



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**Diseño Sismorresistente en Infraestructura Educativa
Aplicando la Metodología BIM en la I.E. “El Bosque”, San Juan
de Lurigancho-2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Civil

AUTORES:

Calisaya Portilla, Rodrigo (ORCID: 0000-0001-5366-2567)

Camarena Gamarra, Renato Eduardo (ORCID: 0000-0002-6082-3442)

ASESOR:

Msc. Cesar Augusto, Paccha Rufasto (ORCID: 0000-0003-2085-3046)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño sísmico y estructural

LIMA-PERÚ

2021

Dedicatoria

El presente trabajo de investigación se la dedicamos a nuestros padres y hermanos que nos brindaron su total apoyo y confianza en esta etapa de nuestras vidas. También a su esto asesor por sus consejos, guía, paciencia y sabiduría brindada en la elaboración de este trabajo.

Agradecimiento

Agradecemos de corazón a todas las personas cercanas que nos apoyaron y nos brindaron sus consejos tanto como nuestros padres y hermanos, y al docente asesor que nos aconsejó, guiándonos en todo este camino de elaboración del presente trabajo de investigación.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras	vi
Resumen	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variable y operacionalización	20
3.3. Población, muestra y muestreo	20
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	21
3.5. Procedimientos	21
3.6. Método de análisis de datos.....	22
3.7. Aspectos éticos.....	22
IV. RESULTADOS.....	23
V. DISCUSIÓN	46
VI. CONCLUSIONES.....	50
VII. RECOMENDACIONES	53
REFERENCIAS	55
ANEXOS	60

Índice de tablas

Tabla 1. Factores de zona “Z”	13
Tabla 2. Clasificación de los perfiles de suelo	13
Tabla 3. Factor de suelo “S”	14
Tabla 4. Periodo “Tp” y “TL”	14
Tabla 5. Factor de uso “U”	15
Tabla 6. Límites para la distorsión del entrepiso	17
Tabla 7. Recopilación de parámetros sísmicos obtenidos.....	37
Tabla 8. : Metrado de cargas	38
Tabla 9. Diferencias de masas entre softwares.....	39
Tabla 10. Comparación de resultados de análisis estático y dinámico	39
Tabla 11. Espectro de pseudo-aceleración	40
Tabla 12. Comparación entre desplazamientos máximos	41
Tabla 13. Comparación entre derivas	42
Tabla 14. Comparación de masa participante	42
Tabla 15. Comportamiento de la viga ante momento	43
Tabla 16. Comparación entre Vigas	43
Tabla 17. Comparación de presupuestos.....	45

Índice de figuras

Figura 1. Fórmulas para factor de amplificación sísmica (C).....	22
Figura 2. Imagen satelital de ubicación	31
Figura 3. Diseño zapatas en 3D	32
Figura 4. Diseño cimientos en 3D	32
Figura 5. Diseño columnas en 3D	32
Figura 6. Diseño vigas y falso piso 3D	33
Figura 7. Diseño Placas y Muros 3D	33
Figura 8. Diseño losa aligerada 3D	33
Figura 9. Levantamiento Pabellón.....	34
Figura 10. Plano de aligerados 1 nivel-Revit.....	34
Figura 11. Metrado de excavación	35
Figura 12. Metrado de Zapata.....	35
Figura 13. Metrado de columnas.....	35
Figura 14. Inspección de modelamiento en Enscape.....	36
Figura 15. Revisión de columna con Enscape	36
Figura 16. Visualización del modelo analítico en Revit.....	37
Figura 17. Ajuste de nudos.....	37
Figura 18. Colocación de apoyos Revit.....	38
Figura 19. Modelo analítico final.....	38
Figura 20. Creación de cargas vivas y sobrecargas.....	38
Figura 21. Distribución de cargas.....	39
Figura 22. Exportación de modelo de Revit a Robot	39
Figura 23. Ajustes en Robot.....	40
Figura 24. Modelo analítico en ETABS-19	40
Figura 25. Diseño de columnas ETABS	41
Figura 26. Diseño de vigas ETABS	41

Figura 27. Diseño de Muros ETABS	42
Figura 28. Diseño de Losas ETABS	42
Figura 29. Colocación de cargas modelo ETABS	42
Figura 30. Formulas factor de amplificación sísmica (C)	43
Figura 31. Vista 3D modelo Viga V-100	49
Figura 32. Exportación de acero de Robot a Revit.....	50
Figura 33. Vista de colocación de acero en secciones de concreto	51
Figura 34. Metrado de acero	51

Resumen

El presente trabajo de investigación titulado “Diseño Sismorresistente en Infraestructura Educativa Aplicando la Metodología BIM en la I.E. “El Bosque”, San Juan de Lurigancho-2021” planteó como problemática general: ¿De qué manera la aplicación de La Metodología BIM varía el Diseño Sismorresistente en Infraestructura Educativa de la I.E. “El Bosque”, San Juan De Lurigancho-2021? Por tal motivo, se propuso como objetivo general: determinar la mejora en el diseño sismorresistente en infraestructura educativa aplicando de La Metodología BIM en la I.E. “El Bosque”, San Juan De Lurigancho-2021,

Como metodología empleada en este estudio, comprende un tipo de investigación aplicada, con enfoque cuantitativo, diseño no experimental del nivel descriptivo. Asimismo, para la investigación se realizó un muestreo de tipo no probabilístico o dirigida por conveniencia, pues para la muestra se consideró el pabellón I de secundaria del Instituto Educativo 1182 El Bosque – San Juan de Lurigancho –Lima.

La investigación tuvo como una de las conclusiones que en base a las variaciones obtenidos por la diferencia de masas entre el software Robot y ETABS, siendo tan solo del 4.20% los resultados dados por el análisis estático y dinámico solo contaron con una variación de 1.60% de diferencia como máximo. Concluyendo así que la aplicación de la la aplicación de la metodología BIM no generara cambios significativos en el diseño estructural, ya que los resultados dados se encuentran dentro de las normas peruanas dadas y muy cercano a los resultados dados por el análisis tradicional de la metodología CAD, pero en cuestiones de tiempo y costos resulta mucho más beneficioso, ya que se demuestra que se cuenta con mayor cantidad de herramientas para analizar y controlar los costó, más herramientas para los modelamientos, que se si se le aplicaran a proyectos más grandes y de gran cantidad de información resultaría más eficiente que la metodología tradicional CAD.

Palabras clave: BIM, diseño sismorresistente, robot.

Abstract

The present research work entitled "Earthquake Resistant Design in Educational Infrastructure Applying the BIM Methodology in the I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021" raised as a general problem: In what way does the application of the BIM Methodology vary the Seismic-resistant Design in Educational Infrastructure of the I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021? For this reason, it was proposed as a general objective: to determine the improvement in the earthquake-resistant design in educational infrastructure by applying the BIM Methodology in the I.E. "The Forest", San Juan De Lurigancho-2021.

As the methodology used in this study, it comprises a type of applied research, with a quantitative approach, a non-experimental design at the descriptive level. Likewise, for the research, a non-probabilistic or convenience-directed sampling was carried out, since for the sample, pavilion I of high school of the Educational Institute 1182 El Bosque - San Juan de Lurigancho - Lima was considered.

The research had as one of the conclusions that based on the variations obtained by the difference in masses between the Robot and ETABS software, being only 4.20% the results given by the static and dynamic analysis only had a variation of 1.60% difference at most. Concluding thus that the application of the application of the BIM methodology will not generate significant changes in the structural design, since the results given are within the given Peruvian standards and very close to the results given by the traditional analysis of the CAD methodology, but in terms of time and costs it is much more beneficial, since it is shown that there are more tools to analyze and control costs, more tools for modeling, than if they were applied to larger and larger projects. amount of information would be more efficient than the traditional CAD methodology.

Keywords: BIM, earthquake resistant design, robot.

I. INTRODUCCIÓN

El Perú, debido a su condición geográfica y pertenecer al cinturón de fuego es considerado uno de los estados con mayor actividad sísmica en el mundo, a penas en las últimas dos décadas, han ocurrido diversos terremotos catastróficos, como el del 1996 en Ica de 7.7 grados, el del 2001 de 7.0 grados en Moquegua y el del 2007 en Ica de 7.0 grados, afectando primordialmente a la parte de infraestructura del país.

Ante estos hechos sísmicos en el Perú, la pérdida de vidas tuvo un número significativo, a consecuencia de desplomes de los elementos estructurales de la edificación a consecuencia de un imperfecto diseño estructural ejecutado. Los ingenieros del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento mencionaron en la norma técnica peruana E.030 de diseño sismorresistente que en caso de sismos severos las edificaciones pueden presentar daños importantes, pero en ningún caso estos deben colapsar o causar daño a las personas. (Norma E-030, 2020, p.9).

En la actualidad se cuenta con 54 890 centros de estudios estatales, las cuales fueron construidas en diferentes tiempos, con diferentes materiales y con diferentes procesos como códigos de construcción, llevando como consecuencia que en su mayoría estas obras publicas sean de gran vulnerabilidad ante un sismo de gran escala. Ríos (2019), mencionó que el 55% de los centros educativos públicos, requieren atención inmediata, afirmando que estas deben ser demolidas en su totalidad y volver a ejecutarlo para darle una sustitución completa, a su vez un 20% de edificaciones de colegios requiere reforzamiento estructural, donde se llega a la conclusión que solo el 25% de centros educativo no requiere de alguna intervención estructural.

Según El Comercio (2018), las cifras dadas por el INEI indica que en Lima hay un total aproximadamente de 9.5 millones de habitantes, y en tan solo en San Juan de Lurigancho se encuentra un poco más de un millón de estos. Debido a su creciente población, las construcciones informales se incrementan y teniendo un tipo de suelo arenosos, este se convierte en uno de los puntos más vulnerables en caso exista un sismo de gran escala, debido a estos factores se genera una alarma preocupante en el tema de infraestructura educativas.

A pesar que la mayoría de las instituciones y colegios estatales necesitan realizar cambios parciales o completos a sus infraestructuras, las autoridades invierten en su mejoramiento debido al alto costo que esto significa, esperando que sea realmente urgente una remodelación o reparación. Por ello es necesario aplicar nuevas tecnologías y metodologías que puedan aplacar esos altos costos, siendo una de estas soluciones la aplicación de la metodología BIM, ya que actualmente está muy ligada a la ingeniería y la construcción basándose en la modelación en diversa dimensiones sacándole ventajas a la manera tradicional del dibujo en 2D, Según Salazar (2017), los beneficios de la implementación BIM en la construcción vienen a ser el entendimiento de la secuencia constructiva, el manejo eficiente de la información, integración de interdisciplinas de un proyecto, detección de interferencias, interoperabilidad entre softwares de diseño, parametrización de los elementos del modelo, bidireccionalidad asociativa, mejoramiento de los metrados de obra y presupuestos, mejoramiento en los proveedores, mejoramiento en la calidad final del proyecto, mejoramiento en el ciclo de vida de la edificación y mejoramiento en el marketing del proyecto.414

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el siguiente problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general fue ¿De qué manera la aplicación de La Metodología BIM varia el Diseño Sismorresistente En Infraestructura Educativa de la I.E. “El Bosque”, San Juan De Lurigancho-2021? Los problemas específicos de la investigación se presentan a continuación:

PE1: ¿En cuánto varía los resultados del análisis sísmico estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. “El Bosque”, San Juan De Lurigancho-2021?

PE2: ¿En cuánto varía los resultados de desplazamientos aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021?

PE3: ¿Cuánto es la variación de costos estructurales aplicando la metodología BIM en la I.E. “El Bosque”, San Juan De Lurigancho-2021?

Como justificación práctica, la investigación se realiza por la necesidad de implementar nuevas metodologías y tecnologías que ayuden a mejorar la calidad y la eficiencia de la manera en la que en el país construyen,

introduciendo así la metodología BIM en nuestros proyectos, por lo cual nosotros realizamos un diseño sismorresistente del centro educativo en estudio, sometiéndolo en un modelamiento 3D para su posterior análisis estructural con softwares que implementen la metodología BIM y finalmente realizar una comparación con la manera tradicional de diseño de nuestro país, determinando de esa manera las diferencias que se podrían encontrar tanto en el diseño estructural como en los costos.

Como justificación social tenemos la necesidad de garantizar la prevención y seguridad de las vidas humanas mediante un correcto diseño sismorresistente, ver las ventajas en costos, tiempo y eficiencia utilizando la metodología BIM para que las autoridades puedan desarrollar más centros educativos sin tener sobrecostos, pero de igual manera las edificaciones cuenten con un buen desempeño antes sismos y prometer una vida útil larga a los colegios.

El objetivo general fue determinar la variación en el Diseño Sismorresistente En Infraestructura Educativa aplicando de La Metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021. Los objetivos específicos fueron los siguientes:

OE1: Determinar la variación en los resultados del análisis sísmico estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021.

OE2: Determinar la variación de los resultados de desplazamientos estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021.

OE3: Determinar la variación en los costos estructurales aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación, se presenta investigaciones pasadas de distintos autores internacionales que estudiaron las variables mencionadas en este trabajo de investigación:

En el ámbito internacional Basak y Eraslan (2018), en su tesis “Identifying the Advantages of BIM in Structural Design” indican que el uso de BIM puede ser una plataforma importante para el diseño estructural. Tiene como objetivo ver el estado actual de BIM y analizar como las empresas de la construcción practican este método para identificar los beneficios de usar BIM. El método de análisis realizado fue la recopilación de información literaria sobre la aplicación de la metodología BIM en diferentes áreas y analizar la información para identificar las ventajas de la implementación BIM en el diseño estructural. Concluyendo que el uso de BIM en un proyecto aporta una serie de ventajas en cuestión de materiales, presupuestos, tiempo, calidad y cooperación empresarial. El uso de BIM en proyectos aumenta la calidad del proceso de diseño estructural y da como resultado un riesgo mínimo en los proyectos.

De igual manera Ramírez (2018), en su tesis titulado “Comparación entre metodologías Building Information Modeling (BIM) y metodologías tradicionales en el cálculo de cantidades de obra y elaboración de presupuestos. Caso de estudio: Edificio educativa en Colombia”. Teniendo como objetivo determinar las diferencias entre la aplicación de la metodología BIM y CAD en una edificación educativa en el municipio de Yumbo, teniendo como resultados que hay una variación porcentual del 12.31% en los costos directos entre ambas metodologías. Produciendo un 3.56% de incremento al presupuesto adicional planteado por el municipio. Presentando a su vez un incremento del 18.72% en la cubierta y 26.40% en el presupuesto de estructura del edificio, concluyendo así que incorporar la metodología BIM en la cuantificación y estimación de obras de infraestructura pública es una opción a estudiar, ya que permitiría tener una visión más realista del costo final, disminuir los riesgos para una entidad pública contratante con el fin de no poner en riesgo la culminación y puesta en funcionamiento del proyecto a construir.

Por otra parte, Villena (2017), en su tesis titulada “Diseño y modelación de un edificio con una configuración en planta irregular, mediante la utilización del software de diseño “Revit Structure” y su análisis mediante un software

especializado “Robot Structural Analysis” (BIM)”. Tiene como finalidad brindar los resultados obtenidos en base a un estudio comparativo de la modelación y análisis de una edificación con softwares basados en el sistema BIM, que son herramientas para que el usuario pueda acortar el tiempo de cálculo y la representación gráfica de las secciones de diseño para la construcción de una edificación irregular de 5 niveles, obteniendo como resultado que la diferencia entre programas presentan una variación entre el 1% a 6% como en el caso de los pesos propios que varían en un 5.2%. En el caso de las derivas presentan una diferencia de 43% entre los programas de diseño estructural. Concluyendo así que, a pesar de encontrar algunas diferencias entre los cálculos estructurales dados por ambos programas, no presentaron diferencias en las secciones de diseño de la estructura.

Para Taher (2016), en su tesis “BIM software Capability and Interoperability Analysis” teniendo como objetivo analizar distintas softwares comerciales enfocadas en el análisis estructural basados en el modelado BIM, mediante el modelado y análisis de diferentes estructuras con diversas complejidades, propiedades de secciones, geometrías y materiales; además se evaluara diferentes herramientas estructurales (dinamo, saltamontes, herramientas complementaria, enlace directo, enlace indirecto a través de IFC). Según con lo revisado en la literatura, no existe ninguna diferenciación integrada específica como plataforma analítica para comprar diferentes componentes en el software BIM y los datos relacionados a las normas. Concluyendo que con el fin de mejorar el intercambio analítico de datos Revit necesita una mejor interacción con Robot y así sucesivamente para ser más compatibles para poder leer los datos de intercambio analítico/ diseño, especialmente factores de diseño y parámetros.

A nivel nacional, Cacsire et al. (2020) en su tesis “Utilización de la metodología BIM en la fase de diseño de la infraestructura educativa N°2026 Simón Bolívar- Distrito de Comas- Lima, En la Empresa Chung y Tong Ingenieros SAC.” Tiene como objetivo utilizar la metodología BIM a nivel de diseño con la finalidad de identificar, diagnosticar y eliminar las incompatibilidades de la infraestructura educativa que provocan saldos de obra y/o resuelven el contrato. Utilizando como muestras una infraestructura educativa, como una investigación de tipo

aplicada. Concluyendo que el número de interferencias encontradas entre especialidades son de 105 de los cuales 77 fueron ingresados a la entidad teniendo como resultado 23 RFI'S aprobados, cabe indicar que 28 RFI no se presentaron ya que se lograron resolver con los especialistas de la Construcción por ser redundantes, además se llegó a la conclusión de que los cambios realizados en una etapa temprana de diseño, evitara reprocesos durante la ejecución del proyecto, lo cual genera un impacto tanto en costos como en tiempo, para lo cual se requiere la participación de los proyectistas, llegando así a obtener un diseño compatibilizado, siendo este el objetivo principal del estudio de investigación.

Para Colonia y Valentin (2020) en su tesis "Implementación de la Metodología BIM En el Diseño Estructural Sismorresistente en la Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020" teniendo como objetivo desarrollar un diseño sismorresistente del proyecto de edificación en estudio, implementado la metodología BIM, ubicada en el distrito de Huaraz. Realizó el modelamiento en 3D en el software REVIT para su posterior transferencia de información al software ROBOT para el análisis estático y dinámico. Teniendo de muestra el diseño de una edificación de 5 niveles con 1 sótano y 1 semisótano, siendo una investigación de tipo aplicada. Concluyó que el corte basal estático es de 189.63tf y un corte dinámico en X de 93.04tf y en Y de 155.55tf; en cuanto a la aceleración espectral se obtuvo valores diversos por los 20 modos de vibración que se realizó para un análisis más amplio donde se cumplió con valores mayores al 90% de participación de masa en toda la estructura donde también se infiere con los valores periodo de vibración, mientras menor sean estos valores se tendrá una menor deformación.

