structural.**

El análisis sísmico se realizó con el software Autodesk Robot Structural -2020. Se realiza un modelado de la estructura de forma tridimensionalmente; las columnas, vigas, los muros estructurales, las placas del ascensor y la escalera para realizar este análisis se usaron los siguientes parámetros:

#### **I. Parámetro de sitio**

Utilizando la norma actual E-030, se van calcular los parámetros.

#### **Factor de sitio (Z)**

El predio se encuentra en la zona: 3

Y su coeficiente es de  $Z=0.35$

#### **Parámetros de sitio (S), (Tp), (TL):**

Tomando los resultados del estudio de mecánica de suelos (Ver Anexo N° 11; ítem estudio de mecánica de suelos), el perfil que se considera es el tipo S2 (suelo intermedio).

Con ello hallamos los parámetros respectivos:

Factor de suelo :  $S=1.15$

Periodo :  $T_p=0.60$

Periodo :  $T_l=2.00$

## Factor de amplificación sísmica (C)

El análisis modal con el autodesk Robot Structural con sus respectivas cargas se obtienen los siguientes periodos.

Primer modo: eje X

$$T = 0.34 \text{ s}$$

Segundo modo: eje Y

$$T = 0.22 \text{ s}$$

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

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

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

Figura N° 01 Parámetros para el cálculo de factor de amplificación.

Como  $T < T_P$ , en ambas direcciones entonces tenemos:

$$C_x = 2.5$$

$$C_y = 2.5$$

## Categoría de las edificaciones y factor de uso (U)

Se calculó el factor de Uso (U). El edificio es de la categoría: C por lo que tenemos:  $U = 1.00$

## Determinación del valor Ro (coeficiente básico de reducción)

Se consideró sistemas estructurales aporricado en ambas direcciones que según la norma corresponde el  $R_{ox} = 8$ .

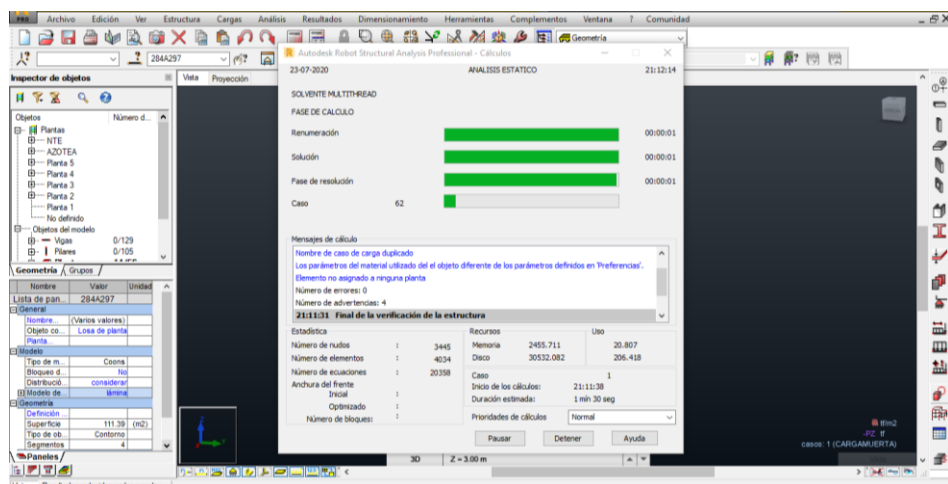


Figura N° 013: Cálculo estructural con Robot

#### 4.2.4 Diseño de instalaciones sanitarias

- ✓ El Diseño sanitario se realizó con el software REVIT, a partir del modelo arquitectónico se comenzó a realizar la distribución de las redes sanitarias tomando en consideración las especificaciones del reglamento nacional de edificación en su capítulo instalaciones sanitarias. Las consideraciones tomadas son:

- La dotación de agua fría según tabla:

Tabla N° 07: Dotación diaria para edificios multifamiliares

Número de dormitorios por departamento	Dotación por departamento, L/d
1	500
2	850
3	1200
4	1350
5	1500

Fuente: RNE IS-010

- Teniendo en cuenta esta tabla la dotación total será de 5650 L/d.

- Calculamos los volúmenes de cisterna y tanque elevado

$$\text{Volumen de cisterna} = \frac{3}{4} 5650 = 4237.5 \text{ l} = 4.24 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de Tanque Elevado} = \frac{1}{3} 5650 = 1883.3 \text{ l} = 1.88 \text{ m}^3$$

- Luego de obtener estos datos procedimos a realizar el modelamiento del sistema sanitario de la vivienda en el software REVIT MEP.

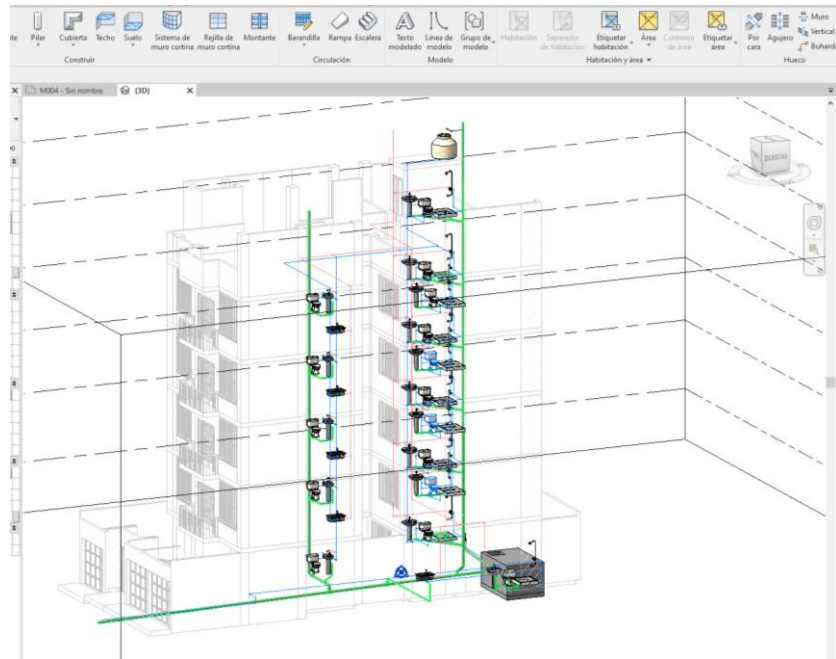


Figura N° 014: Modelado 3D de las instalaciones sanitarias

Fuente: Propia

- ✓ Diseño del sistema eléctrico. Con la finalidad de dar cumplimiento a lo establecido por el Norma Técnica EM.010 se diseñó las instalaciones del sistema eléctrico de la vivienda multifamiliar, teniendo como referencia al modelo arquitectónico se procedió al modelamiento del sistema eléctrico en el software REVIT MEP.

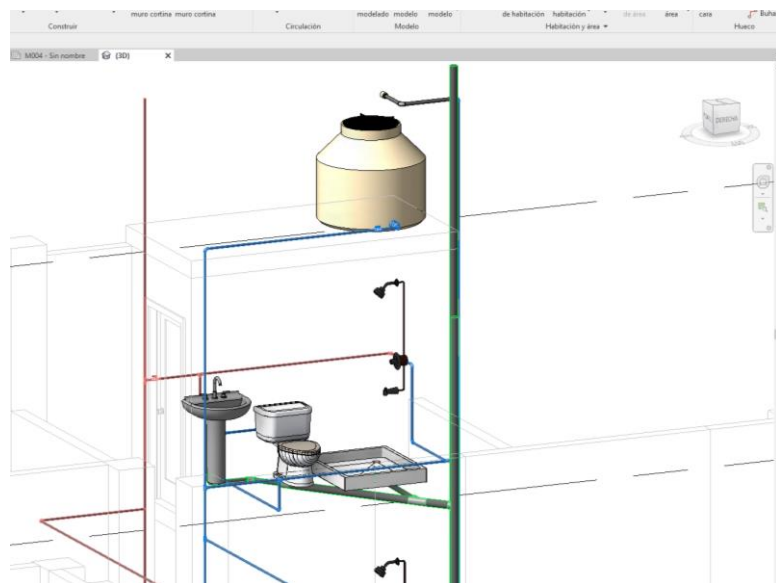


Figura N° 015: Modelado 3D de las instalaciones sanitarias

Fuente: Propia

#### 4.2.5 Diseño de instalaciones eléctricas.

- ✓ El Diseño eléctrico se realizó con el software REVIT MEP, a partir del modelo arquitectónico se realizó la distribución de las redes eléctricas, número de puntos de luminarias, puntos de tomacorrientes, puntos de interruptor, se determinó la demanda máxima, cálculo de tensión, circuitos, puesta de tierra; los últimos cálculos con un programa Excel.

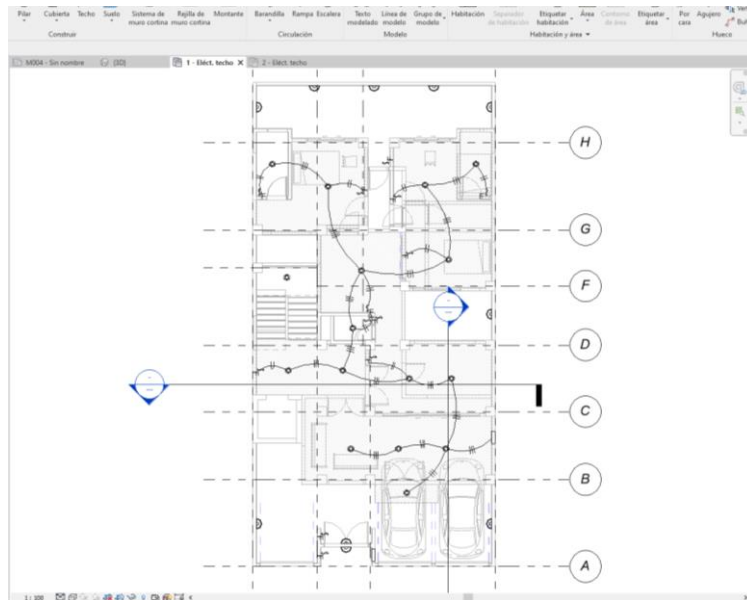


Figura N° 016: planta de las instalaciones eléctricas

Fuente: Propia.

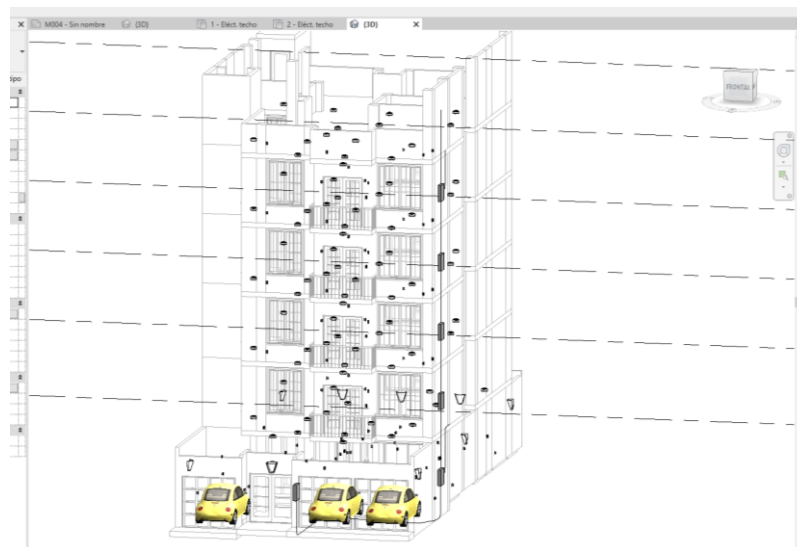


Figura N° 017: Vistas 3D de las instalaciones eléctricas

Fuente: Propia.



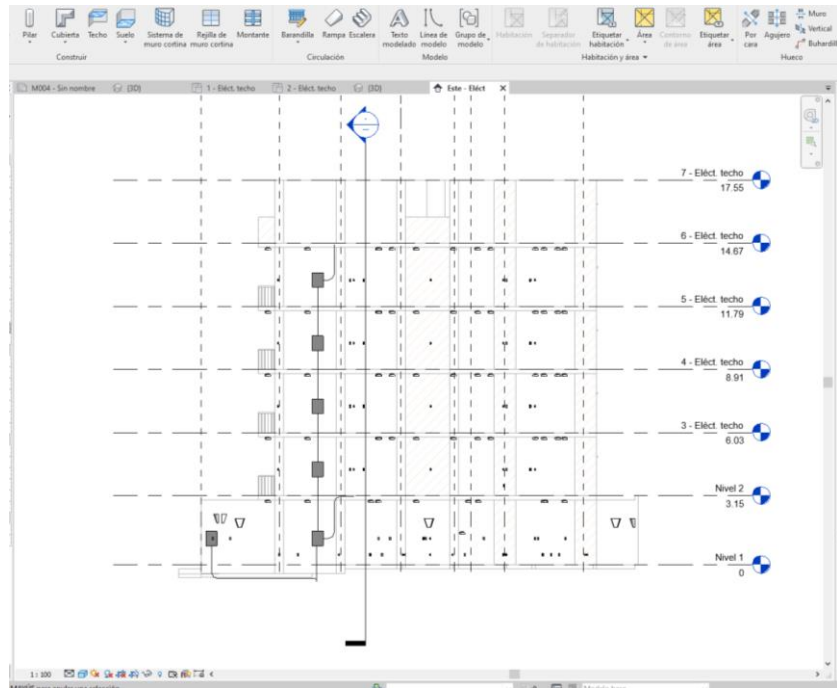


Figura N° 018: planta de las instalaciones eléctricas

Fuente: Propia.