Para Rojas (2019) en su tesis "Comparativa En El Diseño Estructural De Una Edificación De 04 Niveles, Aplicando Métodos Tradicionales Y Metodología BIM-Concepción 2018" tiene como objetivo elegir la metodología más eficiente para realizar un diseño estructural. Siendo una investigación de tipo aplicada, descriptivo comparativo, cuenta como muestra una edificación de aparcada construida en la lotización Hermelinda Salazar, de la ciudad de Concepción. Concluyendo que la metodología BIM es más eficiente por facilitar procesos automatizados y trabajar de manera colaborativa en un modelo tridimensional

único con los demás involucrados del proyecto. A su vez indica que la metodología BIM es más económica en software para la utilización, pero más costosa en la etapa de diseño, sin embargo, se justifica por presentar mayor información que un boceto en 2D.

Para Briones y Álvarez (2018) en su tesis “Comparación del Modelamiento, Análisis y Diseño Estructural en Concreto Armado utilizando los Software Etabs y Robot Structural Analysis, para un Edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano), tiene como objetivo Comparar la eficiencia en el modelamiento, diseño sismorresistente y diseño en concreto armado de los softwares Etabs y Robot Stuctural Analysis Professional, aplicado en un edificio de cinco niveles (cuatro pisos y un semisótano)”, para determinar el más óptimo. Se tomó de muestra una edificación de 5 niveles con un semisótano, siendo un tipo de investigación aplicada descriptiva comparativa. Concluyendo que el software Robot tiene muchas ventajas a comparación de Etabs ya que este cuenta con una gran cantidad de herramientas para el modelamiento, el diseño de armaduras, dibujo de planos y metrados, los cuales permiten concluir los trabajos en menos tiempo, generando un menor costo en la elaboración de proyectos estructurales.

Para Huaraca (2018) en su tesis “Análisis Comparativo Aplicando El Software Robot Structural Analysis Y Etabs Para Evaluar El Comportamiento Estructural De Viviendas Autoconstruidas” tiene como objetico realizar el análisis comparativo aplicando el software Robot Structural Analysis y Etabs para evaluar el comportamiento estructural de viviendas autoconstruidas en el distrito de Pucará, Huancayo, 2017. Teniendo de muestra una vivienda autoconstruida ubicada en el Jr. Puno N°250 distrito de Pucará, el diseño de investigación es no experimental de tipo aplicada. Concluyendo que los resultados del análisis dinámico no cumplen las especificaciones de la Norma E.030, según la comparación se puede mencionar lo siguiente: la cortante dinámica en la base en el software Robot Structural es mayor en 2.20% (en dirección X) y 1.45% (en dirección Y) que los valores en Etabs, y la fuerza cortante mínima en la base no cumplen la condición de la norma en ambos softwares.

Para Chambilla (2016) en su tesis titulada “Análisis, Diseño Estructural E Instalaciones Sanitarias De Un Edificio De Departamentos De 05 Niveles Y 01 Semisótano, Utilizando Plataforma BIM, En El Distrito De José Luis Bustamante Y Rivero” tiene como objetivo realizar tanto el modelamiento, diseño de los elementos estructurales, diseño de instalaciones sanitarias, extraer modelo paramétrico BIM de cada especialidad, integrar el modelo generado en Autodesk Navisworks y realizar una simulación del proceso constructivo. Siendo una investigación de tipo aplicativo; concluye que El modelado BIM-3D no solo se utiliza para encontrar los conflictos que existe entre las disciplinas, sino que se convierte en una herramienta de análisis para evaluar y revisar los criterios de diseño y la adecuada funcionalidad en conjunto con las diferentes especialidades.

Metodología BIM (Building Information Modeling) El termino BIM son siglas en ingles que se podrían traducir al español como “Modelo de la Información de la Edificación”. Según Cerdán, Begoña, Hayas y López (2016), el BIM viene a ser un modelo de trabajo que ocupa todo el ciclo de la vida de una edificación y su infraestructura, utilizando herramientas de diseño, control y gestión de toda la información para que todas las especialidades involucradas tengan acceso.

Asimismo, Autodesk nos indica que el BIM es un modelamiento inteligente que nos proporciona una visión general en 3d de la planificación, diseño ejecución y gestión en la construcción de infraestructuras en las ciudades.

Según Goyzueta y Puma (2016), las industrias de la construcción podrían obtener beneficios en la perdida de ganancias por retrabajos, ya que utilizando la metodología BIM se podría reorganizar ideas, coordinar proyectos y especialidades, desde los antes proyectos y en toda etapa de la vida de los proyectos.

Según lo planteado por Chacón y Cuervo (2017), el software de AutoDesk Revit nos permite de una manera sencilla y eficiente el modelado en 3D de información tanto para arquitectura, ingeniería estructural, ingeniería MEP, diseño y contratistas. Y cuenta con una gran gama de interacciones con diferentes softwares BIM.

Unas de sus ventajas es la gran cantidad de herramientas que nos permite modelar desde objetos sólidos prefabricados o modelos geométricos importantes por su gran cantidad de base de datos propio y que se puede seguir expandiendo según los gustos y criterios de cada profesional.

De acuerdo a Goyzueta y Puma (2016), el intercambio de información y colaboración es esencial para los proyectos de construcción actualmente. Anteriormente esta información se intercambiaba mediante planos 2D y documentos que no tenían mucha precisión en caso se realizara cambios en los procesos. BIM es más que una herramienta de diseño, si no es una metodología nueva que brinda una mejor manera de intercambio de información con una interfaz más realista en 3D para todos los profesionales y en toda etapa del proyecto.

En la actualidad se están creando más herramientas BIM para los diferentes casos que requieran los profesionales. Se tiene dos grandes desafíos a la hora de mejorar la tecnología BIM, es conseguir que se mejore la interoperabilidad de los sistemas BIM existentes y la creación de nuevos modelos para múltiples propósitos requeridas por los profesionales en cualquier proyecto a desarrollo.

Una de las maneras de clasificar el BIM es hablando de sus múltiples dimensiones para cada etapa del proyecto, siendo estas 7 dimensiones, aunque hay expertos que afirma que pudieran ver hasta 10 dimensiones. Así que mencionaremos las dimensiones principales.

1D Concepto: Es la manera de establecer una idea base de cada proyecto, todo proyecto nace de una idea y una necesidad.

2D Vectorización del Boceto: En esta dimensión se realizan los bocetos en su mayoría en 2D CAD, aunque ya está siendo reemplazada por la siguiente dimensión de igual manera es importante a la hora de plantear una idea.

3D Modelamiento tridimensional: En esta dimensión se plantea la idea de modelar los proyectos bajo los requisitos paramétricos y espaciales para la construcción, es donde nace la interrelación de especialidades de todas las disciplinas involucradas (arquitectura, estructuras y MEP), se puede empezar a realizar controles de calidad y viabilidad de los proyectos, como también vender

los proyectos teniendo una manera de hacer marketing y contar con financiamientos.

4D Planificación: Tiene como objetivos de plantear tiempos, plazos de ejecución de los proyectos, en esta dimensión se puede visualizar de mejor manera los recursos y logísticas que cuentan cada empresa para la ejecución de un proyecto. Da la capacidad de anticiparse ante cualquier conflicto, también llamo como Clash detection, que pueden surgir en el proceso de la obra y desde la etapa del diseño podrían ser subsanadas evitando sobre costos.

5D Costes: En esta dimensión se genera presupuestos con metrados más realistas por el diseño en tercera dimensión, se puede establecer la viabilidad económica del proyecto, como también gestionar las ofertas y las contrataciones, a su vez se puede estimar hasta el retorno de inversión a futuro.

6D Sostenibilidad Energética: Muy relacionado con la ecoeficiencia y sostenibilidad ambiental, se puede determinar cuáles son los focos de contaminación y disminuir el impacto ambiental generado por los proyectos.

7D Seguimiento y mantenimiento: En esta dimensión se define las maneras de alargar la vida útil de todo proyecto, manteniendo la calidad y sostenibilidad más apegado a la inicial, repercutiendo directamente en el reingreso de inversión.

Diseño sismorresistente. El diseño sismorresistente está dado en el Reglamento Nacional de Edificaciones E.030. Contando la filosofía de garantizar que las edificaciones en caso de un sismo, se evite las pérdidas de vidas humanas, asegurar la continuidad de los servicios básicos y minimizar los daños a las estructuras. (Norma E-030, 2020, p.9)

Pre – dimensionamiento. Esta etapa se realiza el pre dimensionamiento de todos los elementos estructurales, como son las columnas, vigas, muros y losas, bajo los criterios mínimos de diseño, en este trabajo de investigación no se realizará este proceso ya que se realizará el diseño bajo un diseño arquitectónico ya planteado.

Zonificación. Cada zona se asigna cuenta con un facto Z según la tabla N°1. Donde la zona se identifica según mapa de zonificación (Anexo N°9). Siendo este la aceleración máxima horizontal en suelo rígido con una probabilidad del 10% de exceder en 50 años. (Norma E-030, 2020, p.13)

Tabla 1: Factores de zona “Z”.

FACTORES DE ZONA "Z"	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.12

Fuente: RNE E.030.

Perfiles de Suelo. Los perfiles de suelos que manejan para el diseño sísmico se dan por la velocidad de propagación de las ondas cortantes. Siendo estos S0: Roca Dura, S1: Roca o Suelos Muy Rígidos, S2: Suelos Intermedios, S3: Suelos Blandos y S4: Condiciones excepcionales. Se pueden determinar el tipo de suelo según la tabla N°2. (Norma E-030, 2020, p.15)

Tabla 2: Clasificación de los perfiles de suelo.

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO			
Perfil	Vs	σ_{v60}	\bar{s}_u
S ₀	> 1500 m/s	-	-
S ₁	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa
S ₂	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa
S ₃	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa
S ₄	Clasificación basada en el EMS		

Fuente: RNE E.030.

Parámetros de sitios. En esta etapa se determina el facto de suelo “S” dado por la relación entre la zonificación y el perfil de suelo según la Tabla N°3 a su vez se determina bajo el perfil de suelos los periodos Tp y TL dados la tabla N°4. (Norma E-030, 2020, p.16)

Tabla 3: Factor de suelo "S".

Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
SUELO / ZONA	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z ₄	0.80	1.00	1.05	1.10
Z ₃	0.80	1.00	1.15	1.20
Z ₂	0.80	1.00	1.20	1.40
Z ₁	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente: RNE E.030.

Tabla 4: Periodo "Tp" y "TL".

Tabla N° 4 PERÍODOS "T _P " Y "T _L "				
Perfil de suelo				
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (s)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (s)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente: RNE E.030.

Factor de Amplificación Sísmica (C) El factor de amplificación sísmica se da bajo tres fórmulas relacionadas por el periodo sísmico T. (Norma E-030, 2020, p.17).

Fórmulas para factor de amplificación sísmica (C).

$$\begin{aligned} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2,5 \times (T_P/T) \\ T > T_L & C = 2,5 \times ((T_P/T_L) / T^2) \end{aligned}$$

Fuente: RNE E.030.

Categoría de la edificación. (Anexo N°10 y N°11) Cada tipo de edificación se clasifica en 4 tipos de categoría según su uso, de igual manera cada tipo se le brinda un factor de uso "U" según la tabla N°5. (Norma E-030, 2020, p.18).

Tabla 5: Factor de uso “U”.

CATEGORIA	FACTOR U
A1: Edificaciones Esenciales	Ver nota 1
A2: Edificaciones Esenciales	1.5
B: Edificaciones Importantes	1.3
C: Edificaciones Comunes	1
D: Edificaciones Temporales	Ver nota 2

Fuente: RNE E.030.

Coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas R_0 . Este factor está dado por el tipo de sistema estructural de diseño (Anexo N°12). (Norma E-030, 2020, p.21).

Factores de irregularidades (I_a , I_p). Estos factores se dan como un medio de seguridad para aumentar las fuerzas sísmicas en caso si las estructuras presenten una serie de irregularidades tanto en planta como en altura, las irregularidades están especificadas en las tablas del Anexo 13 y 14 y siempre se toma el valor más bajo obtenido para el diseño sísmico en ambas direcciones. (Norma E-030, 2020, pp 21-23).

Factor de reducción de las fuerzas sísmicas (R). Se da por la multiplicación del factor $R_0 \times I_a \times I_p = R$. (Norma E-030, 2020, p.24).

Cargas. El RNE E.020 (2020) nos brindan información de las cargas vivas a considerar para cada tipo de edificación y según su uso, en sus anexos se encuentran la densidad de los materiales más usados en la industria de la construcción las cuales se usarán de guía para determinar las cargas muertas.

Carga viva. Según el RNE E.020 (2020) lo define como cualquier elemento, mueble, material y ocupantes que se mantienen en movimiento constante soportados por la edificación.

Carga muerta. Según el RNE E.020 (2020) corresponde al peso propio de la estructura, de cualquier mueble, material, tabiquería y otros elementos que resultan ser cargas permanentes para la estructura, se considera los parapetos, losas, albañilería y todo tipo de elemento no estructural permanente.

Masa de la edificación (P). Según el RNE E.030 (2020) es la estimación de la suma de la carga permanente, el 100% de la carga muerta o sobrecarga y un

porcentaje de la carga viva según la categoría de la edificación, para la categoría A2 se utiliza el 50% de la carga viva.

Análisis Estático. Este análisis se da por un conjunto de fuerzas actuando sobre el centro de masas de cada nivel de la edificación.

Fuerza cortante basal estático. Es la fuerza total que se aplica en la base de un edificio dependiendo de la dirección que se dé y se determina bajo la siguiente formula $V = \frac{ZUCS}{R} x P$. (Norma E-030, 2020, p.26).

Distribución de la fuerza sísmica en altura, o también conocido como cortante entrepiso se determina mediante las formulas $F_i = \alpha_i * V$, $\alpha_i = \frac{P_i(h_i)^k}{\sum_{j=1}^n P_j(h_j)^k}$.

Excentricidad accidental. Para las estructuras diafragmas rígidos, se supondrá que la fuerza en cada nivel (F_i) actúe en su centro de masa de cada nivel y la excentricidad propia del edificio se considera dentro de ella.

Análisis dinámico. Es el análisis de las fuerzas, desplazamientos, velocidad y aceleración que aparecen en una estructuras o mecanismo como resultando del movimiento sísmico aplicando una aceleración espectral.

Modos de vibración. Determinan la masa participante en una edificación en cada nivel, se requiere realizar mínimo 3 modos por cada nivel y la masa efectiva deberá ser no menos del 90% de la masa total.

Aceleración espectral. Se utiliza en un espectro inelástico de pseudoaceleración definido por:

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

Excentricidad accidental. Se utiliza la misma lógica utilizada para el análisis estático, pero se utiliza los cortantes dinámicos.

Desplazamientos laterales Relativos admisibles. Es el desplazamiento que tiene una edificación cuando se encuentra en una etapa elástica ya que se multiplica el desplazamiento producido por el análisis dinámico multiplicado por el 0.75R en caso de estructuras regulares y 0.85R para estructuras irregulares.

Este valor no puede ser mayor según al material predominante en la edificación.

Tabla 6: Límites para la distorsión del entrepiso.

Material Predominante	Variación i/h_{ei}
Concreto Armado	0.007
Acero	0.010
Albañilería	0.005
Madera	0.010
Edificios de concreto armado con muros de ductibilidad limitada	0.005

Fuente: RNE E.030.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Según Sánchez et al. (2018), define a la investigación aplicada como el tipo de investigación que utiliza conocimientos ya existentes de investigaciones básicas para poder así encontrar soluciones a problemas inmediatos.

El tipo de investigación es aplicada ya que se aplicará conocimientos existentes para el análisis sismorresistente en la edificación.

Hernández et al. (2014) “un enfoque cuantitativo resulta ser secuencial y probatorio. Las variables llegan a medir de manera estadística, numérica, para obtener las conclusiones necesarias” (p.4).

El enfoque de la investigación es de tipo cuantitativo debido al desarrollo del análisis sísmico la cual se lleva a cabo con recopilación de datos de laboratorio las cuales serán analizadas por el software robot.

Según Hernández et al. (2014), define un diseño no experimental como una investigación que no manipula libremente alguna variable para determinar su efecto en otra variable, en otras palabras, la variante independiente no de modifica.

Esta investigación es de diseño no experimental, puesto a que no se realizó el manejo deliberado de las variables consideradas en el desarrollo, no se realizó alguna modificación a la variable.



Dónde:

Mi: Diseño Sismorresistente

Xi: Edificio

Oi: Resultado

3.2. Variable y operacionalización

Variable independiente: Diseño Sismorresistente

Según Crisafulli (2018), define el diseño sismorresistente como la disponibilidad de solucionar adecuadamente los riesgos sísmicos reduciéndolos, mediante el uso de distintos materiales estructurales, sistemas constructivos, dispositivos innovadores para el control de las vibraciones, criterios y nuevas metodologías para un análisis de confianza.

Variable dependiente: Metodología BIM.

El Instituto Americano de Arquitectos (AIA Trust, 2015) define BIM de la siguiente manera: "BIM utiliza tecnología digital de vanguardia para establecer una representación computable de todas las características físicas y funcionales de una obra y su información relacionada con el proyecto/ciclo de vida, y está destinado a ser un repositorio información para que el propietario/operador de la obra la utilice y mantenga a lo largo del proyecto".

Vera C. (2018) Nos dice que los modelos BIM deben contener representaciones a tiempo real de las diferentes disciplinas que se utilizan. Los modelados deben contener geometría, vistazos en tridimensionales, estimaciones de costos, planificación y división de tiempo de ejecución de trabajos, inventario de materiales y control en el mantenimiento de los proyectos.

Se considera el modelamiento 3D revit structural, análisis sismorresistente software Robot, softwares complementarios SAFE y NAVISWORKS, Gestión de cambios, Flujo de trabajo, interacción de softwares BIM, detección de interferencias y Propuestas de solución.

3.3. Población, muestra y muestreo

A. Población:

Hernández et al. (2014) "la población es definida como el conjunto de todos los casos que concuerden con especificaciones brindadas" (p.174). En este caso se toman todos los locales educativos estatales del distrito de San Juan de Lurigancho.

- Criterio de inclusión: Toda institución educativa estatal, primaria y secundaria del distrito de San Juan de Lurigancho.
- Criterio de exclusión: Toda institución educativa privada, primaria y secundaria del distrito de San Juan de Lurigancho.

B. Muestra:

Hernández et al. (2014) “la muestra es una representación de la población del cual se recolectará información para el análisis” (p.173). Se tomó de muestra el pabellón del nivel secundaria del instituto educativo 1182 El Bosque en el distrito de San Juan de Lurigancho.

C. Muestreo:

Hernández et al. (2014) “el muestreo no probabilístico no pretende que los casos sean estadísticamente representativos” (p.171). Se utiliza el muestreo por conveniencia al ser una técnica no probabilístico y no aleatorio, se puede tomar una muestra con una mayor facilidad de acceso.

D. Unidad de análisis.

Como unidad de medición se consideró la edificación.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Hernández et al. (2014) “Recolectar los datos implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos conduzcan a reunir datos con un propósito específico” (p.198). La técnica de recolección de datos se dará bajo el cálculo y la observación de los comportamientos sísmicos.

Se empleará como manera de recolección de datos hojas de observación, y estudios realizados en campo.

3.5. Procedimientos

Se realizó el reconocimiento del lugar donde se encuentra el colegio “El Bosque”, se realizó un estudio de mecánica de suelos, para obtener el tipo de suelos y poder clasificarlo. Los ensayos a realizar fueron el de granulometría, contenido de humedad, densidad de campo y ensayo de corte directo. De tal manera se realizó mediante calculo, la capacidad portante del suelo.

Contando con los planos arquitectónicos de la edificación se procedió a realizar el modelado en 3D en el Software Revit, a la par se comenzó a realizar la creación de entregables para medir los avances. Posteriormente se exportó un modelo analítico creado en Revit al software de análisis estructural Robot.

Antes de ello se realizó un cálculo de Cargas vivas y sobrecarga para la edificación, a la vez se llenó la hoja de observación, para determinar los parámetros sísmicos e introducir la información al software de análisis estructural.

Se realizó un modelamiento de la edificación también en el software ETABS para su posterior comparación del diseño realizado de la manera tradicional vs la metodología BIM, se determinaron en ambos softwares el análisis estático y dinámico, también los desplazamientos máximos, derivas y el porcentaje de masas participantes.

A continuación, con los datos obtenidos en el software Robot se realizó unas propuestas de diseño de columnas, vigas, muros, losas y cimientos. Se realizó el cambio en los planos según la nuevo propuesto y se determinó el nuevo presupuesto para su comparación.

3.6. Método de análisis de datos

Se realizó la comparación con cuadros estadísticos de comparación, para determinar los diferentes comportamientos de la misma estructura en dos diferentes softwares con diferentes metodologías.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se realizó de manera transparente se verificó que los resultados son veraces y de confianza. Siendo estos resultados únicamente con fines académicos y como una guía para futuras investigaciones. Demostrando en todo momento los procedimientos y resultados obtenidos por la aplicación de la metodología BIM en el diseño sismorresistente.

Remarcar el código ético de los Ingenieros de estar al servicio de la sociedad. Por consiguiente, tenemos la obligación contribuir por el bienestar humano, priorizando la seguridad y adecuada utilización de los recursos para nuestro desempeño profesional.

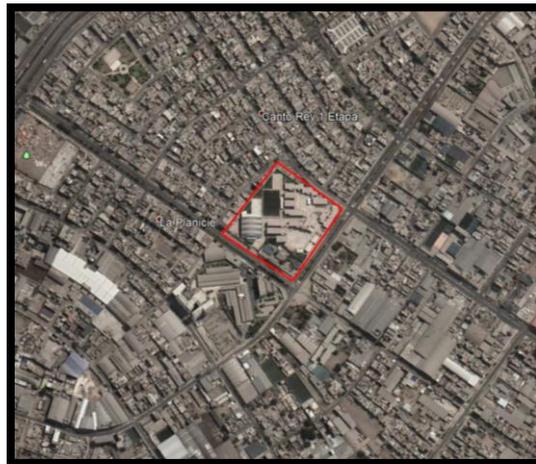
IV. RESULTADOS

Ubicación.

La institución educativa se encuentra en la Av. Los Ciruelos N° 898 Distrito de San Juan de Lurigancho, provincia de Lima, departamento de Lima.

En su interior comprende edificaciones de uno, dos y tres pisos. En la zona urbana donde se contempla cuenta con redes de agua potable, alcantarillado, energía eléctrica y alumbrado público.

Figura N°2: Imagen satelital de ubicación.



Fuente: Google-Earth.

Pabellón I

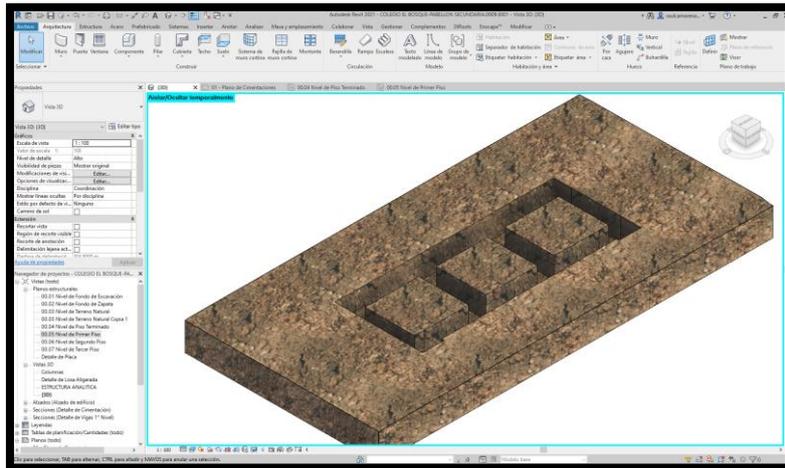
El pabellón a estudio es el "I", perteneciendo a la parte de las aulas de secundaria, con un Área de 268.45m², de medidas de 11.35x23.65. Siendo de 3 niveles con una altura total de 10.25m, cuenta con 9 aulas y 3 corredores.

Para la elaboración del diseño sísmico y estructural del pabellón I del I.E. El Bosque, se utilizó todos los procedimientos dados para la metodología BIM, utilizando los softwares que se especializan en esta metodología.

Modelamiento 3D en Revit-2021.

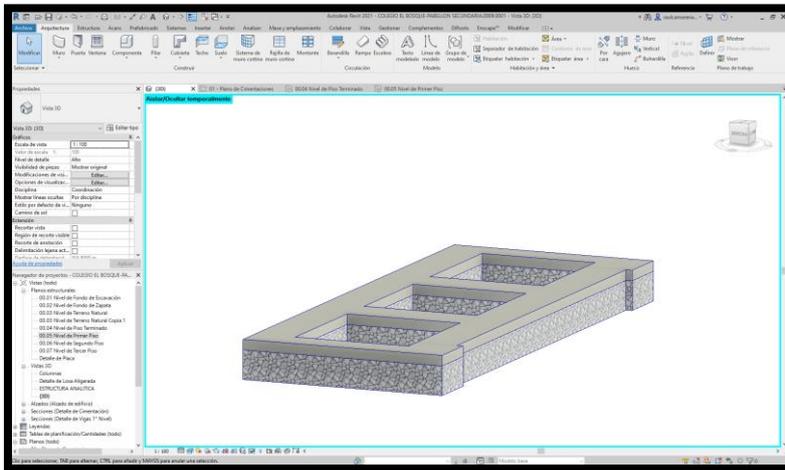
Para el modelamiento de la edificación educativa de tres niveles se utilizó el software Revit-2021 todo orientado al diseño estructural siguiendo los lineamientos BIM. Esto quiere decir que se realizó modelamiento de un diseño 2D de un plano en AutoCAD al modelo 3D, para posteriormente realizar la interoperabilidad entre software de diseño como es Revit con el software de cálculos que es Robot.

Figura N°3: Diseño zapatas en 3D.



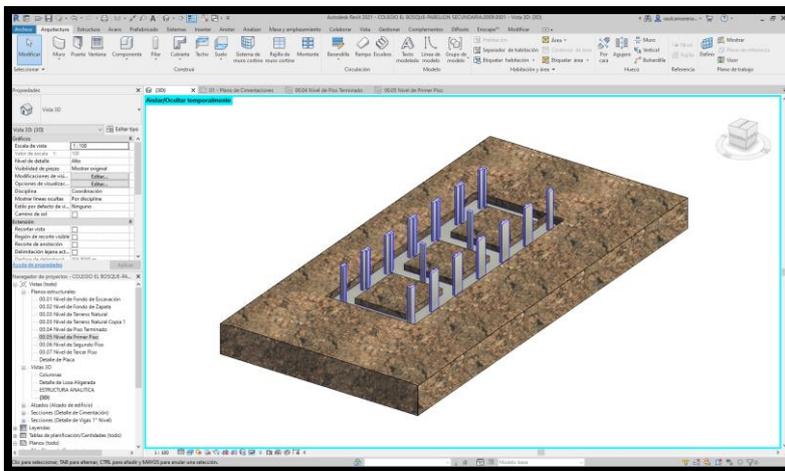
Fuente: Propia.

Figura N°4: Diseño cimientos en 3D.



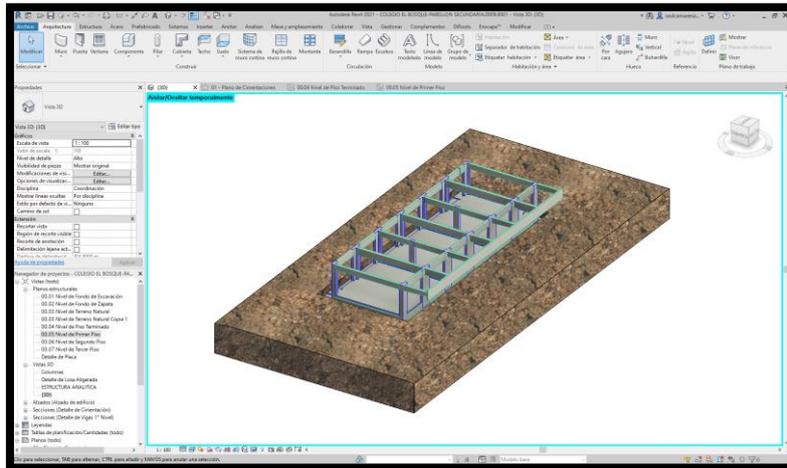
Fuente: Propia.

Figura N°5: Diseño columnas en 3D.



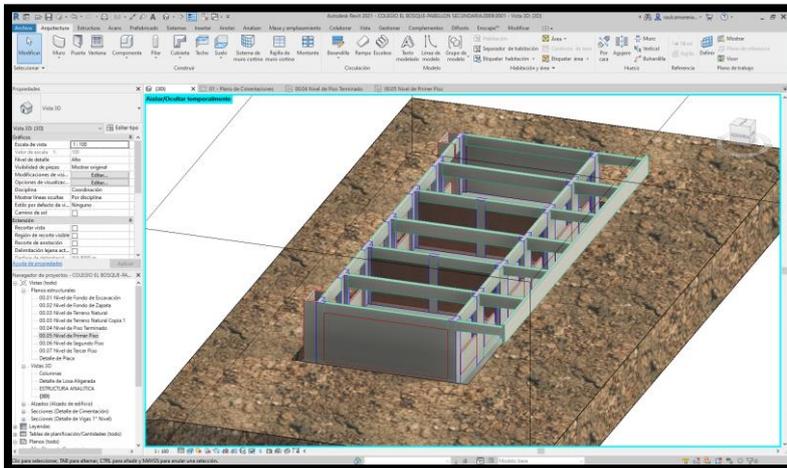
Fuente: Propia.

Figura N°6: Diseño vigas y falso piso 3D.



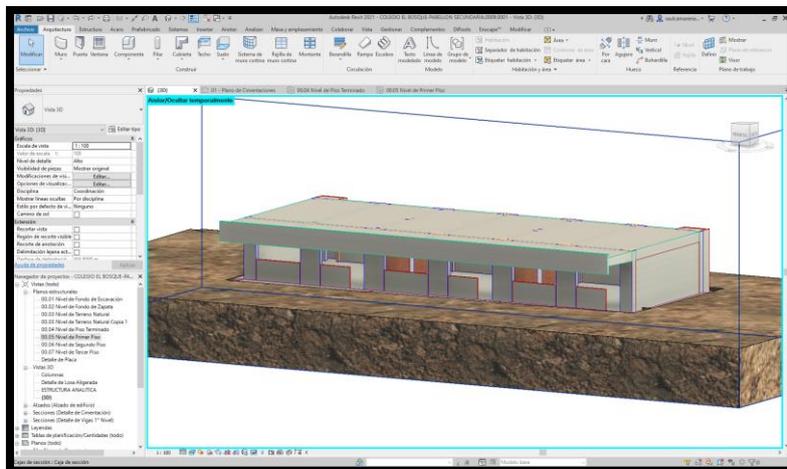
Fuente: Propia.

Figura N°7: Diseño Placas y Muros 3D.



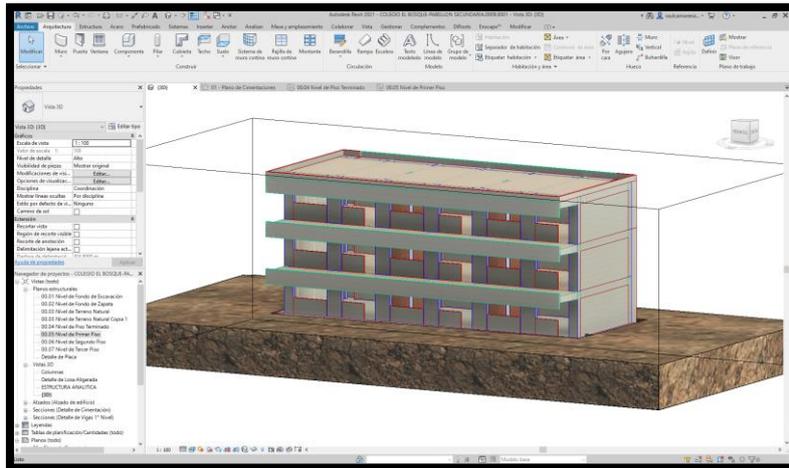
Fuente: Propia.

Figura N°8: Diseño losa aligerada 3D.



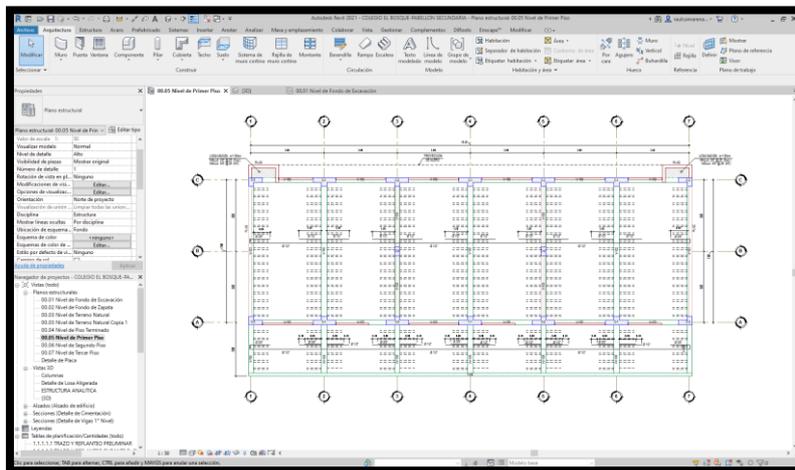
Fuente: Propia.

Figura N°9: Levantamiento Pabellón I 3D.



Fuente: Propia.

Figura N°10: Plano de aligerados 1 nivel-Revit.



Fuente: Propia.

A la par que se realizó el levantamiento en 3D se empezó a hacer el metrado de las partidas que se pudieron metrar como son las de concreto armado, para poder más adelante realizar su comparación entre cantidades y costos dados por la metodología BIM y el método tradicional.

Figura N°11: Metrado de excavación.

<1.2.1.1.1 EXCAV. ZANJAS Y ZAPATA Rt<1.50 kg/cm2 h=1.50m>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	P.U.	PRECIO TOTAL
Sector 1									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje 1-1/A-C	m3	5.65	1.45	2.50	20.48	55.00	1126.47
Sector 3									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje 3-3/A-C	m3	5.65	2.00	2.50	28.25	55.00	1553.75
Sector 5									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje 5-5/A-C	m3	5.65	2.00	2.50	28.25	55.00	1553.75
Sector 7									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje 7-7/a-c	m3	5.65	1.45	2.50	20.48	55.00	1126.47
Sector A									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje A-A/1-7	m3	2.00	24.90	2.50	124.50	55.00	6847.50
Sector C									
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje C-C/1-1	m3	2.30	2.50	2.50	14.38	55.00	790.63
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje C-C/2-6	m3	2.00	19.90	2.50	99.50	55.00	5472.50
1.2.1.1.1	Excav. Z1	Eje 7-7/a-c	m3	2.30	2.50	2.50	14.38	55.00	790.63
							350.21	19261.69	

Fuente: Propia.

Figura N°12: Metrado de Zapata

<1.2.3.1.1 ZAPATAS - CONCRETO 210 f _c =210 kg/cm2>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	LARGO	ANCHO	ALTURA	PARCIAL	P.U.	PRECIO TOTAL
SECTOR 1									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE 1-1/A-C	m3	5.65	1.45	0.50	4.10	311.51	1276.02
SECTOR 3									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE 3-3/A-C	m3	5.65	2.00	0.50	5.65	311.51	1760.03
SECTOR 5									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE 5-5/A-C	m3	5.65	2.00	0.50	5.65	311.51	1760.03
SECTOR 7									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE 7-7/A-C	m3	5.65	1.45	0.50	4.10	311.51	1276.02
SECTOR A									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE A-A/1-7	m3	2.00	24.90	0.50	24.90	311.51	7756.60
SECTOR C									
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE C-C/1-1	m3	2.30	2.50	0.50	2.88	311.51	895.59
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE C-C/7-7	m3	2.30	2.50	0.50	2.88	311.51	895.59
1.2.3.1.1	ZC-01	EJE C-C/1-7	m3	2.00	19.90	0.50	19.90	311.51	6199.05
							21818.94		

Fuente: Propia.

Figura N°13: Metrado de columnas.

<1.2.3.4.4 COLUMNA-CONCRETO F _c =210 kg/cm2 C/ADIT/PLASTIFICANTE-CARAVIS>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UNIDAD	AREA IRREGULAR	ALTURA	PARCIAL	Volumen	P.U.	PRECIO TOTAL
PISO 01									
SECTOR A									
1.2.3.4.4	C-3	EJE A-A/1-1	m3	0.23	4.05	0.94	0.94	491.20	460.04
1.2.3.4.4	C-3	EJE A-A/7-7	m3	0.23	4.05	0.94	0.94	491.20	460.04
1.2.3.4.4	C-1	EJE A-A/2-2	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-1	EJE A-A/4-4	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-1	EJE A-A/6-6	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-2	EJE A-A/3-3	m3	0.35	4.05	1.43	1.43	491.20	704.23
1.2.3.4.4	C-2	EJE A-A/5-5	m3	0.35	4.05	1.43	1.43	491.20	704.23
SECTOR C									
1.2.3.4.4	C-3	EJE C-C/1-1	m3	0.23	4.05	0.94	0.94	491.20	460.04
1.2.3.4.4	C-3	EJE C-C/7-7	m3	0.23	4.05	0.94	0.94	491.20	460.04
1.2.3.4.4	C-1	EJE C-C/2-2	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-1	EJE C-C/4-4	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-1	EJE C-C/6-6	m3	0.36	4.05	1.46	1.46	491.20	716.17
1.2.3.4.4	C-2	EJE C-C/3-3	m3	0.35	4.05	1.43	1.43	491.20	704.23
1.2.3.4.4	C-2	EJE C-C/5-5	m3	0.35	4.05	1.43	1.43	491.20	704.23
PISO 02									
SECTOR A									
1.2.3.4.5	C-3	EJE A-A/1-1	m3	0.23	3.40	0.79	0.79	523.00	411.21
1.2.3.4.5	C-3	EJE A-A/7-7	m3	0.23	3.40	0.79	0.79	523.00	411.21
1.2.3.4.5	C-1	EJE A-A/2-2	m3	0.36	3.40	1.22	1.22	523.00	640.15

Fuente: Propia.