#### 4.3 Crear el modelo BIM, para la identificación de las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en el diseño de la vivienda multifamiliar

Para la creación de modelo BIM que nos permitió la identificación de las incompatibilidades entre las especialidades que intervinieron en el diseño de la vivienda multifamiliar se usó el software Autodesk Navisworks el cual pasamos a detallar sus bondades.

Autodesk Navisworks nos permite realizar la revisión completa de proyectos, con la simulación, coordinación, el análisis y la comunicación 5D. En nuestro caso lo usamos para la simulación, coordinación y el análisis de incompatibilidades entre las disciplinas intervinientes en el diseño de la vivienda multifamiliar. Para poder realizar este análisis se tuvo que realizar la vinculación del Autodesk Navisworks con los diseños creados en los softwares Revit y Robot Estructural, permitiendo la creación de un único modelo integrado llamado modelo BIM. Con sus herramientas de revisión del proyecto nos proporcionó una mejor perspectiva para la predicción de las incompatibilidades

interdisciplinarias pudiendo así anticipar y evitar los sobrecostos o retrasos que pudieran generar las incompatibilidades del proceso de diseño.

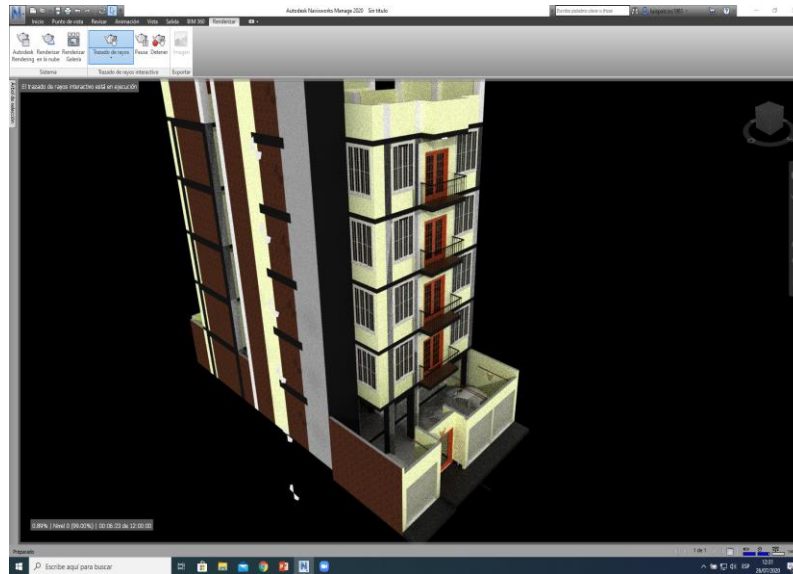


Figura N° 019: Vistas de 3D en naviswork.

Fuente: Propia.

**AUTODESK®  
NAVISWORKS®** Informe de conflictos

Test 1	Tolerancia	Conflictos	Nuevo	Activo	Revisado	Aprobado	Resuelto	Tipo	Estado
	0.010m	190	190	0	0	0	0	De espacio libre	Aceptar

imagen	Nombre de conflicto	Estado	Distancia	Ubicación de rejilla	Descripción	Punto de conflicto	Elemento 1			Elemento 2				
							ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo	ID de elemento	Capa	Elemento Nombre	Elemento Tipo
	Conflicto1	Nuevo	-0.205	F-1 : Nivel 1	De espacio libre	x:-4.879, y:-1.170, z:1.750	ID de elemento: 280242	Nivel 1	Cerámica blanca	Sólido	ID de elemento: 452045	Nivel 0	f <sub>c</sub> =210kgf/cm <sup>2</sup>	Sólido
	Conflicto2	Nuevo	-0.205	F-1 : Nivel 1	De espacio libre	x:-4.889, y:-1.170, z:1.710	ID de elemento: 280242	Nivel 1	Hormigón	Sólido	ID de elemento: 452045	Nivel 0	f <sub>c</sub> =210kgf/cm <sup>2</sup>	Sólido
	Conflicto3	Nuevo	-0.191	F-2 : Nivel 1	De espacio libre	x:-2.809, y:-1.170, z:0.000	ID de elemento: 181366	Nivel 1	Textura de muro, cáscara marfil	Sólido	ID de elemento: 452045	Nivel 0	f <sub>c</sub> =210kgf/cm <sup>2</sup>	Sólido
	Conflicto4	Nuevo	-0.185	G-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.163, y:0.282, z:0.860	ID de elemento: 387081	Nivel 1	Encimera	Sólido	ID de elemento: 431562	Nivel 0	F <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	Sólido
	Conflicto5	Nuevo	-0.178	G-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.163, y:0.460, z:0.191	ID de elemento: 179293	Nivel 1	Textura de muro, cáscara marfil	Sólido	ID de elemento: 431562	Nivel 0	F <sub>c</sub> =210 Kg/cm <sup>2</sup>	Sólido
	Conflicto6	Nuevo	-0.170	G-6 :	De espacio	x:4.393,	ID de	Nivel	Textura de	Sólido	ID de	Nivel	F <sub>c</sub> =210	Sólido

##/G:/UCV/X CICLO/DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACION/diseño en revit/Archivos NWC/ARQ-EST\_files/1\* Informe de Interferencias.html

1/28

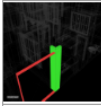
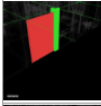
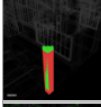
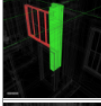
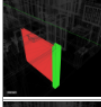
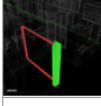

	Conflicto91	Nuevo	-0.005	F-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.393, y:-1.985, z:2.950	ID de elemento: 177479	Nivel 1	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 431542	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto92	Nuevo	-0.005	F-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.393, y:-1.985, z:0.000	ID de elemento: 177479	Nivel 1	Textura de muro, cáscara crema	Sólido	ID de elemento: 431542	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto93	Nuevo	-0.001	B-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.541, y:-9.565, z:2.950	ID de elemento: 173177	Nivel 1	400 x 400 mm	Sólido	ID de elemento: 429815	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto94	Nuevo	-0.001	H-3 : Nivel 1	De espacio libre	x:-1.209, y:4.335, z:0.900	ID de elemento: 327287	Nivel 1	Madera - Tinte	Sólido	ID de elemento: 431556	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto95	Nuevo	-0.001	D-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.141, y:-4.165, z:2.949	ID de elemento: 179815	Nivel 1	Textura de muro, cáscara marfil	Sólido	ID de elemento: 431540	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto96	Nuevo	-0.001	D-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.141, y:-1.830, z:2.950	ID de elemento: 179815	Nivel 1	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 431540	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido
	Conflicto97	Nuevo	-0.001	F-6 : Nivel 1	De espacio libre	x:4.141, y:-1.830, z:2.950	ID de elemento: 179711	Nivel 1	Muro por defecto	Sólido	ID de elemento: 431542	Nivel 0	F'c=210 Kg/cm2	Sólido

Figura N° 020: Informe detallado en naviswork.

Fuente: Propia.

En el gráfico N° 016, se observa el reporte de navisworks entre las especialidades de estructura y arquitectura, el cual nos arrojan errores y/o interferencias que los detallan con las imágenes, el número de conflicto la ubicación, los puntos de conflicto, identidad de elementos, nombre del elemento, tipo de elemento, etc.

## V. DISCUSIÓN

- ✓ Aplicando la metodología BIM, se determinan los procesos a realizar durante la etapa de diseño de la vivienda definiendo procesos, asignando responsabilidades y planteando objetivos, los cuales fueron redactados en nuestro plan de ejecución BIM. Los resultados obtenidos se traducen en la realización de un trabajo colaborativo que nos permite optimizar los tiempos en el proceso de diseño.

Por su lado, en la misma línea Loyola (2016), en su investigación realiza una encuesta a 1338 profesionales chilenos dedicados a la construcción; de esta encuesta concluye que la aplicación de la metodología BIM, trajo consigo los beneficios de la reducción de errores documentarios, una mejor calidad del proyecto y la reducción de tiempo en el proceso de diseño.

Consecuentemente podemos afirmar que lo manifestado por Loyola, es concordante con la presente investigación ya con el uso de la metodología BIM y el trabajo colaborativo interdisciplinarios se han optimizado los tiempos del proceso de diseño de la vivienda multifamiliar.

Como podemos apreciar para la aplicación de la metodología BIM, se realizó un plan de aplicación de usos favorables, un flujo de procesos, definió el grado de detalle para la elaboración del modelamiento el cual facilitó el intercambio de data entre las especialidades. Esto nos permitió la identificación de incompatibilidades, la revisión de los diseños por disciplina y revisión de la funcionalidad en conjunto.

Además, queremos mencionar que el gobierno del Perú está estableciendo disposiciones que nos permitirán la incorporación progresiva de la metodología BIM, en los diferentes procesos de inversión pública de las entidades y empresas públicas que se encuentran sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, creado por el Decreto Legislativo N° 1252, Decreto Legislativo que crea el Sistema

Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones. - Desarrollar el marco normativo para la implementación efectiva de la metodología BIM. Entre las primeras acciones adoptadas por el gobierno están:

- Publicar los instrumentos metodológicos para el desarrollo del plan BIM.
  - Elaborar el estado en el que se encuentra el nivel de adopción de la implementación de la metodología de BIM en el Perú.
  - Diseñar el plan de acción que nos permita tener frutos en un corto, mediano y largo plazo para la adopción de la metodología BIM.
  - Dar inicio al plan BIM Perú
  - Implementar el plan BIM - Primer Grupo
- ✓ Partiendo como meta la implementación de la metodología BIM para mejorar el proceso de diseño de una Vivienda Multifamiliar en provincia de Huaraz – Áncash, se usaron las herramientas BIM (software), para así poder optimizar el proceso de trabajo e implementar un trabajo colaborativo para la detección de las incompatibilidades dentro de cada disciplina interviniente. Se pudo anticipar un total de 120 incompatibilidades en la disciplina de arquitectura, 59 incompatibilidades en el diseño sanitario, 75 incompatibilidades en el diseño eléctrico, las cuales se manifestarían en un sobre costo en la etapa de ejecución del proyecto.

Los resultados, tienen relación con lo sostenido por JOSELYN (2018), quien luego de realizar una recopilación de datos para realizar un comparativo entre el diseño sin BIM y el diseño con el uso BIM encontró: 54 incompatibilidades sin el uso de BIM y 142 incompatibilidades con el uso del BIM, lo cual demostró que la metodología bien nos permite un mayor control del proyecto.

Por lo expuesto, podemos afirmar que la investigación realizada por Joselyn, concuerda con la meta trazada de implementar la metodología

BIM, para optimizar mediante el trabajo colaborativo, que es el intercambio de información entre las disciplinas intervinientes creando un flujo de trabajo bidireccional y con ello conseguimos mejorar el producto final del diseño y tener una mejor planificación de la etapa de construcción.

De cierta manera, es bueno plantearse si la evolución e implementación del BIM, va direccionada más a las tareas de diseño o a la de construcción, o embarca a las dos. En nuestro país recién se estamos dando los primeros pasos en el uso de esta metodología, por lo cual tenemos mucho por recorrer, y su aplicación nos aportara una gran ayuda a los grupos de trabajo tanto como diseño y construcción. Los que implementarán de forma gradual y en un menor tiempo serán los estudios de ingeniería y arquitectura, por ser un grupo menor para el manejo de capacitaciones al personal y un menor costo de inversión en la implementación de la infraestructura necesaria para el desarrollo de la metodología.

- ✓ Al crear los modelos de cada especialidad, tomando en consideración los criterios del proceso de diseño de una vivienda multifamiliar, y luego realizar la unión de estos modelos en uno central llamado modelo BIM. Nos pudo arrojar las incompatibilidades entre las disciplinas participantes del proceso de diseño. Lo cual nos permitió poder realizar las correcciones necesarias del modelo antes de emitir los productos finales de dicho proceso.

Por su parte, Pacheco y Soplá (2019), luego de crear su modelo BIM, afirman que el modelo además de identificar las incompatibilidades interdisciplinarias, les permitió realizar la revisión de los criterios de diseño de todas las especialidades que participan en el modelo y verificar una adecuada funcionalidad del conjunto residencial.

De esta manera, podemos afirmar lo dicho por Pacheco y Sopla al decir que con la ayuda de los modelos BIM se podrán anticipar las incompatibilidades interdisciplinarias ya que prácticamente se realiza la construcción de la vivienda multifamiliar de forma virtual, la cual nos permite verificar la funcionalidad del diseño. Al tener un buen diseño sin los errores de incompatibilidades se mejorarán los tiempos del proceso de ejecución de obra y una optimización de los costos del proyecto.

Las herramientas BIM, nos ofrece una gran variedad de posibilidades que nos permiten integrar de forma colaborativa a todas las especialidades que intervienen en el proceso de diseño de una Vivienda multifamiliar con el objetivo de realizar una construcción virtual. Sin embargo, para un buen uso del BIM, en las oficinas es necesario realizar un planeamiento en la implementación para poder definir los equipos, redes, software, etc., y las capacitaciones necesarias al personal para garantizar el cumplimiento de las metas trazadas.