La inspección para poder verificar que todos los elementos se encuentran en su lugar y poder facilitar el diseño, se utilizó el software de complemento para Revit, Enscape para recorridos en 3D y verificaciones BIM. Con este software se revisó los elementos y corrigió errores de diseño.

Figura N°14: Inspección de modelamiento en Enscape.



Fuente: Propia.

Figura N°15: Revisión de columna con Enscape.



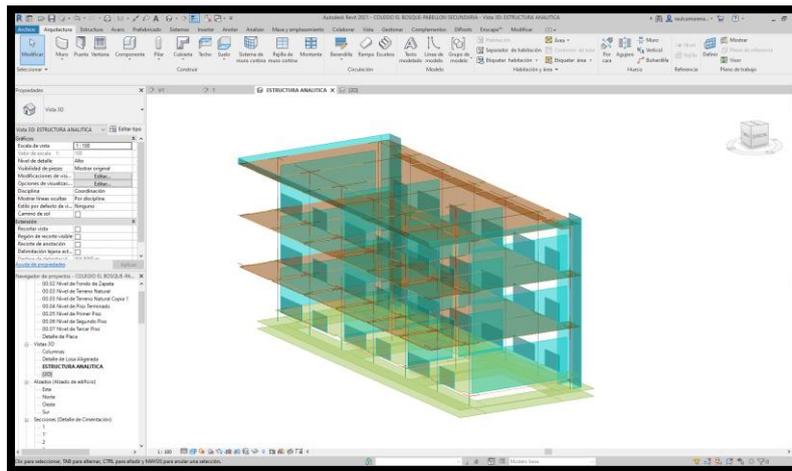
Fuente: Propia.

Modelamiento analítico ROBOT y ETABS

Robot

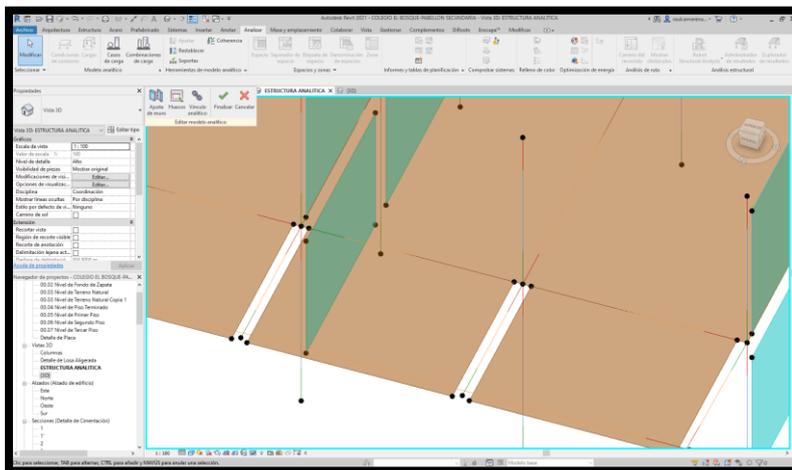
En el diseño sísmico estructural el software Revit nos permitió con el diseño en 3D realizar el diseño analítico de la edificación en el mismo software y colocar las cargas y apoyos parara su posterior exportación al software Robot y poder realizar ahí el análisis sísmico y estructural.

Figura N°16: Visualización del modelo analítico en Revit.



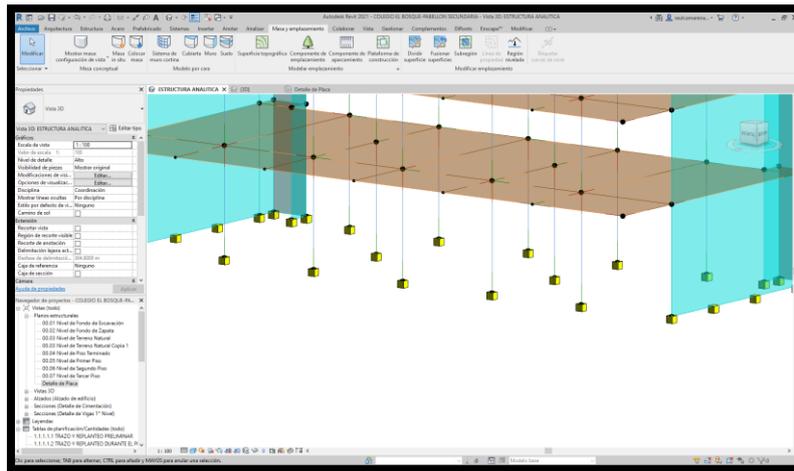
Fuente: Propia.

Figura N°17: Ajuste de nudos.



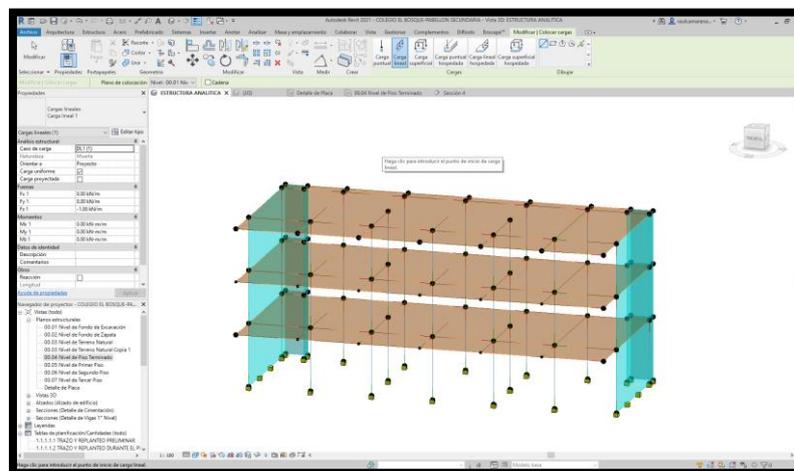
Fuente: Propia.

Figura N°18: Colocación de apoyos Revit.



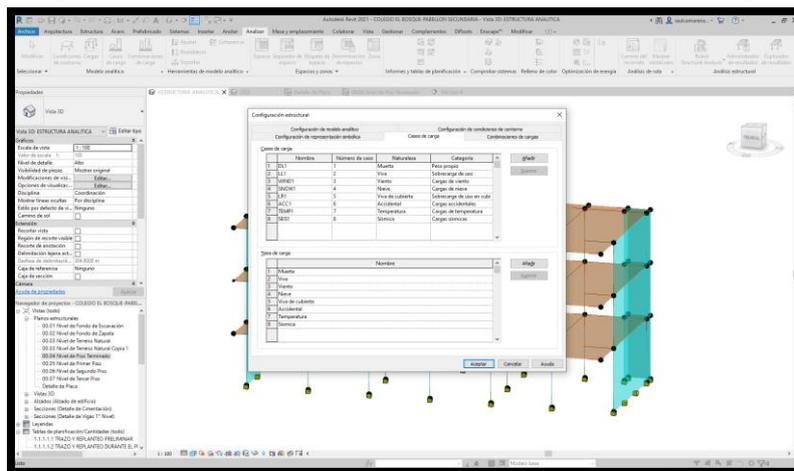
Fuente: Propia.

Figura N°19: Modelo analítico final.



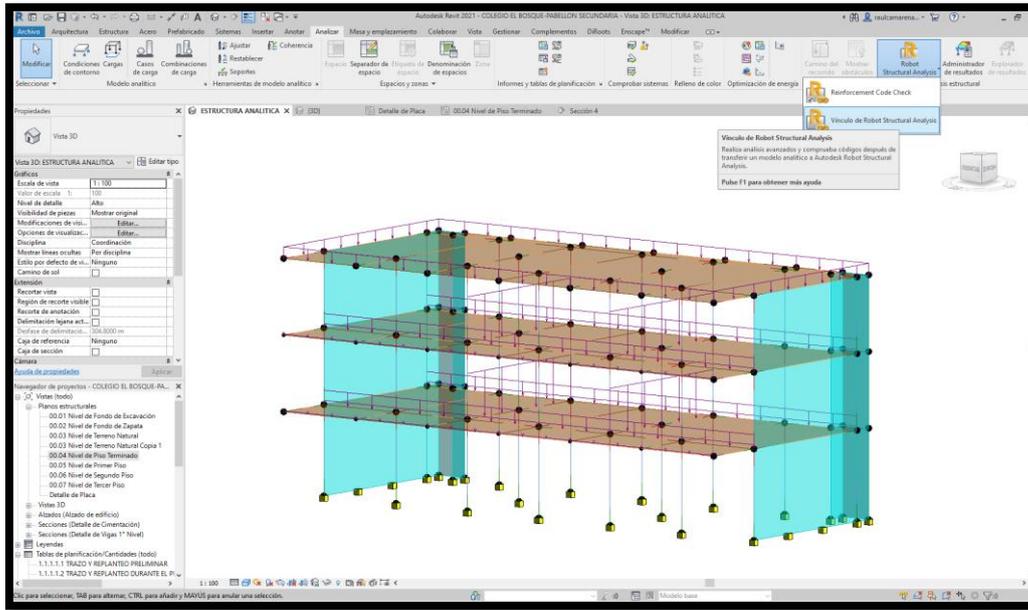
Fuente: Propia.

Figura N°20: Creación de cargas vivas y sobrecargas.



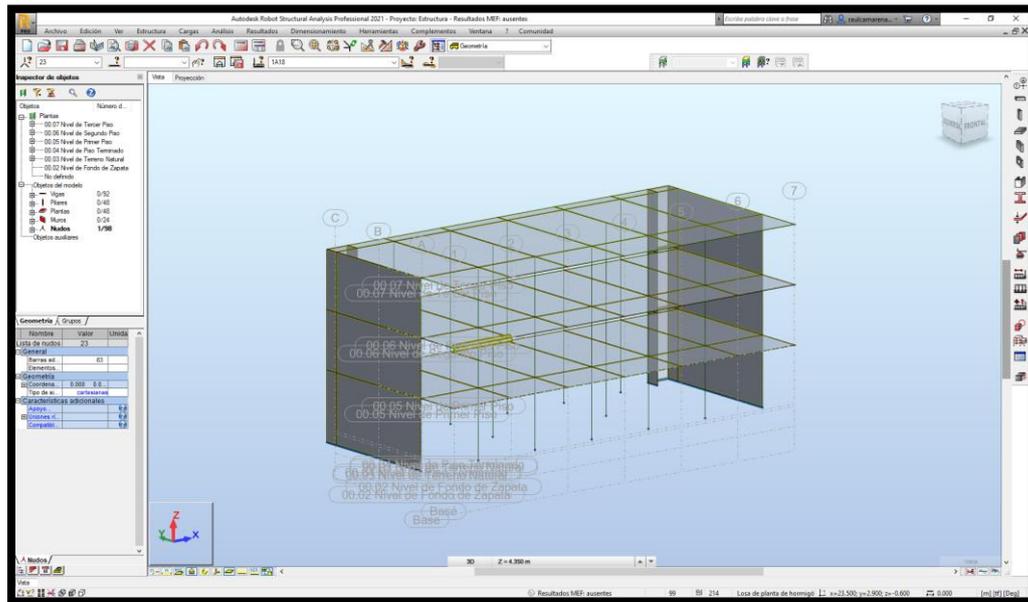
Fuente: Propia.

Figura N°21: Distribución de cargas.



Fuente: Propia.

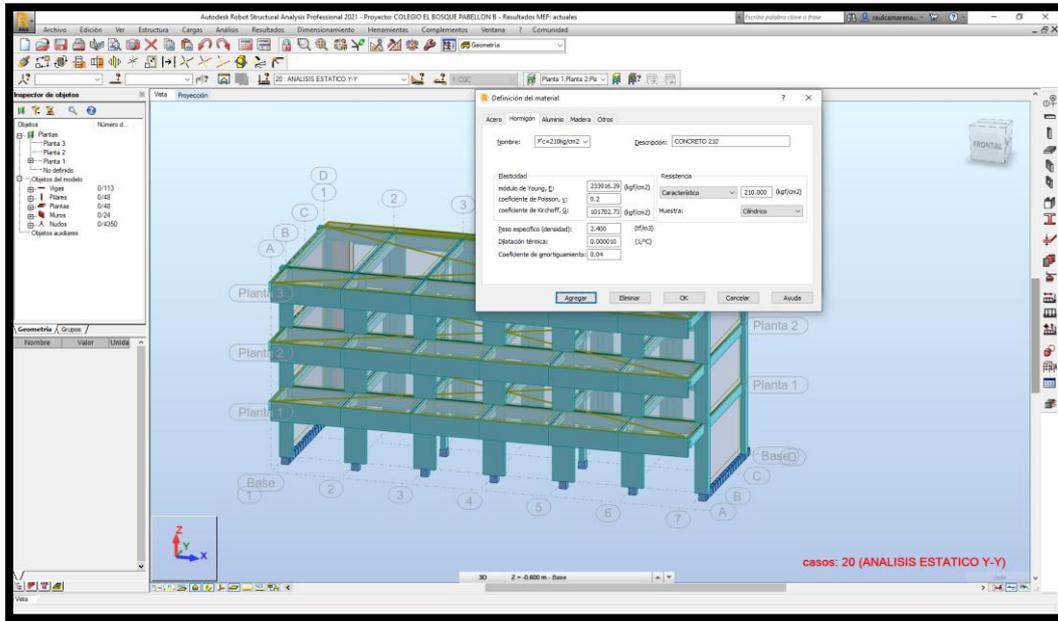
Figura N°22: Exportación de modelo de Revit a Robot.



Fuente: Propia.

Contando con todos los datos previos y después de exportar se realizó los ajustes correspondientes en el software robot, introducción de las unidades a utilizar y los datos del material de concreto 210kg/cm².

Figura N°23: Ajustes en Robot.

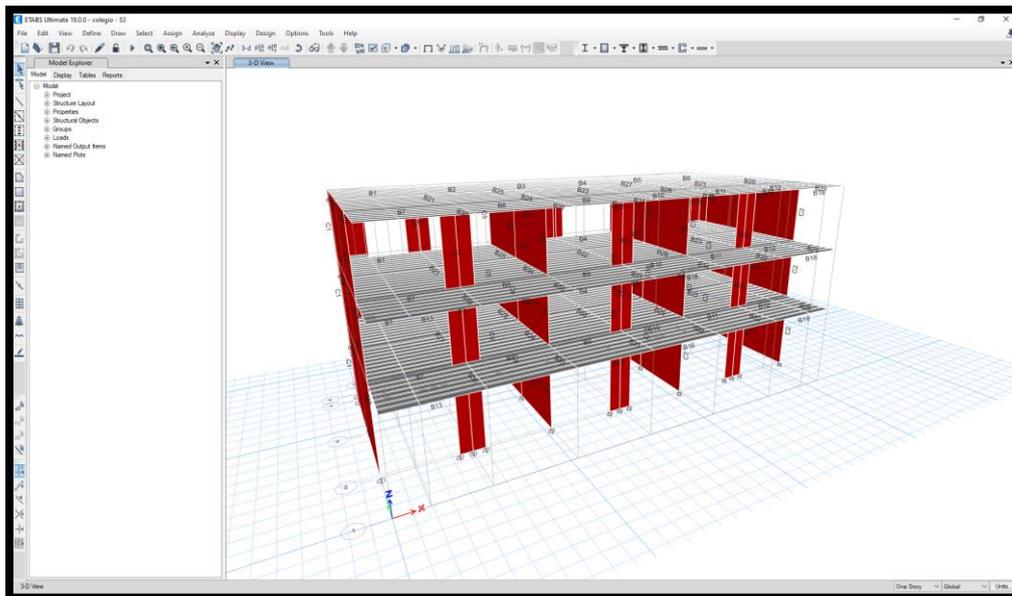


Fuente: Propia.

Modelamiento en ETABS

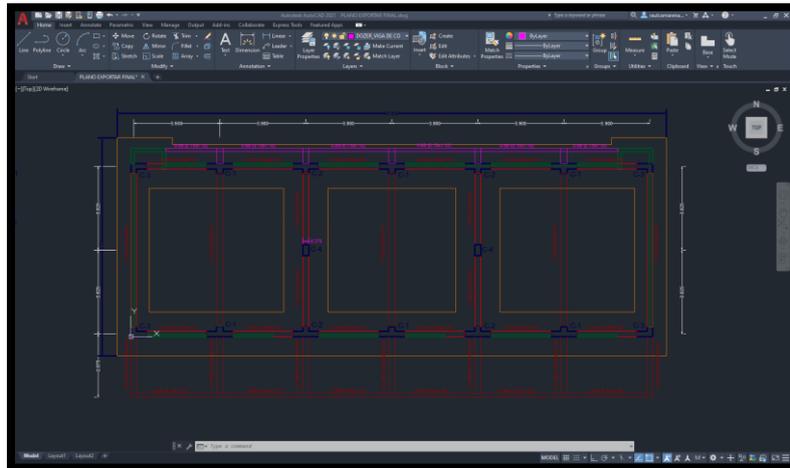
A la par para poder realizar una comparación de la metodología BIM con respecto a la metodología tradicional utilizado en el país se realizó el modelamiento y análisis en el software más comercial en el Perú que es el ETABS.

Figura N°24: Modelo analítico en ETABS-19.



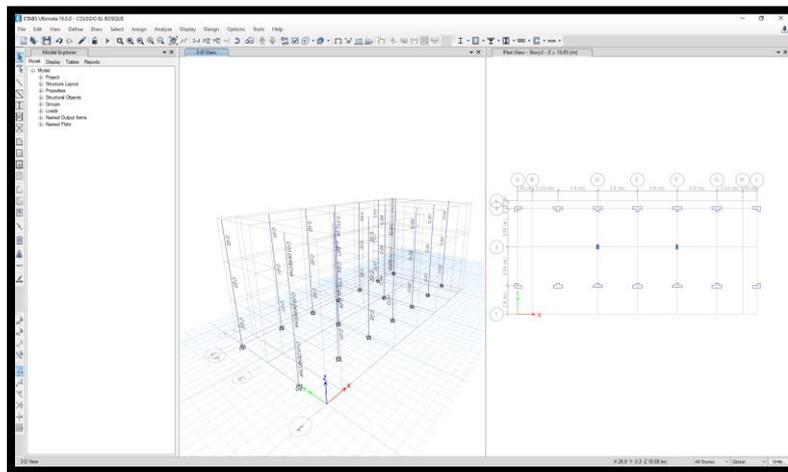
Fuente: Propia.

Figura N° 24: Plano AutoCAD a exportar.



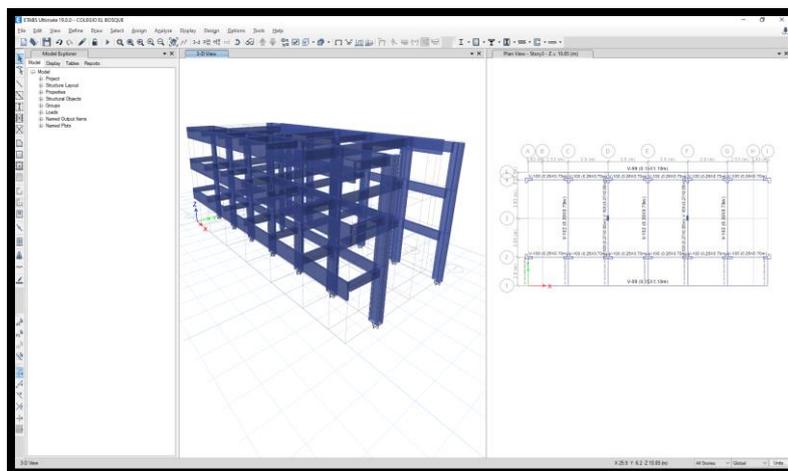
Fuente: Propia.

Figura N°25: Diseño de columnas ETABS.



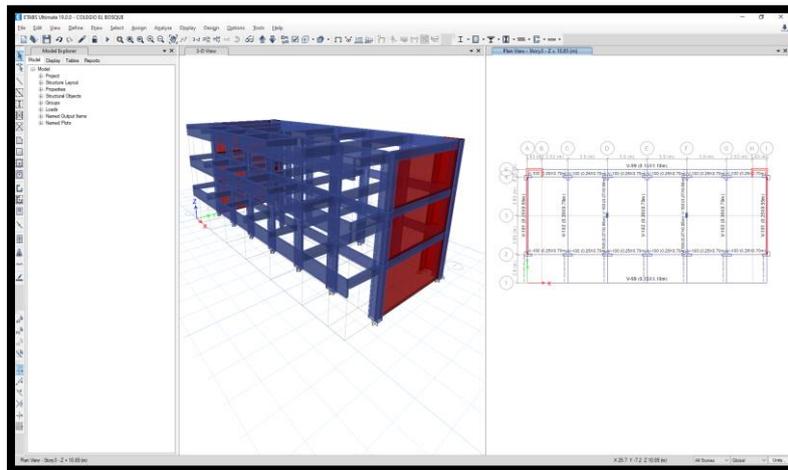
Fuente: Propia.

Figura N°26: Diseño de vigas ETABS.



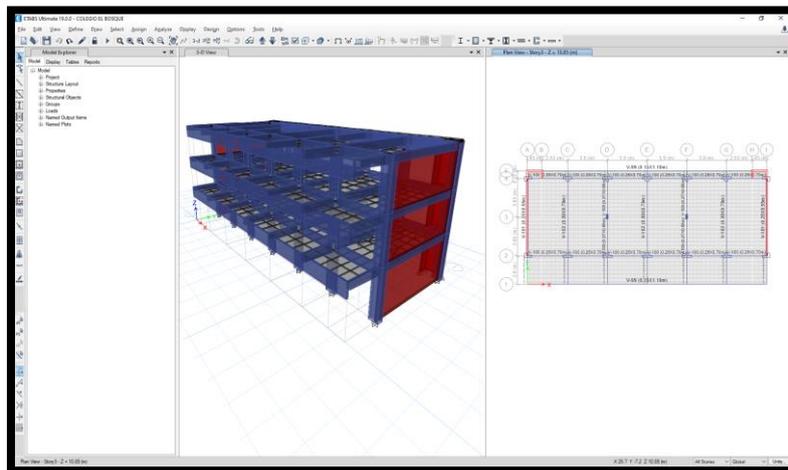
Fuente: Propia.

Figura N°27: Diseño de Muros ETABS.



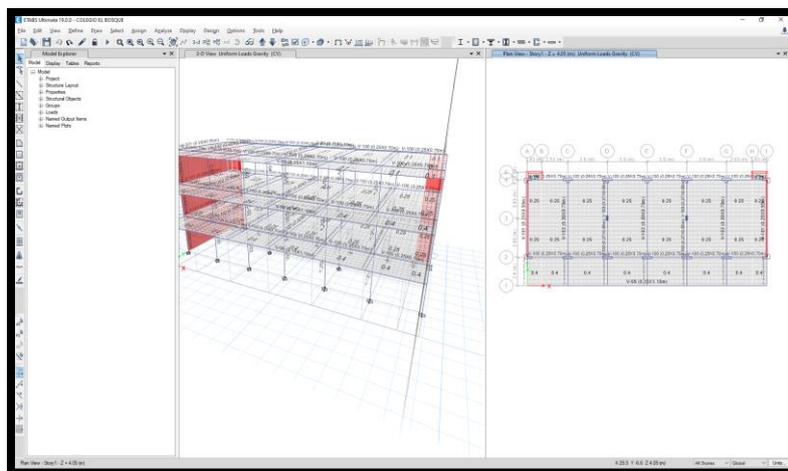
Fuente: Propia.

Figura N°28: Diseño de Losas ETABS.



Fuente: Propia.

Figura N°29: Colocación de cargas modelo ETABS.



Fuente: Propia.

Parámetros sísmicos.

Para el análisis sísmico se realizó según lo indicado en la RNE E.030. Para el Factor de zona (Z) se consideró 0,45 ya que la edificación se encuentra en el distrito de San Juan de Lurigancho, Lima; por ende, se considera que pertenece a la zona 4.

Según los estudios de mecánica de suelos realizados (Anexo N°5), el lugar de construcción es de un suelo de arena mal graduada (SP) con N60 igual a 14.90%, determinando así por reglamento que el perfil de suelo es de tipo S3: Suelos blandos.

Con el perfil de suelo y la zonificación determinamos que el Factor de suelo (S) es igual a 1.10, y a su vez se conoce que para el perfil S3 los periodos "Tp" y "TL" son de 1,0 y 1,6 correspondientemente.

Determinamos el Periodo fundamental de vibración (T) con la formula h_n/C_t tanto para la dirección X-X y Y-Y, siendo la altura de la edificación de 10.85m. Se consideró un $C_t=60$ para ambas direcciones, ya que para edificaciones del rubro educativo solo se puede construir con sistemas Duales y de muros estructurales, teniendo así un $T_x=0.18$ y $T_y=0.18$.

Para el Factor de amplificación sísmica (C), se consideró de 2,5 ya que según RNE E.030, cuando el periodo T es menor a periodo Tp se considera igual a ese valor ya mencionado.

Figura N°30: Formulas factor de amplificación sísmica (C).

$$\begin{array}{ll} T < T_P & C = 2,5 \\ T_P < T < T_L & C = 2,5 \times (T_P/T) \\ T > T_L & C = 2,5 \times ((T_P/T_L) / T^2) \end{array}$$

Fuente: RNE E.030.

Para edificaciones de uso educativo se le considera edificaciones esenciales A2, teniendo un factor de uso $U=1.50$. En el caso del coeficiente de reducción de las Fuerzas sísmicas (R) se consideró para $R_x=7$ pensando que su la distribución de fuerzas será dual y para $R_y=6$ pensando que la distribución de la fuerza mayor 80% estará soportada por los Muros estructurales.

En el caso de Irregularidades en planta (Ip) e irregularidades en altura (Ia) se consideró ambas 1 ya que para edificaciones esenciales no se le permite irregularidades en su diseño, y se puede observar que la edificación es simétrica.

Para el cálculo del corte basal se utilizó la formula dada por el RNE.030 (Anexo xx), pero no se considerará el Peso en la fórmula para poder realizar la introducción del coeficiente en los softwares de cálculo.

Tabla N° 7: Recopilación de parámetros sísmicos obtenidos.

DESCRIPCION	FACTOR	DATOS
Zona 4	Z=	0.45
SUELO BLANDO S3	S=	1.1
EDIFICAICON ESCENSIAL A2	U=	1.5
	Tp=	1
	TL=	1.6
	C=	2.5
SISTEMA DUAL	Rx=	7
SISTEMA DE MURO ESTRUCTURAL	Ry=	6
PERIODO EJE X	Tx=	0.18
PERIODO EJE Y	Ty=	0.18
COEFICIENTE DE CORTE BASAL	Cbxx=	0.2652
COEFICIENTE DE CORTE BASAL	Cbyy=	0.3094

Fuente: Propia.

Análisis estático

a) Metrado de cargas.

Se realizó el metrado de cargas siguiendo los lineamientos dados por el RNE E.020, se determinó las cargas muertas y cargas vivas para edificaciones con fin educativa.

Tabla 8°: Metrado de cargas.

METRADO DE CARGA - RNE E.020			
SOBRE - CARGA MUERTA			
	LADRILO 30X30X15	65 Kg/m ²	
LOSAS ALIGERADA	PESO	7.8	165kgf/m²
	CANT/M ²	8.33	
	ACABADO	100 Kg/m ²	
LOSA MACIZA	ACABADO		100kgf/m²
	ALBAÑILERIA	500.175 Kg/m	
MUROS	ALTURA	2.85	692.175Kgf/ml
	ESPESOR	0.13	
	DENSIDAD	1350	
	TARRAJEO	192 kg/m	
	ALTURA	3.2	
	ESPESOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
	CONCRETO 175KG/CM ²	312.5 kg/m	
MURO ALFEIZER concreto armado 175	ALTURA	1.25	216kgf/ml
	ESPESOR	0.1	
	DENSIDAD	2500	
	TARRAJEO	60 kg/m	
	ALTURA	1	
	ESPESOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
BARANDA METALICA			14kgf/ml
	CONCRETO 175KG/CM ²	150 kg/m	
MURO TECHO	ALTURA	0.4	174/ml
	ESPESOR	0.15	
	DENSIDAD	2500	
	TARRAJEO	24 kg/m	
	ALTURA	0.4	
	ESPESOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
VIDRIO			64 Kgf/ml
CARGA VIVA			
PARA COLEGIOS	TECHOS INCLINACION < 3°	100 KGf/M ²	
	AULAS	250 KGf/M ²	
	CORREDORES Y ESC.	400 KGf/M ²	

Fuente: Propia.

b) Objetivo N°01

Bajo la metodología BIM utilizando el software Robot nos dio una estimación de peso de 816.29tn, en cambio de la manera tradicional utilizando el software ETABS se obtuvo 850.58tn, teniendo con ROBOT un 4.20% menos de variabilidad.

Tabla N° 9: Diferencias de masas entre softwares.

PISO	MASA DEL EDIFICIO (kg)		% DE VARIACION	
	ROBOT (BIM)	ETABS	ROBOT (BIM)	ETABS
PLANTA 3	253755.16	260050.00	-2.48%	2.42%
PLANTA 2	281132.25	289650.00	-3.03%	2.94%
PLANTA 1	281406.11	300880.00	-6.92%	6.47%
TOTAL	816293.52	850580.00	-4.20%	4.03%

Fuente: Propia.

Se obtiene como cortante basal estático en eje X-X de 216.48tf para el software Robot y 213.01tf para ETABS con una variabilidad de 1.60% y para el eje Y-Y de 252.56tf para Robot y 249.45 para ETABS con una variabilidad del 1.23%. En el caso de las cortantes basales dinámicas la variabilidad con los softwares sigue siendo las mismas que del estático ya que estos están escalados al 80% del estático.

Tabla N°10: Comparación de resultados de análisis estático y dinámico.

	PISO	CORTE ENTRE-PISO (tf)		% DE VARIACIÓN		
		ROBOT (BIM)	ETABS	ROBOT (BIM)	ETABS	
ESTATICO	X-X	3	62.468	61.300	1.87%	-1.91%
		2	137.024	133.844	2.32%	-2.38%
		1	216.481	213.017	1.60%	-1.63%
	Y-Y	3	72.879	71.349	2.10%	-2.15%
		2	159.862	155.865	2.50%	-2.56%
		1	252.561	249.454	1.23%	-1.25%
DINAMICO	X-X	3	73.457	72.083	1.87%	-1.91%
		2	138.243	135.034	2.32%	-2.38%
		1	173.379	170.605	1.60%	-1.63%
	Y-Y	3	92.650	90.704	2.10%	-2.15%
		2	164.634	160.518	2.50%	-2.56%
		1	202.147	199.661	1.23%	-1.25%

Fuente: Propia.

Se realizó el espectro de pseudo-aceleración para para exportarlo a los softwares de diseño para X-X y Y-Y.

Tabla N°11: Espectro de pseudo-aceleración.

T	C	Sa X-X	Sa Y-Y
0.0000	1.0000	1.0406	1.2140
0.0010	1.0075	1.0484	1.2231
0.0020	1.0150	1.0562	1.2322
0.0030	1.0225	1.0640	1.2413
0.0040	1.0300	1.0718	1.2504
0.0050	1.0375	1.0796	1.2595
0.0060	1.0450	1.0874	1.2686
0.0080	1.0600	1.1030	1.2868
0.0100	1.0750	1.1186	1.3050
0.0120	1.0900	1.1342	1.3232
0.0140	1.1050	1.1498	1.3415
0.0160	1.1200	1.1654	1.3597
0.0180	1.1350	1.1810	1.3779
0.0200	1.1500	1.1966	1.3961
0.0400	1.3000	1.3527	1.5782
0.0600	1.4500	1.5088	1.7603
0.0800	1.6000	1.6649	1.9424
0.1000	1.7500	1.8210	2.1245
0.1200	1.9000	1.9771	2.3066
0.1400	2.0500	2.1331	2.4887
0.1600	2.2000	2.2892	2.6708
0.1800	2.3500	2.4453	2.8529
0.2000	2.5000	2.6014	3.0350
0.2500	2.5000	2.6014	3.0350
0.3000	2.5000	2.6014	3.0350
0.3500	2.5000	2.6014	3.0350
0.4000	2.5000	2.6014	3.0350
0.4500	2.5000	2.6014	3.0350
0.5000	2.5000	2.6014	3.0350
0.5500	2.5000	2.6014	3.0350
0.6000	2.5000	2.6014	3.0350
0.6500	2.5000	2.6014	3.0350
0.7000	2.5000	2.6014	3.0350
0.7500	2.5000	2.6014	3.0350
0.8000	2.5000	2.6014	3.0350
0.8500	2.5000	2.6014	3.0350
0.9000	2.5000	2.6014	3.0350
0.9500	2.5000	2.6014	3.0350
1.0000	2.5000	2.6014	3.0350

1.2000	2.0833	2.1678	2.5291
1.4000	1.7857	1.8581	2.1678
1.6000	1.5625	1.6259	1.8969
1.8000	1.2346	1.2846	1.4988
2.0000	1.0000	1.0406	1.2140
2.5000	0.6400	0.6660	0.7770
3.0000	0.4444	0.4625	0.5396
3.5000	0.3265	0.3398	0.3964
4.0000	0.2500	0.2601	0.3035
4.5000	0.1975	0.2055	0.2398
5.0000	0.1600	0.1665	0.1942
6.0000	0.1111	0.1156	0.1349
7.0000	0.0816	0.0849	0.0991
8.0000	0.0625	0.0650	0.0759
9.0000	0.0494	0.0514	0.0600
10.0000	0.0400	0.0416	0.0486

Fuente: Propia.

c) Objetivo N°02

Para los desplazamientos máximos en el Eje X-X para el software robot se determinó de 21.91, 17.30 y 9.66mm. desde el tercer al primer nivel y para el software ETABS de 24.852, 19.55 y 10.31mm. teniendo mayores desplazamientos con unas diferencias del 13.42% de variabilidad en el tercer nivel. Con respecto al Eje Y-Y para el software robot se determinó de 7.65, 5.54 y 2.87mm. desde el tercer al primer nivel y para el software ETABS de 8.95, 6.23 y 3.15mm. teniendo mayores desplazamientos con unas diferencias del 17.05% de variabilidad en el tercer nivel.

Tabla N°12: Comparación entre desplazamientos máximos.

	PISO	DESPLAZ. MAX. Mm.		% DE VARIACION	
		ROBOT (BIM)	ETABS	ROBOT (BIM)	ETABS
MAX. UX mm	3	21.912	24.852	-13.42%	13.42%
	2	17.308	19.552	-12.97%	12.97%
	1	9.667	10.312	-6.67%	6.67%
MAX. UY mm	3	7.654	8.959	-17.05%	17.05%
	2	5.545	6.23	-12.35%	12.35%
	1	2.873	3.158	-9.92%	9.92%

Fuente: Propia.

Para determinar que nuestra estructura es totalmente sismorresistente, se comprueba el máximo desplazamiento lateral relativo admisible, debiendo ser menor a 0.007 para estructuras que predominen el concreto armado. Teniendo para el software Robot en el Eje X-X de 0.0023 y para ETABS de 0.0028, ambos siendo admisibles, pero con una variación entre ellos de 21.74%; en el Eje Y-Y ellos de 0.00062 para Robot y para ETABS de 0.00084, ambos siendo admisibles, pero con una variación entre ellos de 35.48%.

Tabla N°13: Comparación entre derivas.

	DERIVA		% DE VARIACION	
	ROBOT (BIM)	ETABS	ROBOT (BIM)	ETABS
d UX x0.75R	0.0023	0.0028	-21.74%	21.74%
d UY x0.75R	0.00062	0.00084	-35.48%	35.48%

Fuente: Propia.

En el caso de la masa participante se exige que sea mayor al 90%, Para el software Robot se estimó en el 9no modal una masa participante de 98.67% en el Eje X-X y de 98.61% en el Eje Y-Y, en cambio para el software ETABS se determinó en el 15va modal una masa participante de 95.45% en el Eje X-X y de 96.21% en el Eje Y-Y.

Tabla N°14: Comparación de masa participante.