Se ha resaltado en varios puntos que el objetivo principal de la metodología BIM, con el uso de las herramientas BIM es la reducción de los costos y tiempos con la elaboración del diseño más detallado del cual se tendrá un mayor control es así que la columna vertebral de esta metodología, es la detección de las incompatibilidades mediante el proceso de la construcción virtual o el llamado modelo BIM. De este modelo podremos sacar la información necesaria que nos permitirá realizar una mejor planificación para las siguientes etapas posteriores a la etapa del diseño.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **Conclusión 1:**

Para la aplicación la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar provincia de Huaraz – Ancash – 2019. Se elaboró como primer paso el Plan de Ejecución BIM, en la cual nos permitió plasmar la estrategia, el proceso, los recursos, las técnicas, herramientas, etc.; las cuales fueron aplicadas para dar cumplimiento a los requisitos BIM, solicitados por la propietaria de la vivienda en la fase de diseño.

### **Conclusión 2:**

Al implementar la metodología BIM, se realizó el uso de las herramientas BIM (Software), las cuales requieren de una capacitación previa al equipo de modelamiento y el éxito de estas herramientas dependerá de nivel de uso que tenga el personal a cargo de cada modelamiento, en caso el nivel sea bajo lo recomendable es una capacitación del personal.

### **Conclusión 3:**

Con la creación del modelo BIM, se detectó las incompatibilidades interdisciplinarias las cuales fueron corregidas por cada especialidad y como el modelo es paramétrico los cambios realizados se van actualizando de forma instantánea, en todo el modelo lo cual significa la eliminación de los reprocesos de diseño con respecto a la forma tradicional del diseño de una vivienda.



## VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Es preciso mencionar que para un buen funcionamiento de la metodología BIM, y tener éxito en los trabajos colaborativos, se debe de elaborar como primer paso el Plan de Ejecución BIM, aplicado al proyecto, el cual nos Guiará en todo el proceso, además este plan no es rígido se puede ir mejorando con la finalidad de superar los obstáculos que se nos presente y así poder cumplir con las metas y los tiempos planificados. Al tener bien definido el plan, el trabajo colaborativo interdisciplinario tendrá un mejor aprovechamiento y la entrega del producto final será el más óptimo.
- ✓ Se recomienda como todo proceso de diseño realizar la verificación de los cálculos arrojados por los programas BIM que se hayan usado en el proceso de diseño. Esto debido a que ningún programa está exento de alguna falla ya sea por error humano al ingresar los datos, parámetros de diseño o alguna falla del sistema. Además, se recomienda el uso de software original, por el respaldo y las aplicaciones completas sin restricciones que nos brinda el proveedor.
- ✓ Con la creación del modelo BIM, se realiza una construcción virtual de la vivienda lo cual nos brinda el beneficio de la anticipación de los posibles problemas en la fase de construcción es por ellos que recomendamos la implementación del BIM en el diseño de infraestructuras de proyectos privados y públicos que permitan una gestión eficiente y eficaz, para así poder evitar o disminuir los retrasos de obras y los sobrecostos que pudieran ocasionar estos retrasos.
- ✓ A nivel educativo es recomendable la implementación de la metodología BIM como curso de formación dentro de la carrera de ingeniería civil, ya que esto ampliara un mayor conocimiento a los alumnos y una mayor oferta laboral dentro del mercado nacional e internacional.

## REFERENCIAS

ALCÁNTARA Rojas, Paul. “Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la construcción virtual usando tecnologías BIM” Tesis (Ingeniero Civil). Lima - Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. 2013. 143 pp.

ALEGRE Tolentino, Lizeth y COCHACHIN García, Robert, “Diseño estructural sismorresistente de un edificio multifamiliar de 06 pisos, Independencia Huaraz”. Tesis (Ingeniero Civil). Huaraz – Perú: Universidad César Vallejo, 2019. 91 pp.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE, Reglamento de las construcciones de concreto reforzado (ACI-318-83) y comentarios, México: edit. Limusa, 2011. 597 pp.

AUTODESK BIM 360. Manual del usuario [en línea]: Acerca BIM 360, [fecha de consulta: 10 de junio de 2020]. Disponible en: <http://help.autodesk.com/view/BIM360D/ESP/?guid=GUID-A4AF6DE0-3BE4-4CF4-9C84-C780A870D5E2>

AUTODESK Navisworks. Manual del usuario [en línea]: Acerca de navisworks, 2020 [fecha de consulta: 05 de junio de 2020]. Disponible en: <http://help.autodesk.com/view/NAV/2020/ESP/?guid=GUID-82273D46-50EB-42F1-A1BC-0F60DF68621D>.

AUTODESK Revit Arquitectura. Fundamentos de Revit Arquitectura [en línea]: Acerca de Revit, 2020 [fecha de consulta: 01 de junio de 2020]. Disponible en: <https://help.autodesk.com/view/RVT/2020/ESP/?guid=GUID-D8835F8E-1330-4DBC-8A55-AF5941056C58>

AUTODESK Robot Structural Analysis Professional. Manual del usuario [en línea]: Acerca de Robot Structural, 2020 [fecha de consulta: 02 de junio de 2020]. Disponible en:

<https://help.autodesk.com/view/RSAPRO/2020/ENU/?guid=GUID-42DCD60A-7AA6-4F1C-B36A-AEB94E4D0B31>

BARCO Moreno, David: Guía para implementar y gestionar proyectos BIM. Diario de un BIM MANAGER. Editor: Costos S.A.C. Primera edición: 2018. <https://www.archdaily.com/302490/a-brief-history-of-bim>.

BIM. Operateconstruct.desaigu. plan. Project, execution, planning Guide version 2.1. 2011. 134 pp.

BLANCO, 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 profesional de ingeniero Civil). Bogotá: Universidad Católica de Colombia, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, 2018. 101 pp.

BUILDING SMART Spain, Guía para propietarios y gestores de activos. Publicado por la Asociación Building SMART Spain. Madrid. [www.buildingSMART.es](http://www.buildingSMART.es). 2020.

CCORA Huamán, Nadia. “Costo de las interferencias constructivas de edificaciones con la aplicación de la metodología BIM”. Tesis (Maestría en Construcción). Huancayo: Universidad nacional del centro del Perú, 2018. 111 pp.

COLOMA, Eloy. Definir BIM, Modelo, Representación y Vista: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Universidad Politécnica de Barcelona, 2010. 10 pp.

DC. N° 289-2019-EF. Diario oficial El Peruano, Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública. Domingo 8 de setiembre de 2019.

DELGADO Contreras, Genaro. Diseño Estructuras Aporticadas de Concreto Armado. Edicivil. 2010. 300 pp.

DOMÍNGUEZ Hurtado, Noé y MORENO Minaya, Alan. "Diseño estructural sismorresistente de un edificio de siete niveles bajo la metodología BIM en la provincia de Pomabamba, Tesis (Ingeniero Civil). Ancash: Universidad César Vallejo, Facultad de ingeniería civil, 2018. 281 pp.

Ds. N° 010-2009-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Modificatoria la denominada norma técnica A 120. 09 de mayo de 2014.

EASTMAN, Chuky y otros. BIM Handbook A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors, 2ª Edición, Hoboken NJ, John Wiley & Sons, 2011. 50 pp.

GREEN Henry L. National BIM Guide for Owners, National Institute of Building Sciences. January 2017. 46 pp.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la Investigación. 6 ta ed. MCGRAW-HILL: 2014. 634 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

ISO 16739-1. Comité técnico: organización y digitalización de información sobre edificios y obras de ingeniería civil, incluido el modelado de información de edificios (BIM): 2018. 1474 pp.

ISO 19650. Asociación española de normalización: Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil que utilizan BIM (Building Information Modelling). Madrid: 2019. 41 pp.

MONFOR, C. Tesis: Impacto del BIM en la gestión del proyecto y la obra de arquitectura. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2015.

LOYOLA, M. Encuesta Nacional BIM 2016: Informe de Resultados. Santiago: Universidad de Chile. Disponible en: [www.bim.uchilefau.cl](http://www.bim.uchilefau.cl). 2016. 9 pp.

MORALES S. Tesis "Evaluación de la rentabilidad del uso de gestión BIM en la construcción de un bloque de viviendas de 10 pisos del Distrito de San

Martin de Porres-Lima". Lima – Perú: Universidad Nacional Federico Villareal, 2018.

MURILLO Hernández, W. La investigación científica. Obtenido en enero, 2008.

PACHECO, Piero y SOPLA, Olger. "Propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial paseo victoria en la ciudad de lima - chorrillos". Tesis (Título profesional de ingeniero Civil). Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego, Escuela Profesional De Ingeniería Civil, 2019. 153.

POSADA Hernández, Gabriel. Elementos Básicos de Estadística Descriptiva para el Análisis de Datos. [En línea]. Medellín: Fondo Editorial Luis Amigó, 2016. [Fecha de consulta: 30 de marzo de 2020]. [https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120\\_Ebook-elementos\\_basicos.pdf](https://www.funlam.edu.co/uploads/fondoeditorial/120_Ebook-elementos_basicos.pdf). ISBN: 978-958-8943-05-3.

QUIROZ, J. Avances de la adopción BIM en el Perú. Recuperado de Avances de la adopción BIM en el Perú, 2018.: <http://bimsummit.pe/avances-de-la-adopcion-bim-en-el-peru/>

REGLAMENTO RENACYT. reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación tecnológica - reglamento renacyt. 2018, [https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento\\_renacyt\\_version\\_final.pdf](https://portal.concytec.gob.pe/images/renacyt/reglamento_renacyt_version_final.pdf).

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 355-2018-VIVIENDA. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica E030 Diseño Sismorresistente RM 043-2019-VIVIENDA Vivienda Construcción y Saneamiento. 11 de febrero de 2019.

RM N° 083-2019-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica Instalaciones Eléctricas Interiores EM-010-VIVIENDA Vivienda Construcción y Saneamiento. 12 de marzo del 2019.

RM N° 083-2019-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica Instalaciones Eléctricas Interiores EM-010-VIVIENDA Vivienda Construcción y Saneamiento. 12 de marzo del 2019.

RM. N° 017-2012-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica IS-010 Instalaciones sanitarias para edificaciones. 02 de noviembre de 2012.

RM. N° 017-2012-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica IS-010 Instalaciones sanitarias para edificaciones. 02 de noviembre de 2012.

RM. N° 017-2012-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica IS-010 Instalaciones sanitarias para edificaciones. 02 de noviembre de 2012.

RM. N° 035-2006-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica E.020. Cargas. 09 junio de 2006

RM. N° 406-2018-MV. (Lima). Diario oficial El Peruano, Norma Técnica E.050 Suelos y cimentaciones. 3 de diciembre de 2018.

SALDIAS, R. Tesis: Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM. Chile: Universidad de Chile, 2010.

SIKA. BIM para su proyecto. BIM - buiding information modeling – con Sika, 2016. pág. 1-7.

YBAÑEZ Mays, Joselyn, “BIM, para optimizar la etapa de diseño en una edificación, distrito Villa El Salvador, Lima”. Tesis (Ingeniero civil). Lima: Universidad César Vallejo, 2018. 123 pp.

**ANEXOS**

**Anexo 01: Operacionalización de variables del Proyecto:**

Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019.

Variables		Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición
X	Variable independiente: Aplicación de BIM	NORMA ISO 19650-1 (2018), BIM es el uso de una representación digital compartida de un activo para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación para tener una plataforma confiable de toma de decisiones.	<p>Busca optimizar el proceso de trabajo en la realización de las fases de conceptualización, diseño.</p> <p>Condiciones iniciales, la localización; realizamos unas primeras estimaciones superficie, volumetría y costes; establecemos el plan de ejecución. Preparamos el software para modelar; planteamos los materiales; definimos las cargas estructurales y establecemos las bases para la sostenibilidad del proyecto.</p> <p>El code checking, es decir la evaluación de la conexión del modelo con las peticiones de diseño y las normativas y la clash detección, o sea el análisis preventivo de los conflictos geométricos (y no) del modelo.</p>	Implementación de la metodología BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Plan de ejecución del BIM</li> <li>- Modelos 3D</li> </ul>	Nominal
Y	Variable Dependiente: Diseño de una vivienda multifamiliar	Vivienda multifamiliar es el conjunto de dos o más viviendas en una sola edificación y comparten la propiedad del terreno según RNE Perú (2006)	Busca elaborar el diseño arquitectónico, estructural, instalaciones sanitarias y eléctricas - mecánicos de una vivienda multifamiliar.	Diseño de Arquitectura	Área de la vivienda, parámetros urbanísticos, distribución de los ambientes interiores.	Nominal
				Diseño de Estructura	Tipo de suelo, resistencia del sistema estructural, materiales, seguridad, materia prima y albañilería confinada.	Nominal
				Diseño de Instalaciones Sanitarias	Presión, drenaje, capacidad de cisterna, capacidad de tanque elevado, diámetros de tubería, red de distribución.	Nominal
				Diseño de Instalaciones Eléctricas.	Cantidad en watts, cantidad de demanda máxima, cálculo de tensión, número de puntos de luminarias, circuitos, puesta de tierra.	Nominal

**Anexo 02: Matriz de consistencia:**

Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019.