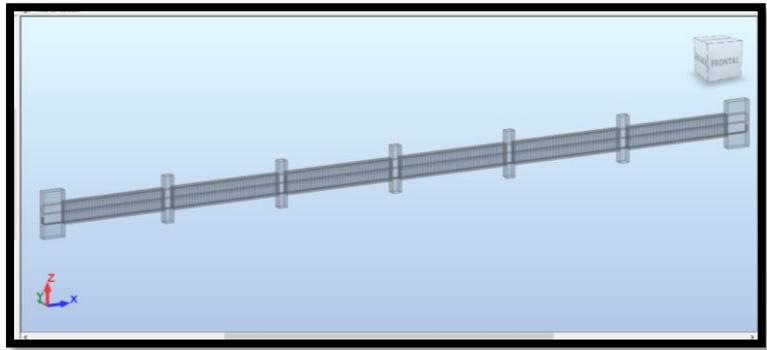
	MASA PARTICIPATIVA		% DE VARIACION	
	ROBOT (BIM)	ETABS	ROBOT (BIM)	ETABS
UX(%)	98.67	95.45	3.26%	-3.26%
UY(%)	98.61	96.21	2.43%	-2.43%

Fuente: Propia.

d) Objetivo N°03

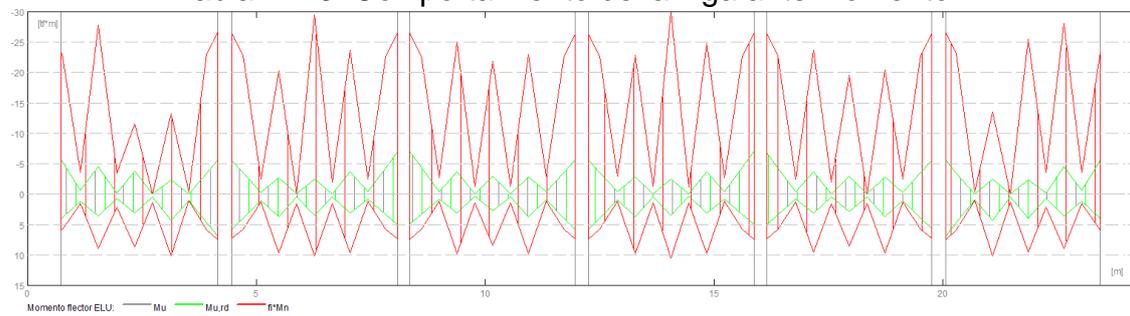
En el diseño de armadura se tuvo diferencia en que el software Robot con respecto a ETABS la armadura de la viga V-100, requiere un aumento de armadura longitudinal de dos varillas de 5/8" en la parte inferior para contrarrestar el momento flector.

Figura N°31: Vista 3D modelo Viga V-100



Fuente: Propia.

Tabla N°15: Comportamiento de la viga ante momento.



Fuente: Propia.

Tabla N°16: Comparación entre Vigas.

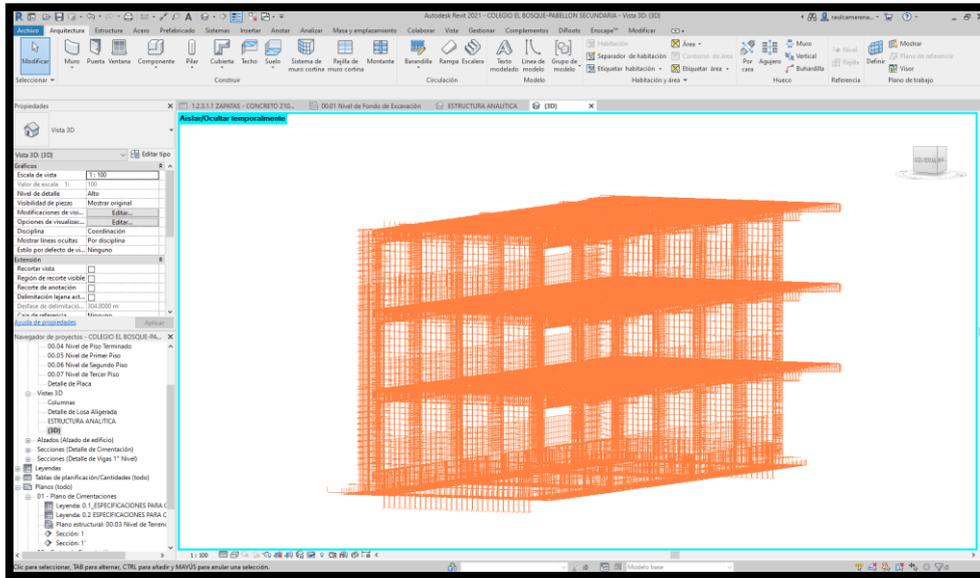
ELEM.	SECCION INICIAL	ACERO	SECCION NUEVO	ACERO	DIFERENCIAS
V-100 (0.25X0.70)		4 Φ 3/4" + 2 Φ 3/8" Estr: Φ 3/8": 1@.05, Rto.@.10 c/e		4 Φ 3/4" + 6 Φ 3/8" Estr: Φ 3/8": 1@.05, Rto.@.10 c/e	2 aceros longitudinales de Φ 3/8 mas en la parte inferior de la viga

Fuente: Propia.

Modelamiento de Acero en robot.

Ya contando con las secciones de acero en Robot se prosiguió a realizar la transferencia de información de softwares BIM a Revit y se generó el levantamiento de vista de acero y posteriormente se realizó los retrabajos de modelación para que todos los aceros cuadraran en sus secciones.

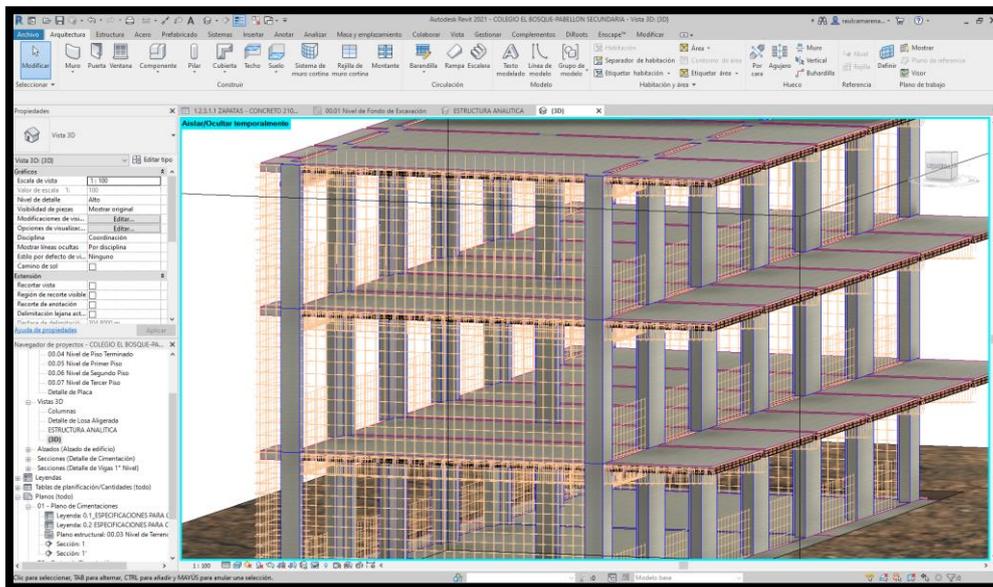
Figura N°32: Exportación de acero de Robot a Revit.



Fuente: Propia.

Después de exportar el acero de Revit a Robot se procede a colocarlo correspondiente mente en sus secciones indicadas.

Figura N°33: Vista de colocación de acero en secciones de concreto.



Fuente: Propia.

Se continuo, realizando los metrados para las secciones de acero y asi proseguir a realizar la comparacion con el presupuesto inicial del proyecto.

Figura N°34: Metrado de acero.

<1.2.3.1.3 ZAPATAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2>											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
ITEM	NOMBRE	REFERENCIA	UND	Φ	C. DE BARRA	L. DE BARRA (m)	L. TOTAL DE B.	KG	P.U.	PRECIO TOTAL	ESQUEMA
3.1.3 ZAPATAS - ACERO Fy=4200 kg/cm2											
TOR 1											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 1-1/A-C	kg	5/8"	24	1.73	41.52	64.44	4.48	288.69	1994128.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 1-1/A-C	kg	5/8"	3	7.96	23.88	37.06	4.48	166.04	1994614.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 1-1/A-C	kg	5/8"	3	7.96	23.88	37.06	4.48	166.04	1994614.png
TOR 3											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 3-3/A-C	kg	5/8"	24	2.28	54.72	84.93	4.48	380.47	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 3-3/A-C	kg	5/8"	3	5.42	16.26	25.24	4.48	113.06	1996761.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 3-3/A-C	kg	5/8"	3	5.42	16.26	25.24	4.48	113.06	1996761.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 3-3/A-C	kg	5/8"	3	5.42	16.26	25.24	4.48	113.06	1996761.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 3-3/A-C	kg	5/8"	3	5.42	16.26	25.24	4.48	113.06	1996761.png
TOR 5											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 5-5/A-C	kg	5/8"	24	2.28	54.72	84.93	4.48	380.47	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 5-5/A-C	kg	5/8"	6	5.40	43.20	67.05	4.48	300.37	1997960.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 5-5/A-C	kg	5/8"	6	5.42	43.36	67.29	4.48	301.48	1996761.png
TOR 7											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 7-7/A-C	kg	5/8"	24	1.73	41.52	64.44	4.48	288.69	1994128.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 7-7/A-C	kg	5/8"	3	7.96	23.88	37.06	4.48	166.04	1994614.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE 7-7/A-C	kg	5/8"	3	7.96	23.88	37.06	4.48	166.04	1994614.png
TOR A											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/3-5	kg	5/8"	24	2.28	54.72	84.93	4.48	380.47	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/5-7	kg	5/8"	25	2.28	57.00	88.46	4.48	396.32	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/1-3	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/3-5	kg	5/8"	4	9.00	36.00	55.87	4.48	250.31	2000967.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/5-7	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/1-3	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/3-5	kg	5/8"	4	9.00	36.00	55.87	4.48	250.31	2000967.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE A-A/5-7	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
TOR C SUB A											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-1	kg	5/8"	5	2.58	12.90	20.02	4.48	89.69	1999269.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-1	kg	5/8"	6	2.66	15.96	24.77	4.48	110.97	1999528.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-1	kg	5/8"	1	2.78	2.78	4.31	4.48	19.33	2003201.png
TOR C SUB B											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-3	kg	5/8"	20	2.28	45.60	70.77	4.48	317.05	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/3-5	kg	5/8"	24	2.28	54.72	84.93	4.48	380.47	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/5-7	kg	5/8"	21	2.28	47.88	74.31	4.48	332.91	1995039.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-3	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/3-5	kg	5/8"	4	9.00	36.00	55.87	4.48	250.31	2000967.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/5-7	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/1-3	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/3-5	kg	5/8"	4	9.00	36.00	55.87	4.48	250.31	2000967.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/5-7	kg	5/8"	4	8.89	35.56	55.19	4.48	247.25	1998415.png
TOR C SUB C											
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/7-7	kg	5/8"	5	2.58	12.90	20.02	4.48	89.69	1999269.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/7-7	kg	5/8"	6	2.66	15.96	24.77	4.48	110.97	1999528.png
1.2.3.1.3	Acero en Zapata 5	EJE C-C/7-7	kg	5/8"	1	2.78	2.78	4.31	4.48	19.33	2003201.png

Fuente: Propia.

Se realizó el metrado bajo la metodología BIM para la especialidad de estructuras, considerando el cambio en diseño de armadura de la viga V-100, teniendo con un presupuesto tradicional 342,718.91 soles y un presupuesto realizado en REVIT bajo un diseño 3D de 333,033.48 soles, viendo una reducción de 2.83% con un valor monetario de 9,685.43 soles.

Tabla N°17: Comparación de presupuestos.

PARTIDAS	PRECIO PARCIAL	PRECIO PARCIAL BIM	DIFERENCIA	%
MOV. DE TIERRA	22,037.63	21,103.49	934.14	4.24%
CONCRETO SIMPLE	42,603.95	42,147.46	456.49	1.07%
CONCRETO ARMADO				
CONCRETO	118,313.83	112,989.53	5,324.30	4.50%
ACERO	147,228.30	143,859.40	3,368.90	2.29%
LADRILLO	12,535.20	12,933.60	-398.40	-3.18%
TOTAL	342,718.91	333,033.48	9,685.43	2.83%

Fuente: Propia.

V. DISCUSIÓN

En esta investigación se realizó la modelación bajo la metodología BIM de un pabellón educativo de 3 niveles en el distrito de San Juan de Lurigancho con el fin de comparar su desempeño sísmico a comparación de un diseño realizado con la metodología tradicional CAD.

Discusión N°1

Bajo la metodología BIM utilizando el software Robot nos dio una estimación de peso de 816.29tn, en cambio de la manera tradicional utilizando el software ETABS se obtuvo 850.58tn, teniendo con ROBOT un 4.20% menos de variabilidad. Esto genera a su vez que se obtenga como cortante basal estático en eje X-X de 216.48tf para el software Robot y 213.01tf para ETABS con una variabilidad de 1.60% y para el eje Y-Y de 252.56tf para Robot y 249.45tf para ETABS con una variabilidad del 1.23%. En el caso de las cortantes basales dinámicas la variabilidad con los softwares sigue siendo las mismas que del estático ya que estos están escalados al 80% del estático.

Los resultados con referencia a la tesis de Huaraca (2018) muestran que obtuvo con el software robot un valor en el corte estático de 305.91tf, mayor al software ETABS de 298.573tf teniendo como diferencia de tan solo 7.34tf siendo un porcentaje de 2.45%. sin tener mucha variación como el nuestro. En el caso de análisis dinámico nos indica que encontró una variación en la dirección X de 5.05 tf (2.20%) y en la dirección Y del 2.75tf (1.45%) del Robot con respecto a ETABS.

La variación con respecto a las fuerzas cortantes en la base en ambas investigaciones no supera el 5% de variación, así que contamos con una similitud en los resultados. Se puede determinar que los softwares cumplen con el análisis sísmico de igual manera. Pero también queremos resaltar que estamos de acuerdo con el autor Huaraca sobre su opinión que resulto más fácil utilizar el software Robot por su facilidad en el modelado de la estructura, para nuestro caso la exportación de la información de Revit a Robot.

Discusión N°2

Para los desplazamientos máximos en el Eje X-X para el software robot se determinó de 21.91, 17.30 y 9.66mm. desde el tercer al primer nivel y para el

software ETABS de 24.852, 19.55 y 10.31mm. teniendo mayores desplazamientos con unas diferencias del 13.42% de variabilidad en el tercer nivel. Con respecto al Eje Y-Y para el software robot se determinó de 7.65, 5.54 y 2.87mm. desde el tercer al primer nivel y para el software ETABS de 8.95, 6.23 y 3.15mm. teniendo mayores desplazamientos con unas diferencias del 17.05% de variabilidad en el tercer nivel.

Para determinar que nuestra estructura es totalmente sismorresistente, se comprueba el máximo desplazamiento lateral relativo admisible, debiendo ser menor a 0.007 para estructuras que predominen el concreto armado. Teniendo para el software Robot en el Eje X-X de 0.0023 y para ETABS de 0.0028, ambos siendo admisibles, pero con una variación entre ellos de 21.74%; en el Eje Y-Y ellos de 0.00062 para Robot y para ETABS de 0.00084, ambos siendo admisibles, pero con una variación entre ellos de 35.48%

En el caso de la masa participante se exige que sea mayor al 90%, Para el software Robot se estimó en el 9no modal una masa participante de 98.67% en el Eje X-X y de 98.61% en el Eje Y-Y, en cambio para el software ETABS se determinó en el 15va modal una masa participante de 95.45% en el Eje X-X y de 96.21% en el Eje Y-Y.

Para el caso Villena (2017) en su investigación encuentra una variación en las derivas para la edificación irregular de un 43% entre el software Robot y ETABS, indicando que la posible diferencia se deba a la configuración en planta irregular de la estructura. A pesar de ellos ambas derivas cumplen con ser menos que el valor de deriva máxima, en cuanto a la masa participativa Robot presenta un 95% en ambas direcciones y ETABS de un 100% y un 98% para sus direcciones.

Vemos que la diferencia entre nuestras investigaciones en el caso de las derivas presenta una diferencia de un 8%, podría parecer una diferencia considerable, pero estando de acuerdo con el autor que esa elevación del valor de la deriva pueda ser por el tipo de edificación irregular que está en estudio, ya que de mi parte la edificación que estamos estudiando es un colegio y es regular.

Discusión N°3

En el diseño de armadura se tuvo diferencia en que el software Robot con respecto a ETABS la armadura de la viga V-100, requiere un aumento de armadura longitudinal de dos varillas de 5/8" en la parte inferior para contrarrestar el momento flector.

Se realizó el metrado bajo la metodología BIM para la especialidad de estructuras, considerando el cambio en diseño de armadura de la viga V-100, teniendo con un presupuesto tradicional 342,718.91 soles y un presupuesto realizado en REVIT bajo un diseño 3D de 333,033.48 soles, viendo una reducción de 2.83% con un valor monetario de 9,685.43 soles.

Según la investigación de Ramírez (2018) nos indica que tuvo una variación de un 12.31% en el costo directo incrementando un 3.56% el valor del presupuesto inicial, donde se las partidas que encuentran con mayor diferencia fueron en la en las cubiertas con un incremento de 18.72% y en las estructuras de un 26.40% por lo que concluyo que utilizando la metodología BIM en la realización de los costos finales resulta ser muy beneficioso ya que permite una visión más realista.

Por nuestra parte nuestra diferencia de precios resulta ser mínima, pero se debe a que se realizó un incremento en el acero de armadura, concordando con Ramírez de que implantar el BIM resulta muy beneficioso. Y sobre todo resaltar una opinión que tuvo Ramírez con el cual estamos totalmente de acuerdos, esta metodología podría disminuir los riesgos para las entidades públicas tienen al invertir en construcciones para la sociedad como podría ser en los colegios.

VI. CONCLUSIONES

- Para nuestro objetivo específico n°1, en base a las variaciones obtenidos por la diferencia de masas entre el software Robot y ETABS, siendo tan solo del 4.20% los resultados dados por el análisis estático y dinámico solo contaron con una variación de 1.60% de diferencia como máximo. Concluyendo así que la aplicación de la metodología BIM no genera un cambio significativo en los análisis estáticos y dinámicos. A pesar de ello se puede resaltar que la utilización de Robot y Revit resulta ser más fácil y rápido a la hora de realizar el modelamiento, por su gran cantidad de herramientas que cuentan para ese fin.
- Para nuestro objetivo específico n°2, se determinó que los desplazamientos máximos cuentan con una diferencia de 17.05% en la dirección Y y de 13.42 en la dirección X, y en el caso de las derivas se ve una diferencia alta de 21.74% de diferencia para la dirección X y de 35.48% en la dirección Y. Concluyendo así que la utilización de Robot y aplicando la metodología BIM regenera un cambio significativo en la derivas aunque en nuestra investigación se estudie una edificación de 3 niveles regular, en edificaciones de más niveles e irregulares este valor podría aumentar.
- Para nuestro objetivo específico n°3, se determinó que la diferencias entre presupuestos solo es de un 2.83%, con un valor alto en las partidas de concreto, con un incremento de 4.50%, concluyendo así que la utilización de la metodología BIM llega a dar unos metrados más precisos y realistas pudiendo ser controlados de mejor manera, evitando así sobrecostos.
- Como conclusión General llegamos que la utilización de la metodología BIM en el ámbito de la construcción va a ser muy importante y cada vez se va a ir implementando más en la industria de la construcción, con la presenta investigación concluimos que la aplicación de la metodología BIM no generara cambios significativos en el diseño estructural, ya que los resultados dados se encuentran dentro de las normas peruanas dadas y muy cercano a los resultados dados por el análisis tradicional de la metodología CAD, pero en cuestiones de tiempo y costos resulta mucho más beneficioso, ya que se demuestra que se cuenta con mayor cantidad de herramientas para analizar y controlar los costó, más

herramientas para los modelamientos, que se si se le aplicaran a proyectos más grandes y de gran cantidad de información resultaría más eficiente que la metodología tradicional CAD.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda el tener en cuenta que en edificaciones de cualquier tipo se debería tomar en cuenta distribuciones sencillas y que sean regulares tanto en planta y altura para que sean capaces de ser entendidos y se puedan revisar sus datos sobre su comportamiento estructural ante un evento sísmico y tener como base resultados confiables.
- El software ROBOT S.A.P. apresura en gran manera el procedimiento de la elaboración de un proyecto estructural, pero el consultor no debe aceptar los resultados obtenidos sin haber dado una revisión adecuada de todo el proceso de análisis y diseño que realiza el programa, ya que estos pueden ser tener falta de criterio técnico.
- Mostrado el resultado nos vemos en la necesidad de recomendar los modelos BIM para edificaciones de pequeña o gran envergadura, es decir que se emplee esta metodología en todas las ramas o especialidades de la ingeniería ya que una comunicación entre softwares a la hora de realizar un diseño sismorresistente facilita las actualizaciones de información y para que evitan retrasos o interferencias en los modelos finales para su presentación.