Problemas generales	Objetivos	Variables	Dimensiones	Metodología	Técnica	Instrumentos	Fichas de recolección de datos
<p><b>Formulación de problema:</b></p> <p>“Cómo se aplica la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar en la provincia de Huaraz – Ancash – 2019?”</p> <p><b>problemas específicos:</b></p> <p>a). ¿Cómo se implementa la metodología BIM para el diseño de una vivienda multifamiliar?</p> <p>b). ¿Cómo se identifica las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en el diseño de la vivienda multifamiliar?</p>	<p><b>Objetivo General:</b></p> <p>Aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling) para el diseño de una vivienda multifamiliar provincia de Huaraz – Ancash – 2019.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <p>a). Implementar la metodología BIM en el diseño de una vivienda multifamiliar.</p> <p>b). Crear del modelo BIM, para la identificación de las incompatibilidades entre las especialidades que intervienen en el diseño de la vivienda multifamiliar.</p>	Variable Independiente Aplicación de BIM (X)	Implementación de la metodología BIM	<p>La investigación es de tipo aplicada, y diseño de investigación no experimental, descriptivo; en la cual se realizó el modelamiento de una vivienda multifamiliar aplicando la metodología BIM. Población: en la presente investigación la población de estudio es la vivienda multifamiliar. Muestra: se consideró la muestra igual a la población.</p>	Revisión Documentaria y observación de datos	Ficha recolección de datos topográficos. Plano de ubicación y localización. Plan de ejecución BIM. Ficha de registro de requisitos mínimos para el uso BIM. Entrevista.	Ficha de requerimiento para la elaboración de un plan de ejecución BIM y el modelo 3D.
			Variable dependiente Diseño de una vivienda Multifamiliar (Y)		Diseño de Arquitectura	Revisión documentaria y entrevista	Modelado de diseño arquitectónico
		Diseño de Estructura			Revisión documentaria	Modelado de diseño estructural	Plano de estructura
		Diseño de Instalaciones Sanitarias			Revisión documentaria	Modelado de diseño de instalaciones sanitarias.	Plano de instalaciones sanitarias
		Diseño de Instalaciones Eléctrico – mecánico.			Revisión documentaria	Modelado de diseño de instalaciones eléctricas	Plano instalaciones electro - mecánicas



## Anexo 03: Plan de ejecución BIM.

### El Plan de Ejecución

#### 1.1 Objetivo

Diseñar una vivienda multifamiliar de 200 m<sup>2</sup>, con cinco niveles más una azotea, con estacionamiento con tres vehículos, que cumpla con los estándares que dicta el reglamento nacional de edificaciones y las restricciones que emite la municipalidad mediante los parámetros urbanísticos.

#### 1.2 Alcance

El presente plan contempla el parte de diseño y modelamiento de la vivienda multifamiliar.

#### 1.3 Histórico De Revisiones

Versión	Fecha	Responsable	Motivo de la modificación
1.0	01/06/2020	Palacios Andrade Luis Núñez Herrera Mirjam	Publicación Primera versión

#### 1.4 Proceso De Cambios Al Plan De Ejecución BIM

En caso sea necesario la modificación será mediante una reunión de los responsables con el equipo técnico. Se realizará la propuesta de modificación para el posterior aprobación y publicación del plan por los responsables del proyecto y el propietario.

## 2 El Proyecto

### 2.1 Datos de identificación

Nombre del Proyecto	Diseño y modelado de una vivienda multifamiliar
Dirección	Jr. Javier Prado Ugarteche S/N sector soledad alta – Huaraz – Huaraz.
Fecha de comienzo	01/06/2020
Fecha final	30/06/2020
Descripción del Proyecto	La vivienda multifamiliar cuenta con un área de 200 m <sup>2</sup> . En la cual se proyectará cinco unidades familiares más una azotea, adicionalmente se proyectará estacionamiento para tres vehículos.



### **2.3 Objetivos BIM del cliente**

Obtener el diseño de una vivienda multifamiliar en modelos en 3D, planos por especialidad con sus respectivas memorias de cálculos en el caso lo amerite.

### **2.4 Requerimientos BIM del cliente**

Según Barco (2018), los requerimientos del BIM.

Condiciones existentes: Un proceso en el que el Equipo del Proyecto BIM desarrolla un modelo (geometría e información).

Autoría de diseño: Un proceso en el que el software se utiliza para desarrollar un BIM del diseño.

Revisión de diseño: Un proceso de gestión de calidad en el que se utiliza un modelo para permitir a las partes interesadas verificar si el diseño cumple con los requerimientos del propietario y visualizar criterios como diseño, líneas de visión, iluminación, seguridad, ergonomía, acústica, texturas y colores, etc. La maqueta virtual puede se debe realizar con gran detalle, incluso en una parte del edificio, como la fachada, para analizar rápidamente las alternativas de diseño y resolver problemas de diseño y capacidad de construcción. Si se ejecutan correctamente, estas revisiones pueden resolver problemas de diseño.

Coordinación: Un proceso en el que los elementos del modelo se pueden organizar y coordinar, y el software de detección de conflictos se puede utilizar para identificar conflictos entre los elementos del modelo dentro del BIM.

Grabación de modelado: Un proceso en el que un modelo contiene una descripción precisa de las condiciones físicas y funcionales y el entorno de una instalación y sus activos en un momento determinado. Con la actualización y mejora continua del Modelo de registro y la capacidad de almacenar más información, el modelo contiene una representación real del espacio con un enlace a la información, como códigos de serie, garantías e historial de mantenimiento de todos los componentes del edificio. Finalmente, el Modelo de registro también contiene información que vincula los requisitos previos a la construcción con las condiciones de construcción. Esto le permite al Propietario monitorear el proyecto en relación con los requerimientos.

## 2.5 Documentos de referencia del proyecto

Relación de documentos del proyecto utilizados para la elaboración del Plan de Ejecución BIM una de ellas la Carta de aceptación para la ejecución del proyecto.

## 3 Usos del modelo

### 3.1 Usos previstos

Relación de usos previstos.

Uso	Descripción	Planificación		Diseño	
		¿Aplica?	Responsable	¿Aplica?	Responsable
01	Información centralizada	SI	Luis Palacios	SI	Luis Palacios y Mirjam Núñez
02	Visualización	SI	Luis Palacios	SI	Luis Palacios
03	Coordinación 3D	SI	Luis Palacios	SI	Luis Palacios
04	Obtención de Documentación 2D (planos)	SI	Luis Palacios	SI	Luis Palacios y Mirjam Núñez
05	Obtención de mediciones	SI	Mirjam Núñez	SI	Mirjam Núñez
06	Visualización de Datos	SI	Mirjam Núñez	SI	Mirjam Núñez
07	Generación de Infografías	SI	Luis Palacios	SI	Luis Palacios
08	Recorridos virtuales (AR y VR)	SI	Mirjam Núñez	SI	Mirjam Núñez
09	Validación de normativa	SI	Mirjam Núñez	SI	Mirjam Núñez

### 3.2 Futuros usuarios

el presente modelo permitirá realizar a los futuros usuarios la elaboración de costos y cronograma de ejecución de la obra.

## 4 Entregables BIM

### 4.1 Listado de entregables

Código y nombre entregable	Fase de proyecto	Fecha de entrega	Responsable de la entrega	Formato de entrega	Método de entrega
Plan de Ejecución BIM	Diseño	01/06	Luis Palacios y Mirjam Núñez	Digital	Email
Modelos					
Arquitectónico	Diseño		Luis Palacios	Digital	Email
Estructural	Diseño		Mirjam Núñez	Digital	Email
Instalaciones sanitarias	Diseño		Luis Palacios	Digital	Email
Instalaciones eléctricas	Diseño		Luis Palacios	Digital	Email
Derivados de los modelos					
Planos de Arquitectura	Diseño		Luis Palacios	Digital	Email
Planos de Estructura	Diseño		Mirjam Núñez	Digital	Email
Planos de instalaciones	Diseño		Luis Palacios	Digital	Email

Se muestra una propuesta de presentación. Es responsabilidad del equipo de gestión BIM adaptar esta plantilla.

### 4.2 Nivel de detalle gráfico

En nivel del detalle BIM en el cual se realizarán los modelos de cada especialidad, se detallan en el anexo N° 01.

### 4.3 Estructura de datos

#### 4.3.1 Estructura de datos de ficheros

Designación y descripción de los archivos que conforman el modelo. Ejemplo diagrama.

DV01-ARQ-100

Código del proyecto                      DV01

DISCIPLINAS

Arquitectura                              ARQ

Estructura                                 EST

Instalaciones Eléctricas                ELEC

Instalaciones Sanitarias                SAN

Se muestra una propuesta de presentación. Es responsabilidad del equipo de gestión BIM adaptar esta plantilla.

### 4.4 Matriz de interferencias

Según Green (2017), el uso de software se realizará la verificación de incompatibilidad interdisciplinarias para su posterior corrección en el caso existiera.

### 4.5 Niveles y ejes de referencia

Se indicará la relación de niveles, referencias y cotas previstos para el modelo.

### 4.6 Configuración de plantillas

según indica el BIM. Operateconstruct.design. plan (2011), se describirán las configuraciones previstas de los archivos de modelos de: parámetros, importaciones y exportaciones a otros formatos como RVT, NWC, RTD, IFC, CAD, etc.

## 5 Verificación de entregables BIM

Se realizará un check list de los entregables

Entregables	Cumple	No cumple
- Modelos BIM		
- Modelo Arquitectónico		
- Modelo estructural		

Entregables	Cumple	No cumple
- Modelo de Instalaciones sanitarias		
- Modelo de instalaciones eléctricas		

## 6 Recursos

### 6.1 Recursos humanos

#### 6.1.1 Equipo

Equipos de trabajo / rol	Responsable	email
Equipo de Diseño del Proyecto BIM		
Dirección Gestión BIM	LPA	
Dirección de Gestión del Diseño	MNH	
Modelador BIM Arquitectura	LPA	
Modelador BIM Estructura	MNH	
Modelador BIM Instalaciones	LPA	

#### 6.1.2 Roles y responsabilidades

En la siguiente tabla se indicarán las responsabilidades de cada rol. Se adjunta las propuestas del Subgrupo de trabajo 2.3 Definición de Roles de la Comisión BIM.

Rol	Responsabilidades
Equipo de Diseño del Proyecto BIM	
Director Técnico BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proponer y coordinar la definición, implementación y cumplimiento del BIM Execution Plan (BEP).</li> <li>✓ Aplicar los flujos de trabajo en los proyectos.</li> <li>✓ Aplicación y validación de los protocolos BIM.</li> <li>✓ Apoyar el trabajo colaborativo y coordina el Equipo de Diseño del Proyecto EDP (Integrated Design Project Team, IDPT).</li> <li>✓ Establecer en el Entorno Colaborativo (CDE) el cumplimiento de los requisitos de información del cliente (EIRs).</li> <li>✓ Normalización y estandarización.</li> <li>✓ Software y plataformas.</li> <li>✓ Establecer los niveles de detalle y de información – LOD.</li> <li>✓ Gestión del modelo.</li> <li>✓ Gestión de cambios en el modelo.</li> </ul>

Rol	Responsabilidades
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gestión de la calidad en el modelo.</li> <li>✓ Asistencia en las reuniones del Equipo de Diseño del Proyecto y el Promotor o Cliente.</li> <li>✓ Establecer flujos de trabajo y gestión de requisitos.</li> <li>✓ Garantizar la interoperabilidad.</li> <li>✓ Apoyo técnico en la detección de colisiones.</li> </ul>
Modelador BIM	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Debe estar especializado en construcción, ya que “se modela como se construye”.</li> <li>✓ Proporciona información fundamental para todas las disciplinas involucradas utilizando herramientas de software BIM.</li> <li>✓ Exportación del modelo 2D.</li> <li>✓ Creación de visualizaciones 3D, añadir elementos de construcción para los objetos de la biblioteca y enlace de datos del objeto.</li> <li>✓ Debe seguir en su trabajo los protocolos de diseño.</li> <li>✓ Coordina constantemente y con cuidado su trabajo con las partes externas tales como arquitectos, ingenieros, asesores, contratistas y proveedores.</li> <li>✓ Posee técnicas y habilidades capaces para arreglar, organizar y combinar la información.</li> <li>✓ Mantener su enfoque en la calidad y llevar a cabo sus tareas de una manera estructurada y disciplinada.</li> <li>✓ Conocimientos de las TIC y específicamente de estándares abiertos y bibliotecas de objetos.</li> </ul>

Se muestra una propuesta de presentación. Es responsabilidad del equipo de gestión BIM adaptar esta plantilla.

## 6.2 Recursos materiales

### 6.2.1 Hardware

Indicación de las características de los equipos informáticos a utilizar.

### 6.2.2 Software

Los softwares a usar son:

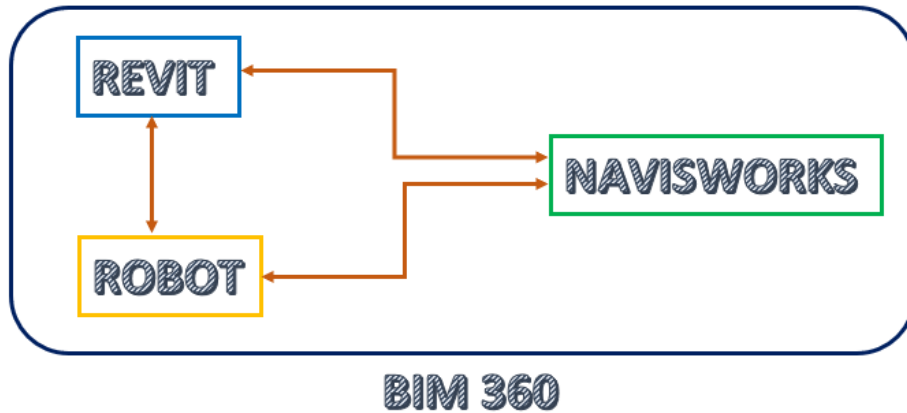
- ✓ Revit
- ✓ Robot
- ✓ Navisworks
- ✓ BIM 360 design



Los softwares que se usaran son de versión de prueba de 30 días.