REFERENCIAS

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2021). Diseño Sismorresistente (RNE E.030).

<https://drive.google.com/file/d/1W14N6JldWPN8wUZSqWZnUphg6C559bi-/view>

Ríos, M. (09 de abril de 2019). Cuatro de cada 10 locales educativos a nivel nacional requieren una nueva edificación. *Gestión*.

<https://gestion.pe/economia/cuatro-10-locales-educativos-nivel-nacional-requiere-nueva-edificacion-263634-noticia/?ref=gesr>

Redacción EC (25 de junio de 2018). Censo 2017: Conoce cuantos habitantes tiene Lima. *El Comercio*. <https://elcomercio.pe/lima/sucesos/censo-2017-conoce-habitantes-lima-noticia-530568-noticia/>

Salazar, M. (2017) *Impacto Económico del Uso de BIM en el Desarrollo de Proyectos de construcción en la ciudad de Manizales* [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/59461/manuelfernandosalarazalate.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Basak, G y Eraslan, O (2018). *Identifying the Advantages of BIM in Structural Design*. [Tesis, Adnan Menderes University].

https://www.researchgate.net/publication/328052297_Identifying_the_Advantages_of_BIM_in_Structural_Design

Ramírez, J. (2018). *Comparación entre metodologías Building Information Modeling (BIM) y Metodología Tradicional en el Calculo de Cantidades de Obra y Elaboracion de Presupuestos. Caso de Estudio: Edificación Educativa en Colombia*. [Tesis Pregrado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas].

<https://repository.udistrital.edu.co/handle/11349/7820>

Villena, M. (2017). *Diseño Y Modelación De Un Edificio Con Una Configuración En Planta Irregular, Mediante La Utilización Del Software De Diseño “Revit Structure” Y Su Análisis Mediante Un Software Especializado “Robot Structural Analysis” (BIM)*. [Tesis Pregrado, Universidad Técnica de Ambato].

<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/26842>

Taher, A. (2016). *BIM Software Capability and Interoperability Analysis*. [Tesis Maestría, Kungliga Tekniska Högskolan]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:917005/FULLTEXT01.pdf>

Cacsire, A., Gonzáles, J., Macedo, V. y Medina, G. (2020). *Utilización De La Metodología BIM En La Fase De Diseño De La Infraestructura Educativa N°2026 Simón Bolívar-Distrito De Comas-Lima, En La Empresa Chung Y Tong Ingenieros SAC*. [Tesis Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/653505/CACSI_RE_BA.pdf?sequence=10&isAllowed=y

Colonia, Y. y Valentín, S. (2020). *Implementación De La Metodología BIM En El Diseño Estructural Sismorresistente En La Construcción Del Edificio Multifamiliar En Huaraz, Ancash, 2020*. [Tesis Pregrado, Universidad César Vallejo]. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/48327/Colonia_V_YR-Valentin_DSA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rojas, R. (2019). *Comparativa en el Diseño Estructural de una Edificación de 04 Niveles, Aplicando Métodos Tradicionales y Metodología BIM-Concepción 2018*. [Tesis Pregrado, Universidad Peruana Los Andes] https://repositorio.upla.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12848/1817/T037_46968336_T.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Briones, P. y Álvarez, J. (2018). *Comparación De Modelamiento, Análisis Y Diseño Estructural En Concreto Armado Utilizando Los Software ETABS Y Robot Structural Análisis, Para Un Edificio De Cinco Niveles (Cuatro Pisos Y Un Semisótano)*. [Tesis pregrado, Universidad Peruana Unión] <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/1207>

Huaraca, A. (2018). *Análisis Comparativo Aplicando El Software Robot Structural Análisis Y ETABS Para Evaluar El Comportamiento Estructural De Viviendas Autoconstruidas*. [Tesis pregrado, Universidad Peruana Los Andes] <https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/794>

Chambilla, C. (2016). *Análisis, diseño estructural e instalaciones sanitarias de un edificio de departamentos de 05 niveles y 01 semisótano, utilizando*

plataforma BIM, en el distrito de José Luis Bustamante y Rivero. [Tesis Pregrado, Universidad Católica de Santa María]
<http://tesis.ucsm.edu.pe/repositorio/handle/UCSM/5765>

Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción. (2021). Cargas (RNE E.020). <https://drive.google.com/file/d/15atg-9w0OEXjR5C1m6lXUFihwYeUh1aN/view>

Goyzueta, G. y Puma, H. (2016) *Implementación de la Metodología BIM y el sistema Last Planner 4D para la mejora de Gestion de la Obra "Residencial Montesol-Dolores" Tomo I.* [Tesis Pregrado, Universidad Nacional de San Agustín]
<http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/3303/ICpuluh.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sanchez, H., Reyes, C. y Mejía, K. (2018) *Manual De Términos En Investigación Científica, Tecnológica Y Humanística.* Universidad Ricardo Palma. <https://www.urp.edu.pe/pdf/id/13350/n/libro-manual-de-terminos-en-investigacion.pdf>

Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, M. (2014) *Metodología de la Investigación.* Mc Graw Hill Edication. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

Cerdán, A., Begoña, G., Hayas, R. y López, J. (2016) *BIM en 8 puntos, todo lo que necesitas saber sobre BIM.* es.BIM, 1-13.
https://cbim.mitma.es/recursos_cbim/bb_gt2_personas_sg_2.1_difusion.pdf

Chacón, D. y Cuervo, G. *Implementación de la Metodología BIM Para Elaborar Proyectos Mediante El Software Revit.* [Tesis Pregrado, Universidad de Carabobo]
<http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/6952/dchacon.pdf?sequence=3>

Bentley (2018). *Re: Design Innovation For Large-Scale Projects.* The American Institute of Architects. <https://www.aia.org/articles/164986-design-innovation-for-large-scale-projects>

Crisafullu, F. (2018). *Diseño Sismorresistente De Construcciones De Acero*. (5ta ed.). Asociación Latinoamericana del Acero. [https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/disenosismorresistente de construcciones de acero-5ta ed.pdf](https://www.construccionenacero.com/sites/construccionenacero.com/files/publicacion/disenosismorresistente%20de%20construcciones%20de%20acero-5ta%20ed.pdf)

Vera. C. (2018). *Aplicación de la metodología BIM a un proyecto de construcción de un corredor de transporte para un complejo industrial. Modelo BIM 5D Costes*. [Tesis Maestría, Universidad de Sevilla] <https://idus.us.es/handle/11441/84165>

ANEXOS

Matriz de consistencia

Diseño Sismorresistente en Infraestructura Educativa Aplicando la Metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021							
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA
¿De qué manera la aplicación de La Metodología BIM varía el Diseño Sismorresistente En Infraestructura Educativa de la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021?	Determinar la variación en el Diseño Sismorresistente En Infraestructura Educativa aplicando de La Metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021.	V.I.: DISEÑO SISMORRESISTENTE	Según Crisafulli (2018), define el diseño sismorresistente como la disponibilidad de solucionar adecuadamente los riesgos sísmicos reduciéndolos, mediante el uso de distintos materiales estructurales, sistemas constructivos, dispositivos innovadores para el control de las vibraciones, criterios y nuevas metodologías para un análisis de confianza.	La etapa de diseño del proyecto es el proceso de elaboración de la propuesta de trabajo en donde se involucra el tiempo costos, reduce incompatibilidades mediante control de los formatos establecidos en cronogramas, presupuestos y fichas de observación.	Analisis sísmico	EMS Parametros sísmicos Analisis estatico y dinámico	nominal
					Derivas	Desplazamientos maximos Rigidez Ductibilidad Resistencia	nominal
					Costos	Propuesta de diseño Metrado APU	nominal
¿En cuánto varía los resultados del análisis sísmico estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021?	Determinar la variación en los resultados del análisis sísmico estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021.	V.D.: METODOLOGÍA BIM	El Instituto Americano de Arquitectos (AIA Trust, 2015) define BIM de la siguiente manera: "BIM utiliza tecnología digital de vanguardia para establecer una representación computable de todas las características físicas y funcionales de una obra y su información relacionada con el proyecto/ciclo de vida, y está destinado a ser un repositorio información para que el propietario/operador de la obra la utilice y mantenga a lo largo del proyecto".	Vera C. (2018) Nos dice que los modelos BIM deben contener representaciones a tiempo real de las diferentes disciplinas que se utilizan. Los modelados deben contener geometría, vistazos en tridimensionales, estimaciones de costos, planificación y división de tiempo de ejecución de trabajos, inventario de materiales y control en el mantenimiento de los proyectos.	Herramientas informáticas BIM	Modelamiento 3D Revit. Analisis simoresistente ETABS. SAFE.	nominal
¿En cuánto varía los resultados de derivas estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021?	Determinar la variación de los resultados de desplazamientos estructural aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan de Lurigancho-2021.				Operatividad entre Softwares BIM.	Gestión de cambios. Flujo de trabajo. Interaccion software Revit-ETABS. Costo por Gastos Generales.	nominal
¿Cuánto es la variación de costos estructurales aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021?	Determinar la variación en los costos estructurales aplicando la metodología BIM en la I.E. "El Bosque", San Juan De Lurigancho-2021.				Identificación de incompatibilidades	Detección de interferencias. Propuestas de Solución.	nominal

Recorrido Institución educativa “El Bosque”.



Foto n°1: PABELLON I



Foto n°2: MAPEO



Foto n°3: VISTA FRONTAL



**Foto n°4: VISTA DE ALTURA
PABELLON I**



Foto n°5: PABELLIN I



Foto n°6: PABELLIN I

Excavación Calicatas.



EXCAVACION DE CALICATAS



MEDICIÓN Y SACADO DE MUESTRA



CALICATA C-2 Y C-1

Laboratorio de mecánica de suelos.



ENSAYO DE GRANULOMETRIA



**ENTREGA DE MUESTRAS A LAB.
MASTERLEM SAC.**



RUC 20506076235
 Dirección: Av. Circunvalación Mz. "B", Lote 1,
 Int. 1 Huachipa – Lima - Perú
 950 270 955 – 01 5407661
 Web: www.masterlem.com.pe
 Email: servicios@masterlem.com.pe

SOLICITANTE : CAMARENA GAMARRA RENATO EDUARDO – CALISAYA PORTILLA RODRIGO
 PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN LA I.E. "EL BOSQUE" SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021
 UBICACIÓN : AV. LOS CIRUELOS 898 SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.
 FECHA EMISION : 01/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 009-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 0.7 A 2.60 m



Tamiz	Abertura (mm)	Porcentaje que pasa
3"	75.000	100.0
2 1/2"	62.000	100.0
2"	50.000	100.0
1 1/2"	37.500	100.0
1"	25.000	100.0
3/4"	19.000	98.6
1/2"	12.000	97.5
3/8"	9.500	96.2
Nº4	4.750	91.2
Nº10	2.000	79.0
Nº20	0.850	56.8
Nº40	0.425	31.7
Nº60	0.250	14.9
Nº140	0.106	3.5
Nº200	0.075	1.1



Observaciones:

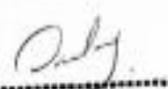
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 94389




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : CAMARENA GAMARRA RENATO EDUARDO - CALISAYA PORTILLA RODRIGO
 PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN LA I.E. "EL BOSQUE" SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021
 UBICACIÓN : AV. LOS CIRUELOS 898 SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.
 FECHA EMISION : 01/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 010-21

MÉTODO DE DENIDAD NATURAL DEL SUELO METODO DE CONO DE ARENA
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D1556

MUESTRAS	CONTENIDO DE HUMEDAD	NATURAL DE CAMPO DENSIDAD SECA
C-1 M-1	5.6 %	1.76 g/cm ³

NOTA: MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 0.7 A 2.60 m

Observaciones:

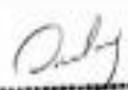
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286

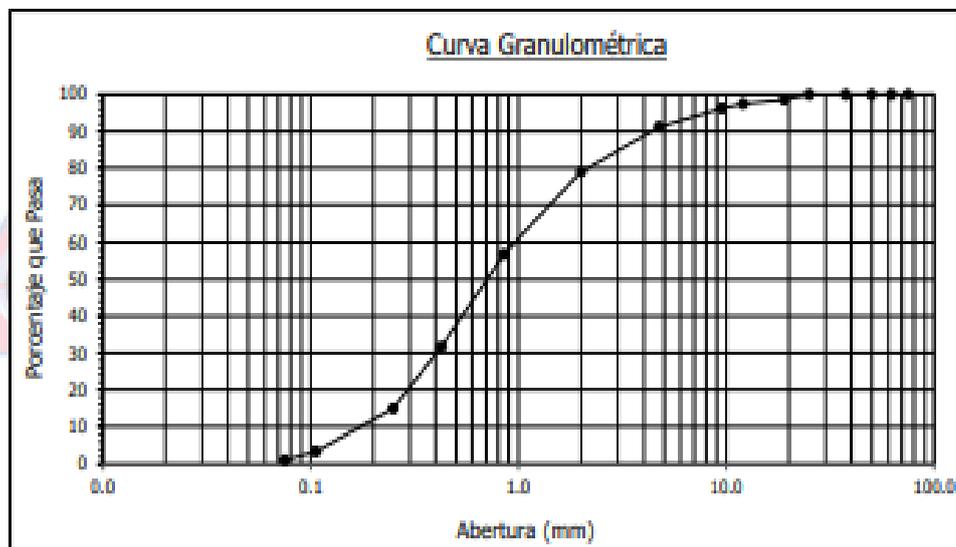



 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : CAMARENA GAMARRA RENATO EDUARDO – CALISAYA PORTILLA RODRIGO
 PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN LA I.E. "EL BOSQUE" SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021
 UBICACIÓN : AV. LOS CIRUELOS 898 SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.
 FECHA EMISION : 01/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 009-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA EL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 6913

MUESTRA C-1 M1 PROFUNDIDAD 0.7 A 2.60 m



Observaciones:

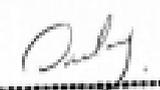
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84286




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : CAMARENA GAMARRA RENATO EDUARDO - CALISAYA PORTILLA RODRIGO
 PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN LA I.E. "EL BOSQUE" SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021
 UBICACIÓN : AV. LOS CIRUELOS 898 SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.
 FECHA EMISION : 01/06/21
 EXPEDIENTE : ITT 009-21

MÉTODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR EL LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO
 E ÍNDICE DE PLASTICIDAD EN SUELOS
 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS D 4318

LÍMITE LÍQUIDO	N.P.
LÍMITE PLÁSTICO	N.P.
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	N.P.

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS CON PROPÓSITOS DE INGENIERÍA
 (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos)
 Norma Técnica Peruana 339,134 - American Society for Testing and Materials D2487

CLASIFICACIÓN SUCS:	SP: Arena mal graduada
---------------------	------------------------

MÉTODO PARA LA CLASIFICACIÓN DE SUELOS PARA USO EN VÍAS DE TRANSPORTE
 Norma Técnica Peruana 339,135 - American Association of State Highway and Transportation
 Officials M-145

CLASIFICACIÓN AASHTO:	A-1-b (1)
-----------------------	-----------

Observaciones:

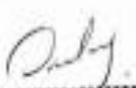
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.


 JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAJAJA
 INGENIERO CIVIL
 Reg. del CIP N° 84280




 OMAR MEDINA ABANTO
 JEFE DE LABORATORIO

SOLICITANTE : CAMARENA GAMARRA RENATO EDUARDO - CALISAYA PORTILLA RODRIGO
PROYECTO : DISEÑO SISMORESISTENTE EN INFRAESTRUCTURA EDUCATIVA APLICANDO LA METODOLOGIA BIM EN LA I.E. "EL BOSQUE" SAN JUAN DE LURIGANCHO 2021
UBICACIÓN : AV. LOS CIRUELOS 898 SAN JUAN DE LURIGANCHO, LIMA.
FECHA EMISION : 01/06/21
EXPEDIENTE : ITT 011-21

ENSAYO DE CORTE DIRECTO EN SUELOS ASTM D3080

MUESTRA C-1 M-1 PROFUNDIDAD 0.7 A 2.60 m

VALORES	Unidades	ESPECIMEN 1	ESPECIMEN 2	ESPECIMEN 3
Altura Inicial	mm	20.0	20.4	20.4
Diámetro	mm	62.1	62.1	62.1
Área inicial	cm ²	30.3	30.3	30.3
Densidad Seca	gr/cm ³	1.76	1.76	1.76
Humedad Inicial	%	5.6	5.6	5.6
Esfuerzo Normal	kg/cm ²	0.50	1.01	2.01
Esfuerzo Corte	kg/cm ²	0.52	0.83	1.48

Resultados:

Cohesión ϕ : 0.20 kg/cm²
Angulo de fricción ψ : 32.2°

Velocidad del ensayo 0.5mm/min

Observaciones:

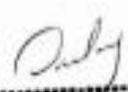
El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

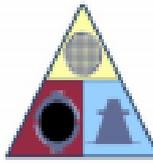
El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.

Las Muestras fueron proporcionadas y muestreadas por el cliente.