### 6.2.3 Mapa de software

Indicación de la organización de software a utilizar y su principal aplicación (producción, control de calidad o uso).



Se muestra una propuesta de presentación. Es responsabilidad del equipo de gestión BIM adaptar esta plantilla.

## Anexo 04: Ficha de recolección de datos para análisis de suelos



### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS DE SUELOS

**Título:**

#### HOJA DE RESUMEN DE ANÁLISIS DE SUELOS

SOLICITADO POR: Núñez Herrera Mirjam y Palacios Andrade Luis

PROYECTO: Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019

**Zona: Huaraz, barrio la soledad, Javier Prado Ugarteche S/N**

FECHA: 02/06/2020

#### ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA N°:	C- 01	
UBICACIÓN:	Jr. Javier Prado Ugarteche	
MUESTRA:	Mab.-01	
MATERIAL:	Suelo de fundación	
PROFUNDIDAD DE MUESTREO	3.00 mts	
Análisis granulométrico por tamizado	2"	96.78
	# 4	47.04
	# 200	16.73
Coeficiente de uniformidad Cu	215.72	
Coeficiente de curvatura Cc	1.98	
Porcentaje de material	Grava	52.96
	Arena	30.31
	Finos	16.93
Límites de consistencia	LL (%)	26.93
	LP (%)	20.82
	Lp (%)	6.11
Clasificación SUCS	GM	
Contenido de humedad (%)	8.41	

#### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Angulo de fricción interna ( $\theta$ )	30.4
Cohesión (Kg/cm <sup>2</sup> )	0

#### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Capacidad de Carga admisible	1.61
------------------------------	------

Observaciones: Los datos obtenidos es resultado del analisis de suelo.



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMIENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

## HOJA RESUMEN DE ENSAYOS

SOLICITADO POR : Nuñez Herrera Mirjam Eladio  
Palacios Andrade Luis Álvaro

PROYECTO : Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019

UBICACIÓN : Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash

REALIZADO POR : Ing. Fernando Ita Rodríguez.

FECHA : Abril - 2020

### ENSAYOS ESTÁNDAR

CALICATA Nº	C - 01	
UBICACIÓN	--	
MUESTRA	Mab - 01	
MATERIAL	Suelo de fundación	
PROFUNDIDAD DE MUESTREO	3.00m.	
Análisis granulométrico por tamizado	2"	96.78
	# 4	47.04
	# 200	16.73
Coef. de Uniformidad Cu	215.72	
Coef. de Curvatura Cc	1.98	
Porcentaje de Material	Grava	52.96
	Arena	30.31
	Finos	16.73
Límites de Consistencia	L.L. (%)	26.93
	L.P. (%)	20.82
	I.P. (%)	6.11
Clasificación SUCS	GM	
Contenido de Humedad (%)	8.41	

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO

Angulo de fricción Interna ( $\phi$ )	30.4
Cohesión ( $Kg/cm^2$ )	0.000

### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Capacidad de carga admisible $Q_a$ ( $Kg/cm^2$ )	1.61
--	------

### OBSERVACIONES:

\* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.



ASGEOTEC  
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

*Fernando E. Ita Rodríguez*

FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil CIP N° 83946  
Especialista en Geotecnia



# ASGEOTEC

## GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

TESISTAS	: Nuñez Herrera Mirjam Eladio	CALICATA	: C - 01
PROYECTO	: Palacios Andrade Luis Álvaro	UBICACIÓN	: - -
	: Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019	MUESTRA	: Mab - 01
UBICACIÓN	: Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash	MATERIAL	: Suelo de fundación
REALIZADO POR	: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	PROFUND.	: 3.00m
		FECHA	: 9 de Abril de 2020

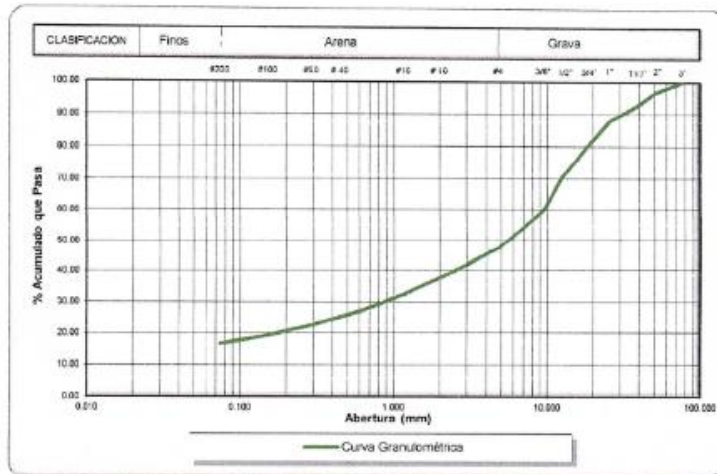
### ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO ASTM D-422

PESO INICIAL SECO : 4.416.0 grs.      % QUE PASA MALLA N°200 : 16.73  
PESO LAVADO SECO : 3.677.3 grs.      % RETENIDO MALLA 3" : 0.00

Tamices ASTM	Abertura (mm.)	Peso Retenido (gr.)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Acumulado Que Pasa
3"	76.200	0.0	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	142.2	3.22	3.22	96.78
1 1/2"	38.100	166.9	4.23	7.45	92.55
1"	25.400	212.1	4.80	12.26	87.74
3/4"	19.050	289.9	6.56	18.82	81.18
1/2"	12.700	451.4	10.22	29.04	70.96
3/8"	9.525	486.6	11.02	40.08	59.94
# 4	4.760	589.6	12.90	52.96	47.04
# 8	2.360	345.3	7.82	60.78	39.22
# 16	1.190	288.9	6.54	67.32	32.68
# 30	0.599	253.1	5.73	73.05	26.95
# 50	0.297	195.4	4.42	77.48	22.52
# 100	0.149	147.2	3.33	80.81	19.19
# 200	0.074	106.7	2.46	83.27	16.73
<# 200	0.000	736.7	16.73	100.00	0.00
TOTAL		4.416.0	100.00		

Resumen de Datos	
% que pasa 3"	100.00
% que pasa N°4	47.04
% que pasa N°200	16.73
GRAVA (%)	52.96
ARENA (%)	30.31
FINOS (%)	16.73
D <sub>10</sub> (mm.)	0.04
D <sub>30</sub> (mm.)	0.91
D <sub>60</sub> (mm.)	9.54
Coef. Unif. (Cu)	215.72
Coef. Curv. (Cc)	1.98



FINOS (%) = 16.73      ARENA (%) = 30.31      GRAVA (%) = 52.96

**OBSERVACIONES:**

\* La muestra de suelo y sus datos respectivos fueron entregados al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC  
GEOTECNIA Y CIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS  
*E. I.*  
Especialista en Geotecnia

ASGEOTEC  
Laboratorio de Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
*Fernando Ita Rodríguez*  
FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ  
Ingeniero Civil CIPN° 83948  
Especialista en Geotecnia



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

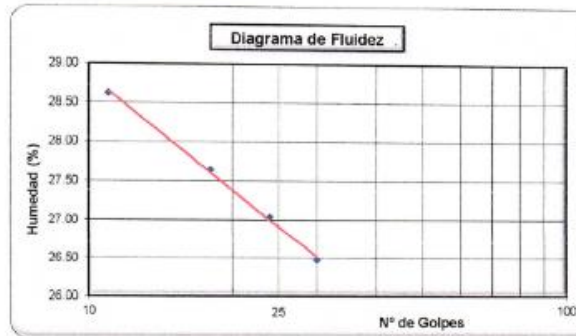
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

TESISTAS	: Nuñez Herrera Mirjam Eladio Palacios Andrade Luis Álvaro	CALICATA : C - 01 UBICACIÓN : --
PROYECTO	: Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019	MUESTRA : Mab - 01 MATERIAL : Suelo de fundación PROFUND. : 3.00m.
UBICACIÓN	: Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash	FECHA : 9 de Abril de 2020
REALIZADO POR	: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	

## LIMITES DE CONSISTENCIA ASTM D-423 - 424

### DETERMINACION DEL LIMITE LIQUIDO ASTM D-423

N° de golpes	30	24	18	11
Peso Suelo Húmedo + Recipiente	42.47	42.03	43.35	42.09
Peso Suelo Seco + Recipiente	40.94	40.54	41.73	40.57
Peso del Agua	1.53	1.49	1.62	1.52
Peso del Recipiente	35.18	35.03	35.87	35.26
Peso Suelo Seco	5.78	5.51	5.86	5.31
Contenido de Humedad (%)	26.47	27.04	27.65	28.63



### DETERMINACION DEL LIMITE PLASTICO ASTM D-424

P. Suelo Húmedo + Rec.	29.58	29.56
P. Suelo Seco + Rec.	27.82	27.85
Peso del Agua	1.76	1.71
Peso del Recipiente	19.36	19.64
Peso Suelo Seco	8.46	8.21
C. de Humedad (%)	20.80	20.83

Límite Líquido (%) = 26.93

Límite Plástico (%) = 20.82

Índice Plástico (%) = 6.11

#### OBSERVACIONES:

\* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.

ASGEOTEC  
GEOTECNIA Y CIMENTOS  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

*Fernando Ita Rodríguez*  
ESPECIALISTA

ASGEOTEC  
Lac. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos

*Fernando Ita Rodríguez*  
Ingeniero Civil CIP N° 83948  
Especialista en Geotecnia



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

TESISTAS	: Nuñez Herrera Mirjam Eladio Palacios Andre Luis Álvaro	CALICATA : C - 01 UBICACIÓN: --
PROYECTO	: Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019	MUESTRA : Mab - 01 MATERIAL: Suelo de fundación
UBICACIÓN	: Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash	PROFUND. : 3.00m. FECHA : 8 de Abril de 2020
REALIZADO POR	: Ing. Fernando Ita Rodríguez.	

## CONTENIDO DE HUMEDAD ASTM D-2216

CALICATA	C - 01	
MUESTRA	Mab - 01	
MATERIAL	Suelo de fundación	
FECHA	08/Abr/2020	
PROFUNDIDAD (m.)	3.00m.	
FRASCO N°	50	57
(1) Pfr. + P.S.H. (gr.)	166.12	166.65
(2) Pfr. + P.S.S. (gr.)	157.39	158.00
(3) P. agua (gr.) (1)-(2)	8.73	8.65
(4) Pfr. (gr.)	54.18	54.41
(5) P.S.S. (gr.) (2)-(4)	103.21	103.59
(6) C. Humedad (%) (3)/(5)	8.46	8.35
Contenido Hum. Promedio (%)	8.41	

NOTA: Pfr. = Peso del frasco  
P.S.H. = Peso de Suelo Húmedo  
P.S.S. = Peso de Suelo Seco  
P. agua = Peso de agua

### OBSERVACIONES:

- \* La muestra de suelo y sus datos respectivos fue entregada al laboratorio por el solicitante.
- \* Se realizó el secado en horno durante 24 horas a 110 °C



ASGEOTEC  
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
Ingeniero Civil CIP N° 83948  
Especialista en Geotecnia



# ASGEOTEC

GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

TESISTAS	: Nuñez Herrera Mirjam Eladio Palacios Andrade Luis Álvaro	CALICATA : C - 01 UBICACIÓN : - -
PROYECTO	: Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019	MUESTRA : Mab - 01 MATERIAL : Suelo de fundación PROFUND. : 3.00m.
UBICACIÓN	: Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash	FECHA : 11 de Abril de 2020
REALIZADO POR :	Ing. Fernando Ita Rodríguez.	

## CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Para el cálculo de la capacidad portante de este tipo de suelo no cohesionado, se tiene en cuenta dos consideraciones: capacidad admisible por Asentamiento y capacidad admisible por Corte. Para lo cual se han realizado en laboratorio, ensayos estándar y especiales con la finalidad de obtener parámetros que son utilizados en las formulas convencionales de Terzaghi - Meyerhof, introduciendo los respectivos coeficientes de seguridad como sigue:

### PARÁMETROS DE DISEÑO :

Peso unit. del suelo húmedo	$\gamma$	=	1.822	gr./cm <sup>3</sup>
Peso unit. del suelo seco	$\gamma_d$	=	1.681	gr./cm <sup>3</sup>
Cohesión	C	=	0.00	Kg./cm <sup>2</sup>
Espesor del estrato granular	E	=	5.00	m.
Tipo de Zapata: (1 = Zapata Continua, 2 = Zapata Cuadrada)		=	2	(Zapata Cuadrada)
Ancho de cimentación	B	=	1.50	m. (Valor asumido que debe evaluarse según diseño)
Longitud de cimentación	L	=	1.50	m. (Valor asumido que debe evaluarse según diseño)
Profundidad de Nivel Freático	N.F.	=	NP	m.
Profundidad de Desplante	D <sub>f</sub>	=	1.50	m.
Asentamiento admisible (RNC)	$\delta$	=	2.50	cms.
Angulo de Inclinación de la carga	$\alpha$	=	0.00	grados
% de finos en el suelo (< N° 200)		=	16.73	%

### CÁLCULOS PRELIMINARES :

Angulo de fricción interna efectivo (Según Meyerhof)	$\phi$	=	30.40	grad. = 0.53 Radianes
Presión Vertical efectiva	P <sub>o</sub>	=	5.47	Ton/m <sup>2</sup>
N° de Golpes de SPT (Según la ecuación de Gibbs y Holtz)	N	=	11	

### FACTORES DE CORRECCIÓN :

	E/B	=	3.33
	D <sub>f</sub> /B	=	1.00
Factor por espesor de estrato	f <sub>E</sub>	=	1.00
Factor por cota de fundación	f <sub>Df</sub>	=	1.33
Factor por asentamiento admisible	f <sub>a</sub>	=	1.00
Factor por posición de la N.F.	f <sub>NF</sub>	=	1.00
	f <sub>NF</sub> preliminar	=	1.00



ASGEOTEC  
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
Ingeniero Civil CIP N° 83948  
Especialista en Geotécnica



# ASGEOTEC

## GEOTECNIA Y CIMENTOS

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS, ROCAS, CONCRETO Y PAVIMENTOS  
CONSULTORÍA, SUPERVISIÓN Y EJECUCIÓN DE OBRAS

TESISTAS	: Nuñez Herrera Mirjam Eladio Palacios Andrade Luis Álvaro	CALICATA : C - 01 UBICACIÓN: -,-
PROYECTO	: Diseño de Una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la Provincia de Huaraz - Ancash - 2019	MUESTRA : Mab - 01 MATERIAL: Suelo de fundación
UBICACIÓN	: Jr. Javier Prado Ugarteche S/N Sector Soledad Alta - Huaraz - Huaraz - Ancash	PROFUND. : 3.00m, FECHA : 11 de Abril de 2020
REALIZADO POR :	Ing. Fernando Ita Rodriguez.	

### CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE

Factores por tipo de cimentación  $S_f = 0.800$   
 $S_c = 1.300$

Factores de capacidad de Carga (Prandtl 1921, Reissner 1924, y Hansen 1961) :

$N_q = 19.26$   
 $N_c = 31.12$   
 $N_\gamma = 19.28$

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO :

$q_a = 1.61 \text{ Kg/cm}^2$

CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE POR CORTE :

$q_d = 7.37 \text{ Kg/cm}^2$

$q_a$  con un Factor de Seguridad: F.S. = 3

$q_a = 2.46 \text{ Kg/cm}^2$

Luego, la Capacidad de carga Admisible es :

$q_a = 1.61 \text{ Kg/cm}^2$

\* Válido sólo para los valores de transmisión de carga y dimensiones de cimentación indicados.

\* Las dimensiones de la cimentación, así como la profundidad de desplante, deben ser verificados y/o variados según su diseño estructural correspondiente.



ASGEOTEC  
Lab. Mecánica de Suelos, Concreto y Pavimentos  
**FERNANDO E. ITA RODRIGUEZ**  
Ingeniero Civil CIP N° 83948  
Especialista en Geotecnia



## Anexo 05: Ficha de recolección de datos topográficos

	<b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA DE REGISTRO DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL USO          BIM</b>
---	--	---

**Título:** Título: Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019  
**Autores:** Nuñez Herrera Mirjam, Palacios Andrade Luis

**Fecha:** Junio - 2020                      **Provincia:** Huaraz                      **Departamento:** Ancash

**Zona:** Huaraz, barrio la soledad, Javier Prado Ugarteche S/N

**Dimensión:**                                      Implementación de la metodología BIM

**Indicador:**                                        Plan de ejecución del BIM

Requerimientos	Tipo de diseño
Diseños solicitados	Arquitectonico
	Estructural
	Instalaciones sanitarias
	Instalaciones electricas

**Indicador:**                                        Modelo 3D

Requerimientos	Tipo de diseño	Descripción
Diseños solicitados	Arquitectonico	Uso de Lod 300
	Estructural	
	Instalaciones sanitarias	
	Instalaciones electricas	

Validado por los expertos:

 Noel Santiago Tarazona Jimenez INGENIERO CIVIL CIP: N° 9621 F	 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERU Consejo Departamental Ancash - Perú  Luis Alfonso Espada Marcos CIP: 142206	 Richard Lionel Amez Roja INGENIERO CIVIL CIP: 81244
--	--	--

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo 06: Ficha de registro de requisitos mínimos para el uso BIM

 <b>UCV</b> UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	<b>FICHA DE REGISTRO DE REQUISITOS MÍNIMOS PARA EL USO          BIM</b>
--	---

**Título:** Título: Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019  
**Autores:** Nuñez Herrera Mirjam, Palacios Andrade Luis

**Fecha:** Junio - 2020

**Provincia:** Huaraz

**Departamento:** Ancash

**Zona:** Huaraz, barrio la soledad, Javier Prado Ugarteche S/N

**Dimensión:** Implementación de la metodología BIM

**Indicador:** Plan de ejecución del BIM

Requerimientos	Tipo de diseño
Diseños solicitados	Arquitectonico
	Estructural
	Instalaciones sanitarias
	Instalaciones electricas

**Indicador:** Modelo 3D

Requerimientos	Tipo de diseño	Descripción
Diseños solicitados	Arquitectonico	Uso de Lod 300
	Estructural	
	Instalaciones sanitarias	
	Instalaciones electricas	

Validado por los expertos:

  <b>Noel Santiago Tarazona Jimenez</b> INGENIERO CIVIL CIP: N° 9621 F	 <b>Luis Alfonso Estada Marcos</b> CIP: 142206	 <b>Richard Lionel Amez Roja</b> INGL. IERO CIVIL CIP: 81244
--	---	--

## Anexo 07: Ficha de registro de datos para el diseño estructural



### FICHA DE REGISTRO DE DATOS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL

**Título:** Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019

**Autores:** Nuñez Herrera Mirjam, Palacios Andrade Luis

Nombre del Instrumento de Evaluación:

**Fecha:** 08/06/2020

**Provincia:** Huaraz

**Dep.:** Ancash

**Zona:** Huaraz, barrio la soledad, Javier Prado Ugarteche S/N

Dimensiones	Indicadores	Datos
Resistencia del sistema estructural - Datos preliminares para calculo de la curva del espectro	Factor de Zona (Z)	Zona 3, Z=0,35
	Factor de Uso (U)	Uso vivienda U=1.00
	Factor de Suelo (S), periodos Tp y TI	S <sub>2</sub> = 1.15
	Factor de Ampliación Sísmica	$T = \frac{h_n}{c_t}$ donde ; $h_n = 17.20m$ $c_t = 60$ $T = 0.29$ $T_p(S) = 0.6$ y $TL = 2,0$ $\Rightarrow C = 2,5$
	Factos de Reducción (Ro)	Rx=7, Ry=7

Datos extraídos de RNE norma E-030 actualizado.

## Anexo 08: Ficha de entrevista al Propietario.



### FICHA DE ENTREVISTA AL PROPIETARIO

**Título:** Título: Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz – Ancash – 2019

**Autores:** Nuñez Herrera Mirjam, Palacios Andrade Luis

**Fecha:** Junio - 2020

**Provincia:** Huaraz

**Departamento:** Ancash

**Zona:** Huaraz, barrio la soledad, Javier Prado Ugarteche S/N

**Dimensión:** Implementación de la metodología BIM

**Datos Generales:**

- \* Nombre: Mercedes Sanches Moreno
- \* Edad: 56
- \* Carga Familiar: 05 hijos

**Datos del proyecto:**

- \* Área: 200 m<sup>2</sup>
- \* Número de Pisos: 05 + Azotea
- \* Distribuciones de los ambientes:
  - Primer Nivel
    - 02 dormitorios + baño privado
    - 01 comedor + cocina
    - 01 baño de servicio
    - 01 Sala
  - Típico para los demás niveles
    - 01 dormitorios + baño privado
    - 02 dormitorios con baño común
    - 01 cocina
    - 01 sala + comedor
    - 01 baño de servicio
    - 01 Star
  - Azotea
    - 01 baño
  - Escalera
  - Elevador
  - Cisterna + tanque elevado

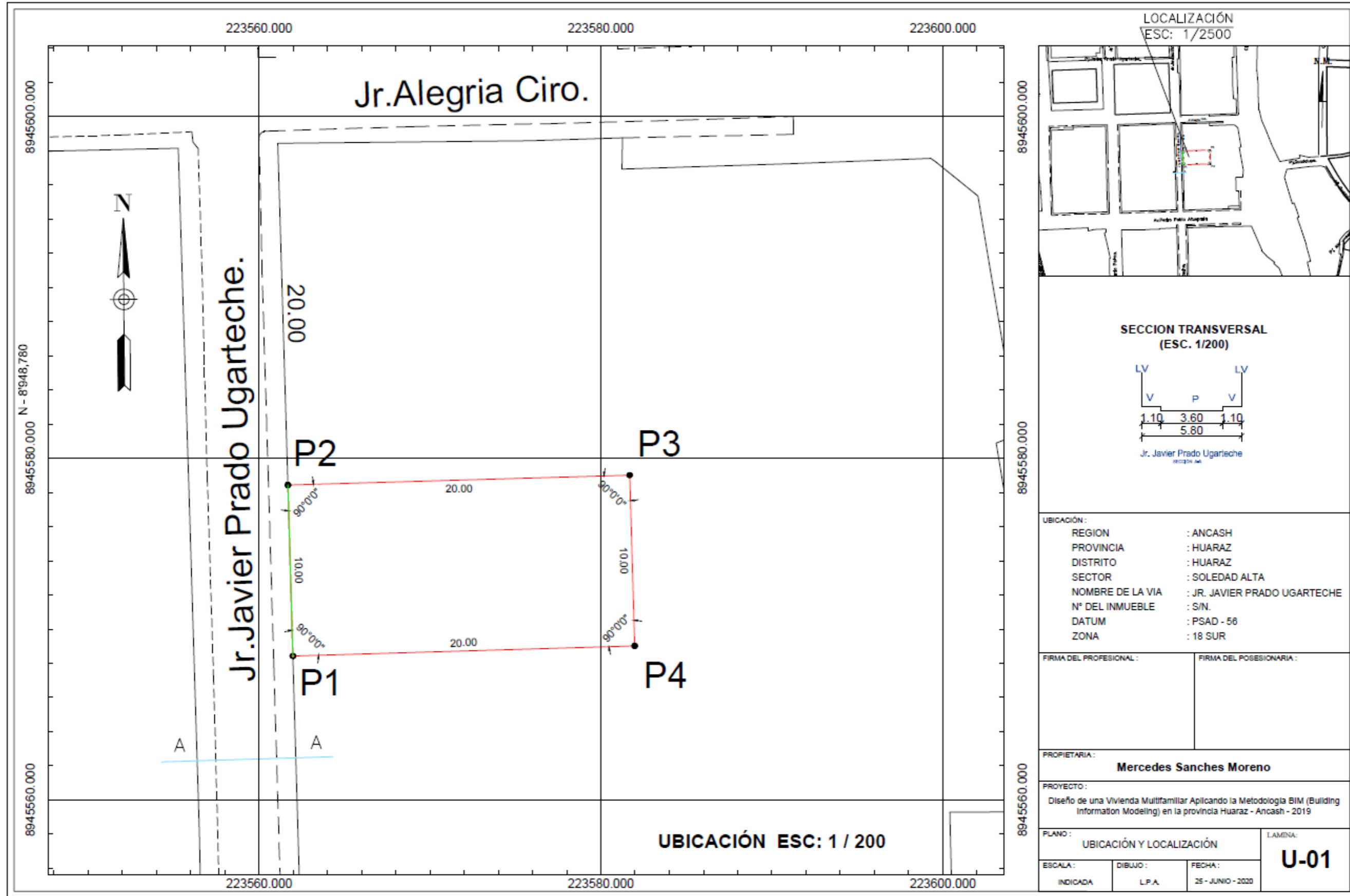
Validado por los expertos:

  Noel Santiago Tarazona Jimenez INGENIERO CIVIL CIP. N° 96215	  COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ Consejo Departamental Ancash - Perú Luis Alfonso Blatana Méndez CIP. 143206	 Richard Lionel Amezcua Rojo INGENIERO CIVIL CIP: 81244
--	---	---

Anexo 09: Mapa de zonas sísmicas



Anexo 10: Plano de Ubicación y Localización



UBICACIÓN:

REGION	: ANCASH
PROVINCIA	: HUARAZ
DISTRITO	: HUARAZ
SECTOR	: SOLEDAD ALTA
NOMBRE DE LA VIA	: JR. JAVIER PRADO UGARTECHE
N° DEL INMUEBLE	: S/N.
DATUM	: PSAD - 56
ZONA	: 18 SUR

FIRMA DEL PROFESIONAL: \_\_\_\_\_

FIRMA DEL POSESIONARIA: \_\_\_\_\_

PROPIETARIA: **Mercedes Sanches Moreno**

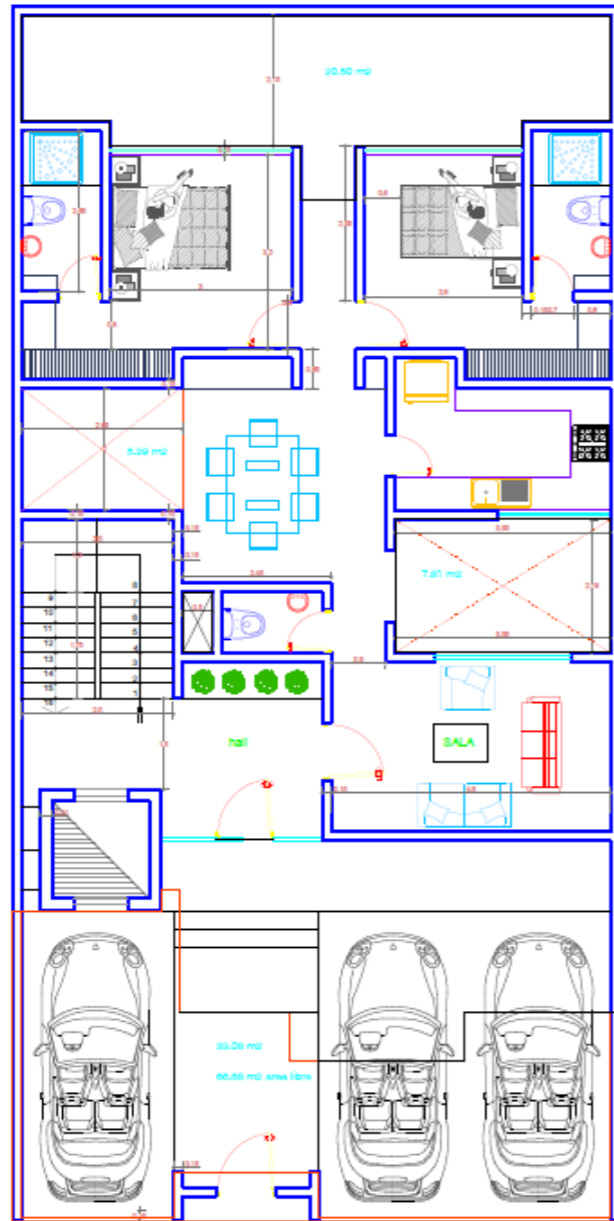
PROYECTO: Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz - Ancash - 2019

PLANO: UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

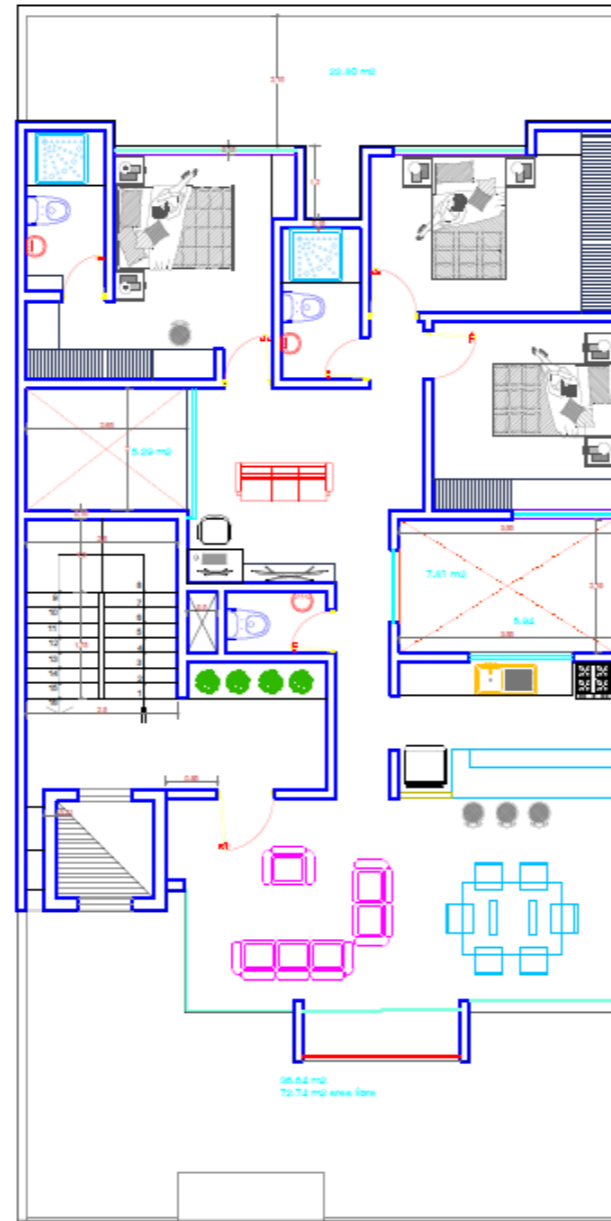
ESCALA: INDICADA	DIBUJO: L.P.A.	FECHA: 25 - JUNIO - 2020
------------------	----------------	--------------------------

LAMINA: **U-01**

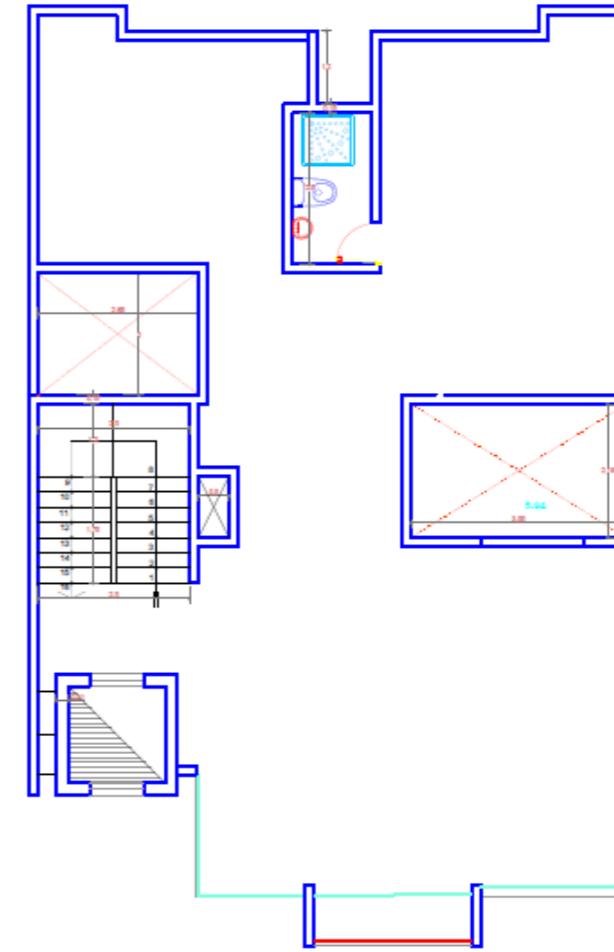
Plano de Propuesta Arquitectónica.



PISO 1



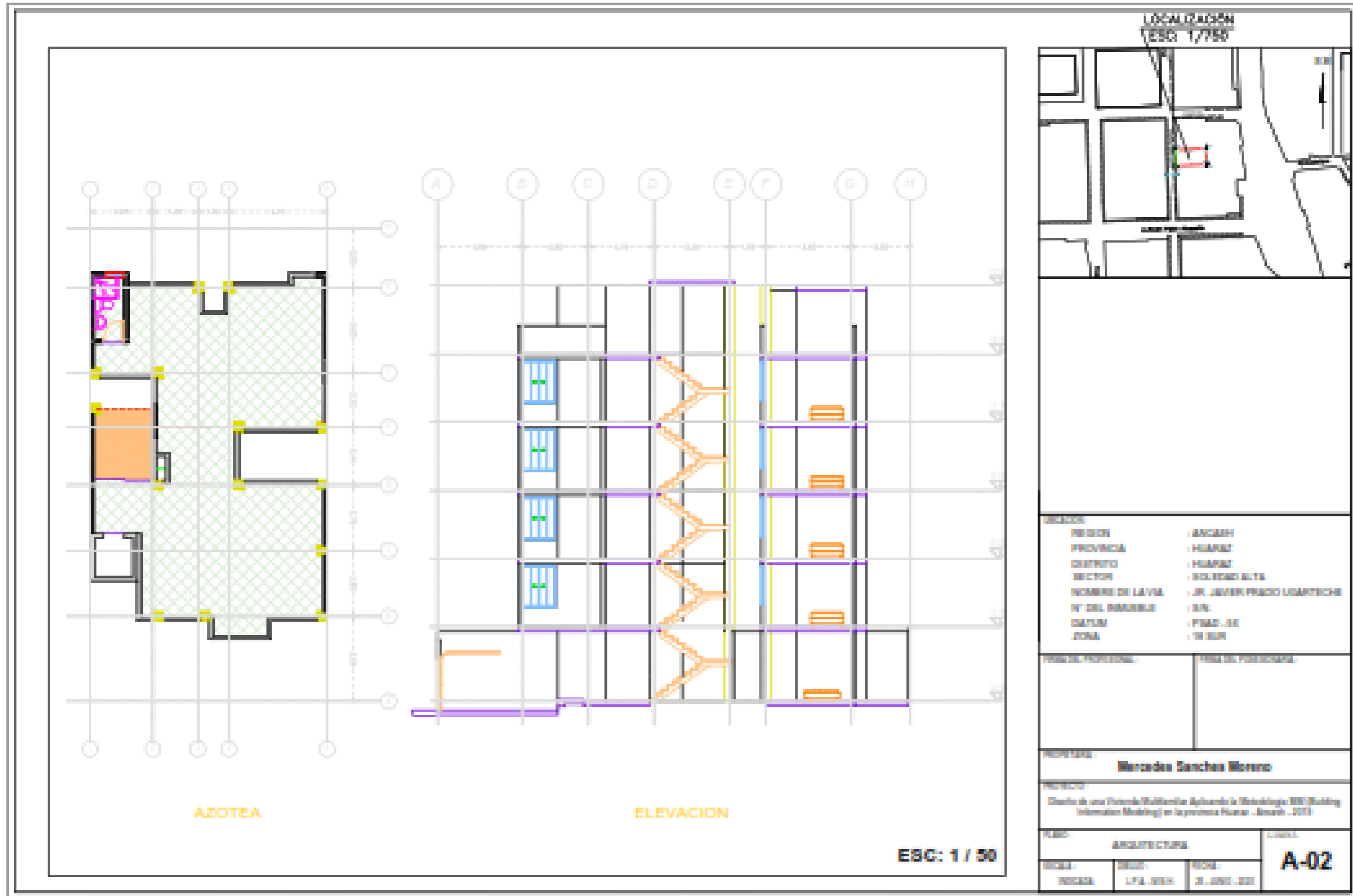
PISO 2-5



AZOTEA

PROPIETARIA :			<b>Mercedes Sanches Moreno</b>
PROYECTO :			
Diseño de una Vivienda Multifamiliar Aplicando la Metodología BIM (Building Information Modeling) en la provincia Huaraz - Ancash - 2019			
PLANO :		PROPUESTA ARQUITECTONICA	LAMINA:
			<b>A-01</b>
ESCALA :	DIBUJO :	FECHA :	
1/75	L.P.A.	25 - JUNIO - 2020	

Anexo 11: Plano de Propuesta Arquitectónica – cortes

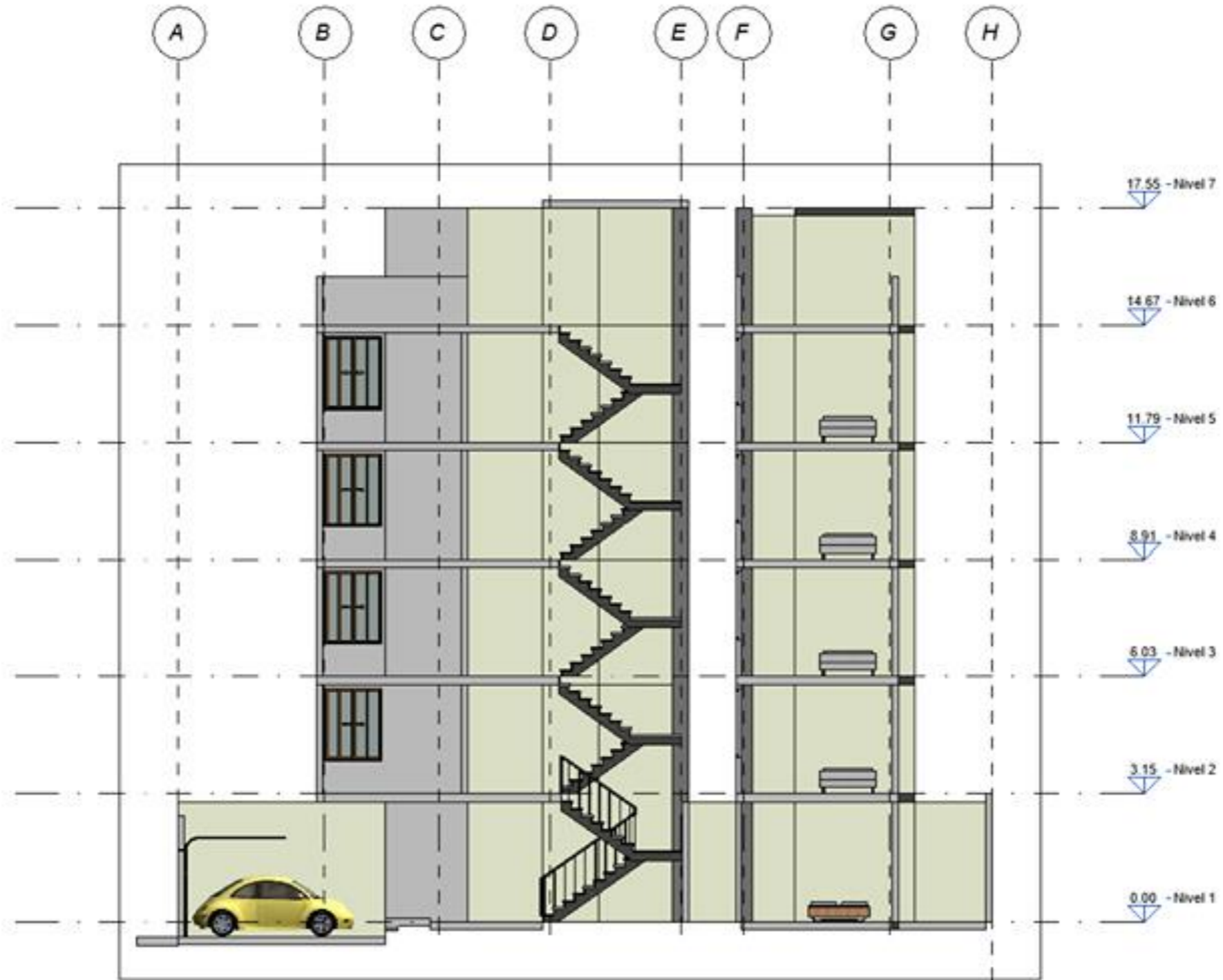




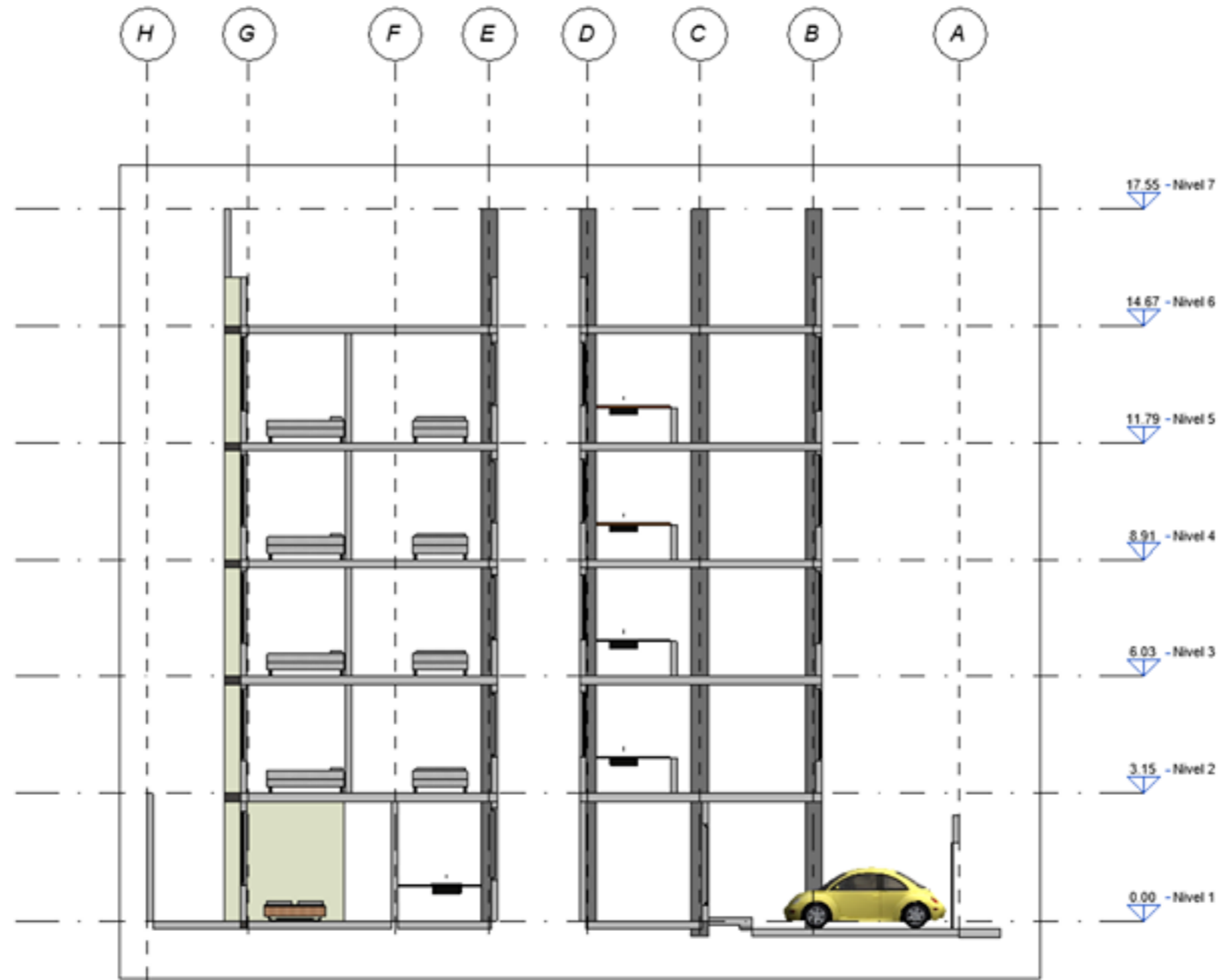
Anexo 12: Plano Vista 3D de la vivienda multifamiliar



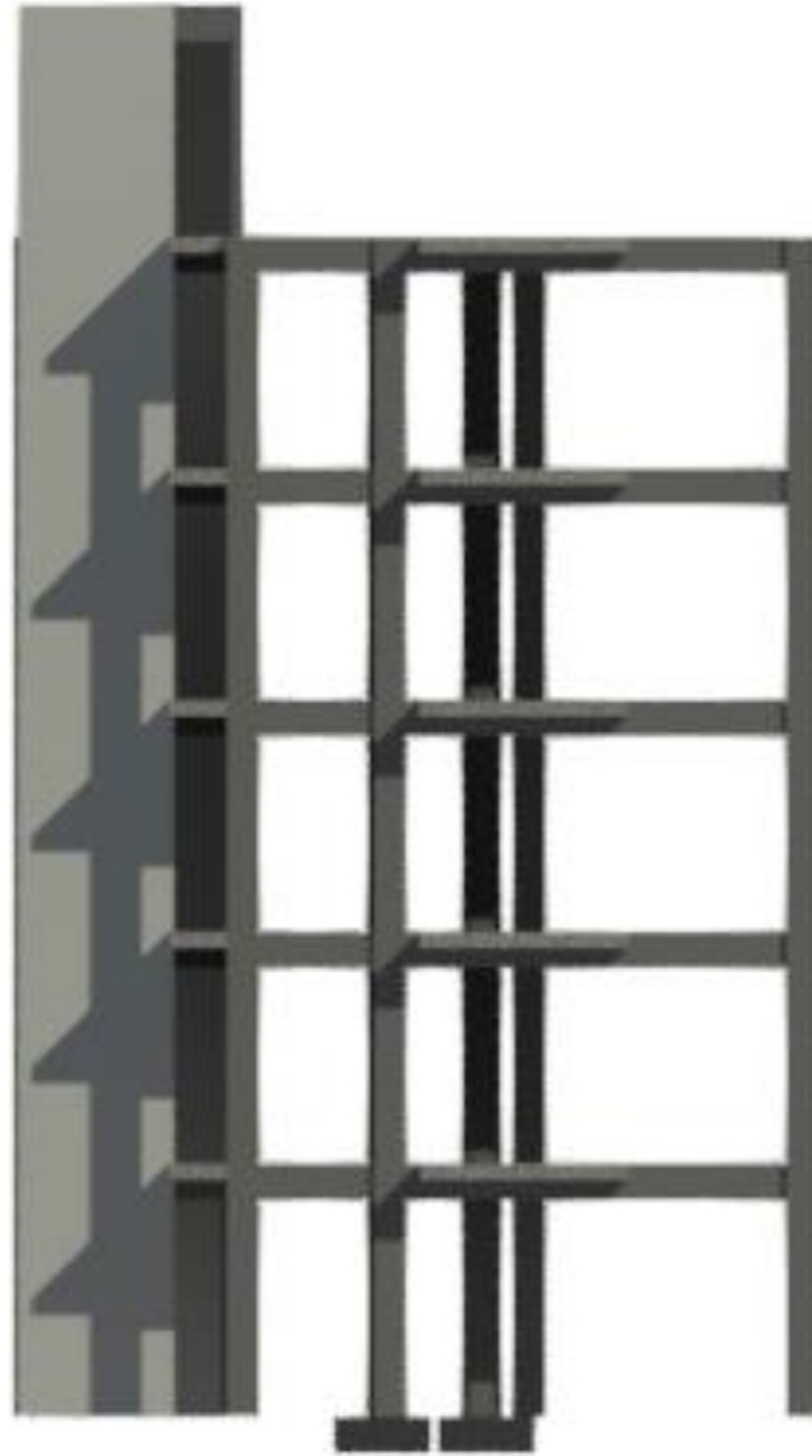
Anexo 13: Plano vista lateral de la vivienda multifamiliar



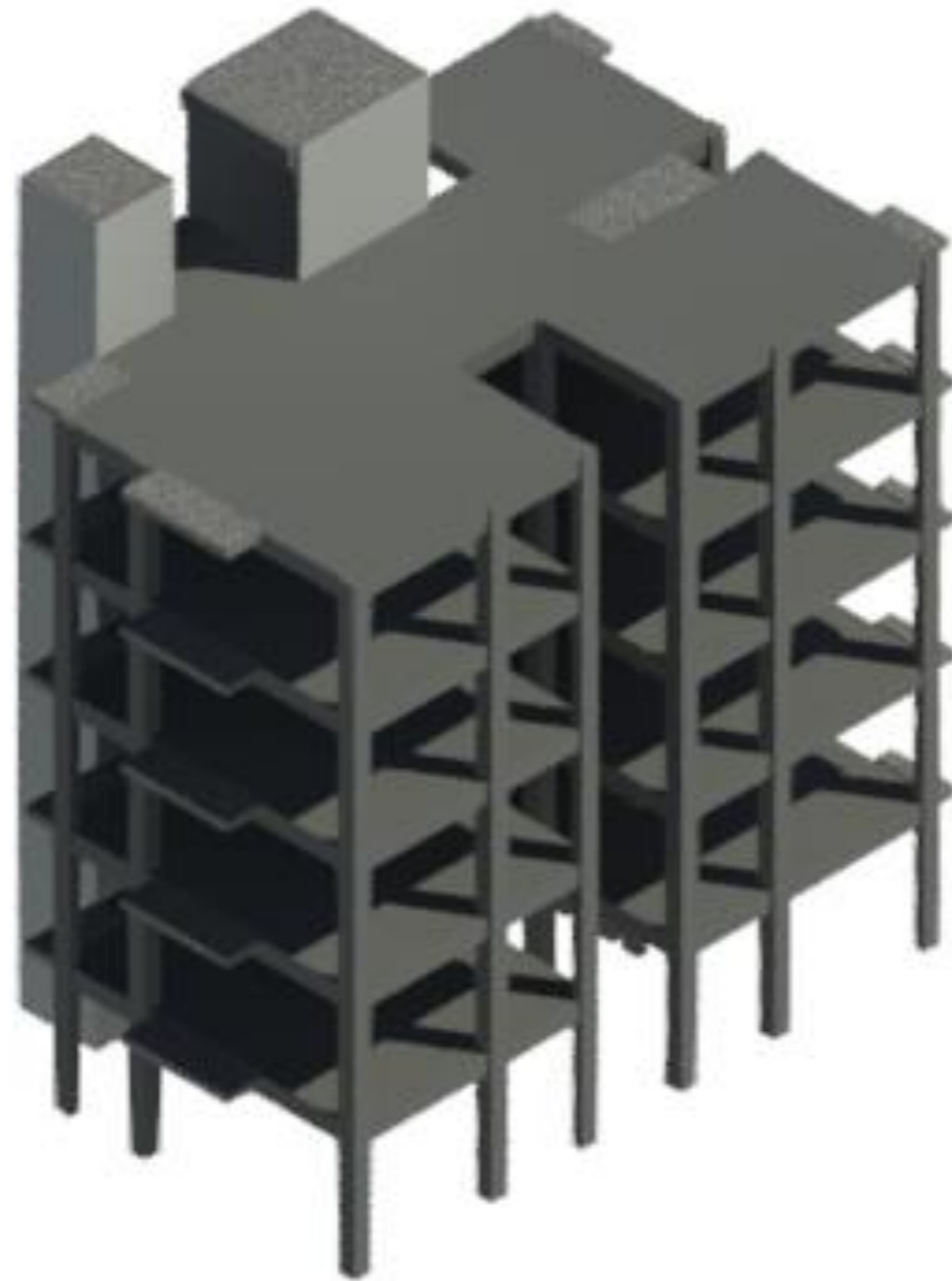
Anexo 14: Plano vista lateral de la vivienda multifamiliar



Anexo 15: Plano vista lateral de la vivienda multifamiliar – estructuras



Anexo 16: Plano vista 3D de la vivienda multifamiliar - Estructuras





**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Originalidad del Autor / Autores**

Yo (Nosotros), LUIS ALVARO PALACIOS ANDRADE, MIRJAM ELADIO NUÑEZ HERRERA estudiante(s) de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO, declaro (declaramos) bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación / Tesis titulado: "DISEÑO DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR APLICANDO LA METODOLOGÍA BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) EN LA PROVINCIA HUARAZ – ANCASH – 2019", es de mi (nuestra) autoría, por lo tanto, declaro (declaramos) que el Tesis:

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

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

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
LUIS ALVARO PALACIOS ANDRADE <b>DNI:</b> 41395160 <b>ORCID</b> 0002-7544-1367	Firmado digitalmente por: LPALACIOSAN el 30 Jul 2020 18:09:59
MIRJAM ELADIO NUÑEZ HERRERA <b>DNI:</b> 40667415 <b>ORCID</b> 0002-1466-1227	Firmado digitalmente por: MENUNEZN el 30 Jul 2020 18:10:12

Código documento Trilce: 56438