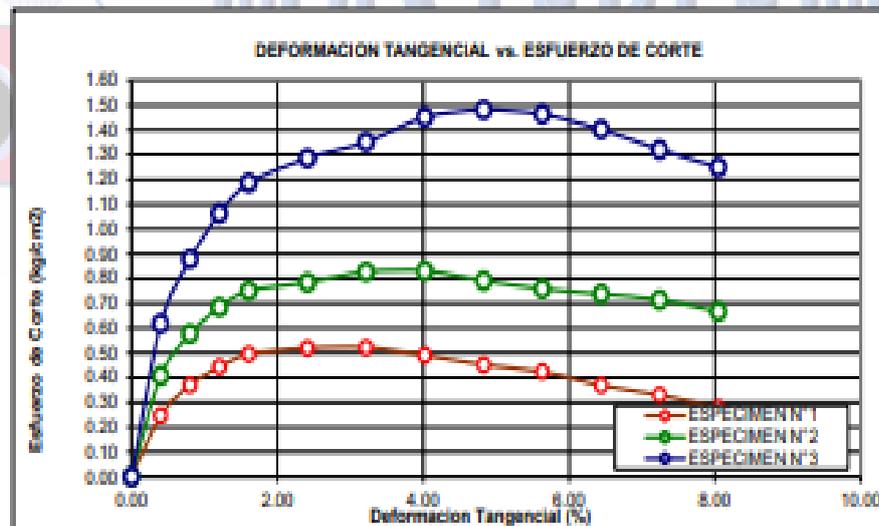
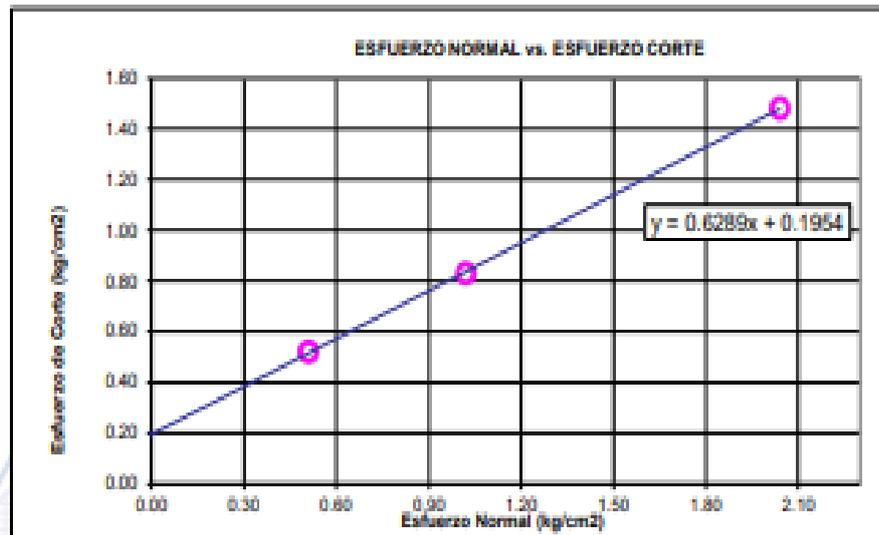

JORGE FRANCISCO RAMIREZ JAPAJA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CIP N° 84286




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO



MUESTRA C-1 M-1 PROFUNDIDAD 0.7 A 2.60 m



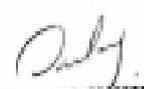
Observaciones:

El presente documento no deberá reproducirse sin la autorización escrita del laboratorio, salvo que la reproducción sea en su totalidad.

El laboratorio no se hace responsable por el mal uso de los resultados presentados.


JORGE FRANCISCO RAMIREZ JARA
INGENIERO CIVIL
Reg. del CP N° 8438




OMAR MEDINA ABANTO
JEFE DE LABORATORIO

Certificado de calibración.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN CMI-006-2020

Peticionario : MASTERLEM S.A.C.
Atención : MASTERLEM S.A.C.
Lugar de calibración : Masterlem SAC, Av. Circunvalación s/n. Lurigancho - Chosica - Lima
Tipo de instrumento : Horno de secado para muestras
Marca : Despatch
Nº de serie : 164802
Modelo : LEB1-76-4
Alcance : 400 °F
Selector de temperatura : Analógico
Método de calibración : Procedimiento para la calibración o caracterización de medios isotermos con aire como medio termostático PC 018 - Indecopi: 2ª Edición.
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 18.2 °C / 72%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 18.2 °C / 74%
Patrones de referencia : Trazabilidad NIST (United States National Institute of Standards & Technology), patrón utilizado Thermometer mit PT-100, marca MBW Calibration AG, modelo T12, N° de serie 19-0728, certificado de calibración 3000MBW2019
Número de páginas : 6
Fecha de calibración : 2020-07-30

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2020-08-04	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. Nº 80945

CMI-006-2020

Página 1 de 6

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-006-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC

Atención : MASTERLEM SAC

Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima

Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático

Marca : AND Clase : II

Número de serie : 15004250 Tipo : Digital.

Código de identificación : No Indica. Procedencia : Japón

Modelo : GF-20K

Capacidad máxima : 21000 g

División de escala (d) : 0,1 g

División de verificación (e) : 1 g

Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición

Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.0 °C / 61%

Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1 °C / 60%

Patrones de referencia : Trazabilidad METROIL, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 2 kg con certificados de calibración N° M-0293-2021, M-0294-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 5 kg con certificado de calibración N° M-0295-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 kg con certificado de calibración N° M-0292-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 kg con certificados de calibración N° M-0296-2021 y M-0297-2021.

Número de páginas : 3

Fecha de calibración : 2021-03-23

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.
Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-03-24	 Vladimir Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCT-016-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : Laboratorio CELDA EIRL. Av. Circunvalación s/n. Mz.B. Lt.1
Urb. Las Praderas de Huachipa. Lurigancho Chosica.
Instrumento de medición : Tamiz de abertura cuadrada de 8" diámetro
Marca : ELE - INTERNATIONAL
Número de serie : 10457556
Código de identificación : No indica
Abertura de Tamiz : 19,000 mm (3/4")
Procedencia : USA
Método de calibración : Procedimiento de calibración de tamices CELDA EIRL N° PCT-C-002-2009
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 26.1°C / 54%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 26.1°C / 54%
Patrón de referencia : Proyector de perfiles marca MITUTOYO, trazabilidad INACAL-DM
utilizando escalas patrones de vidrio (reglas de vidrio), con N° de serie
16973, certificado N° LLA-057-2020 y patrón de N° de serie 16369, con
certificado N° LLA-058-2020. Certificado de calibración FESEPSA S.A.
N° F-0486-2020. Proyector de perfiles grado 1 según la norma Japonesa
JIS B7450
Número de páginas : 2
Fecha de calibración : 2021-02-22

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.
El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-02-26	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPH ARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

**CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
CCB-014-2021**

Peticionario : MASTERLEM SAC
Atención : MASTERLEM SAC
Lugar de calibración : MASTERLEM SAC. Ubicado en la Av. Circunvalación s/n. Huachipa - Lima
Instrumento de medición : Balanza de funcionamiento no automático
Marca : OHAUS Clase : I
Número de serie : SND05732704 Tipo : Electrónica
Modelo : TS200S Código : No Indica.
Capacidad máxima : 200 g División de escala (d) : 0,001 g
División de verificación (e) : 0,001 g
Método de calibración : Procedimiento de calibración de balanzas de funcionamiento no automático clase I y clase II - PC 011 - Indecopi - cuarta edición
Temp.(°C) y H.R.(%) inicial : 23.2°C / 66%
Temp.(°C) y H.R.(%) final : 23.4°C / 64%
Patrones de referencia : Patrones utilizados, 01 juego de pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 1 - 500 g con certificado de calibración N° M-0306-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 20 mg con certificados de calibración N° M-0300-2021, M-0307-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 10 mg con certificado de calibración N° M-0299-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 50 mg con certificado de calibración N° M-0301-2021, 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 100 mg con certificado de calibración N° M-0302-2021, 02 pesas Mettler Toledo clase OIML F1 de 200 mg con certificado de calibración N° M-0303-2021 y M-0304-2021 y 01 pesa Mettler Toledo clase OIML F1 de 500 mg con certificado de calibración N° M-0305-2021. Con trazabilidad METROIL.
Número de páginas : 3
Fecha de calibración : 2021-05-03

Este certificado de calibración sólo puede ser difundido sin modificaciones y en su totalidad.

Las modificaciones y extractos del certificado necesitan autorización de CELDA EIRL.

El presente certificado sin firmas y sellos carece de validez.

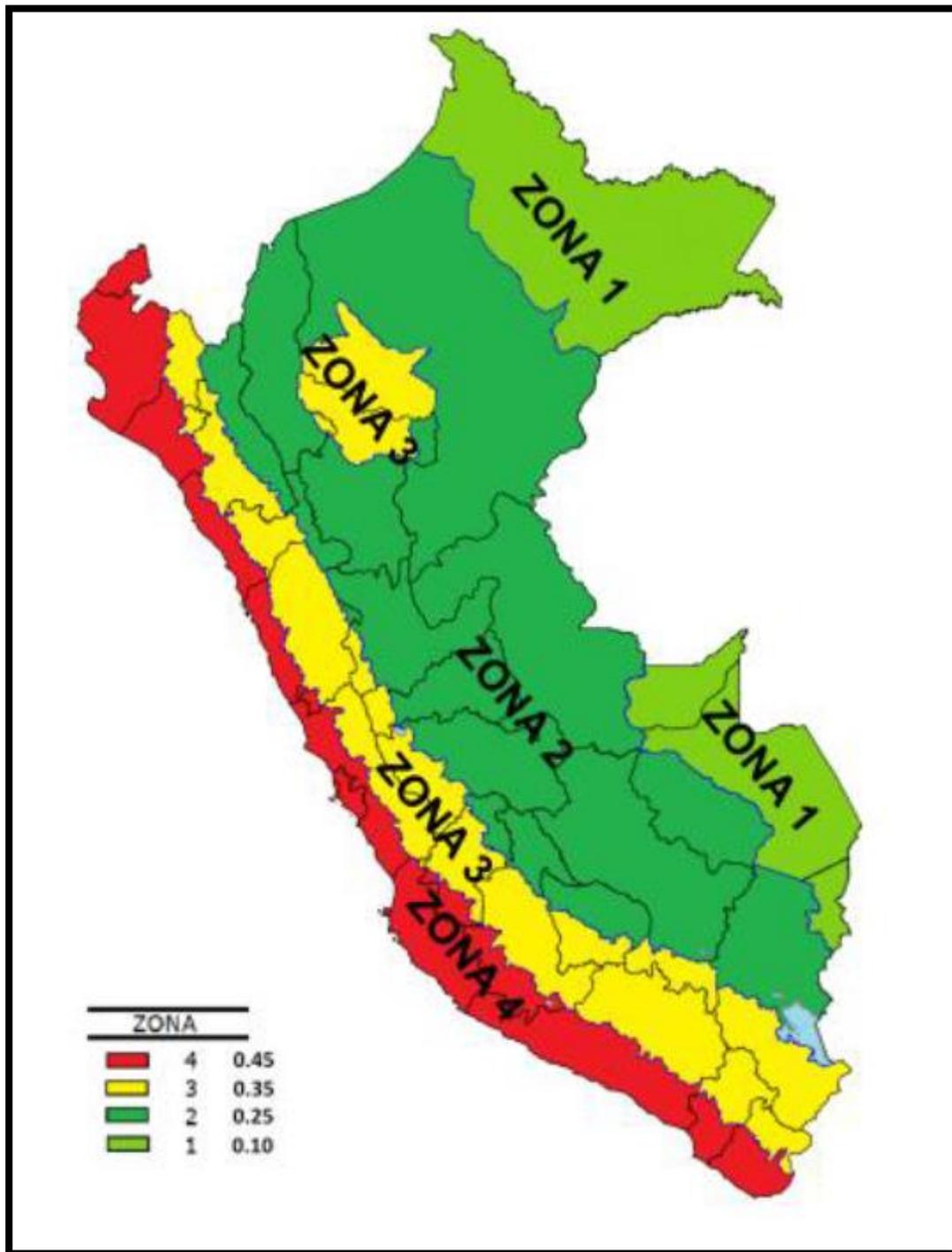
Sello	Fecha	Hecho por	Revisado por
	2021-05-10	 Vladimir Tello Torre TECNICO DE LABORATORIO	 JOSEPHARNALDO RUMICHE ORMEÑO INGENIERO CIVIL Reg. CIP. N° 89945

Metrado de carga.

METRADO DE CARGA - RNE E.020			
SOBRE - CARGA MUERTA			
LOSAS ALIGERADA	LADRILLO 30X30X15	65 Kg/m ²	165kgf/m²
	PESO	7.8	
	CANT/M ²	8.33	
	ACABADO	100 Kg/m ²	
LOSA MACIZA	ACABADO		100kgf/m²
MUROS	ALBAÑILERIA	500.175 Kg/m	692.175Kgf/ml
	ALTURA	2.85	
	ESPELOR	0.13	
	DENSIDAD	1350	
	TARRAJEO	192 kg/m	
	ALTURA	3.2	
	ESPELOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
MURO ALFEIZER concreto armado 175	CONCRETO 175KG/CM ²	312.5 kg/m	216kgf/ml
	ALTURA	1.25	
	ESPELOR	0.1	
	DENSIDAD	2500	
	TARRAJEO	60 kg/m	
	ALTURA	1	
	ESPELOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
BARANDA METALICA			14kgf/ml
MURO TECHO	CONCRETO 175KG/CM ²	150 kg/m	174/ml
	ALTURA	0.4	
	ESPELOR	0.15	
	DENSIDAD	2500	
	TARRAJEO	24 kg/m	
	ALTURA	0.4	
	ESPELOR	0.03	
	DENSIDAD	2000	
VIDRIO			64 Kgf/ml
CARGA VIVA			
PARA COLEGIOS	TECHOS INCLINACION < 3°	100 KGf/M ²	
	AULAS	250 KGf/M ²	
	CORREDORES Y ESC.	400 KGf/M ²	

Zonificación.

Figura N°35: ZONAS SISMICAS.



Fuente: RNE E.030.

Categorías de edificación.

Tabla N°19: Categoría de las Edificaciones y Factor de uso.

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

Fuente: RNE E.030.

Categoría de las edificaciones y sistemas estructurales.

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

(*) Para edificaciones con cobertura liviana se podrá usar cualquier sistema estructural.

Fuente: RNE E.030.

Coeficiente Básico de Reducción.

Tabla N° 7	
SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0 (*)
Acero:	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería Armada o Confinada	3
Madera	7(**)

Fuente: RNE E.030.

Tabla Irregularidades en Altura.

Tabla N°22: Irregularidades en altura

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,75
<p>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p> <p>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	0,50
<p>Irregularidad de Masa o Peso Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Irregularidad Geométrica Vertical La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	0,90
<p>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	0,80
Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad I_a
<p>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10) Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.</p>	0,60

Fuente: RNE E.030.

Tabla Irregularidades en planta.

Tabla N°23: Irregularidades en planta.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad I_p
<p>Irregularidad Torsional Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,75
<p>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10) Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (Δ_{max}) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (Δ_{prom}). Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
<p>Esquinas Entrantes La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	0,90
<p>Discontinuidad del Diafragma La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	0,85
<p>Sistemas no Paralelos Se considera que existe irregularidad cuando en cualquiera de las direcciones de análisis los elementos resistentes a fuerzas laterales no son paralelos. No se aplica si los ejes de los pórticos o muros forman ángulos menores que 30° ni cuando los elementos no paralelos resisten menos que 10% de la fuerza cortante del piso.</p>	0,90

Fuente: RNE E.030.

Restricciones de irregularidades.

Tabla N°24: Regularidad de edificaciones por zona.

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

Fuente: RNE E.030.

Calculo de Coeficiente de Corte basal.

RECOPIACION DE DATOS	
Z=	0.45
S3=S=	1.1
U =	1.50
Tp=	1.0
TL=	1.6
C=	2.50
Rx=	7
Ry=	6
Tx=	0.18
Ty=	0.18
MASA	780082.92 Kg
PESO=	7652.61 Kn
Cbx=	0.2652
Cby=	0.3094

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

C/R = 17.5

EXTRAIDO DE ROBOT

CMxx=	0.2652
CMyy=	0.3094
CVxx=	0.1326
CVyy=	0.1547

relacionado con el período undamental de vibración de la estructura (k).

T < 0.5 k = 1.0

Instrumento de recolección de datos.

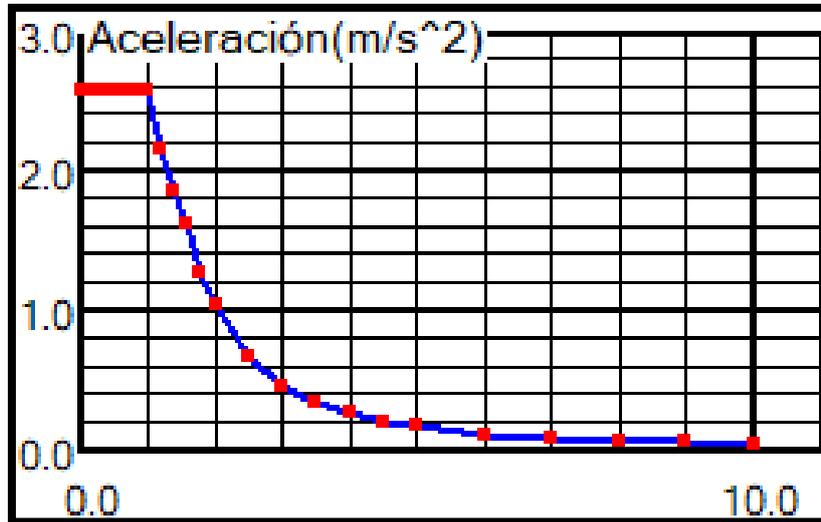
CALCULO DE ESPECTRO DE PSEUDO - ACELERACION					
Tabla N°1 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE ZONA "Z"	ZONA	Z			
	ZONA 4	0.45			
Tabla N°3 y N°4 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SUELO "S"	TIPO	DESCRIPCION	S	TP	Tl
	S3	SUELOS BLANDOS	1.10	1.00	1.60
Tabla N°5 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE USO "U"	CATEGORIA	U			
	"A" EDIF. ESENCIALES	1.50			
Tabla N°7 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
FACTOR DE SISTEMA ESTRUCTURAL	DIRECCION	SISTEMA ESTRUCTURAL	Ro		
	X-X	SISTEMA DUAL	7		
	Y-Y	MUROS ESTRUCTURALES	6		
Tabla N°8 Y N°9 (NORMA E030-2014/DS-003-2016)					
IRREGULARIDADES			DIR X-X	DIR Y-Y	
Irregularidad de Rigidez – Piso Blando			1	1	
Irregularidades de Resistencia – Piso Débil			1	1	
Irregularidad Extrema de Rigidez			1	1	
Irregularidad Extrema de Resistencia			1	1	
Irregularidad de Masa o Peso			1	1	
Irregularidad Geométrica Vertical			1	1	
Discontinuidad en los Sistemas Resistentes			1	1	
Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes			1	1	
IRREGULARIDAD EN ALTURA			1	1	
Irregularidad Torsional			1	1	
Irregularidad Torsional Extrema			1	1	
Esquinas Entrantes			1	1	
Discontinuidad del Diafragma			1	1	
Sistemas no Paralelos			1	1	
IRREGULARIDAD EN PLANTA			1	1	

ESPECTRO DE SEUDO-ACELERACION

	T	C	Sa X-X	Sa Y-Y
	0.0000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0010	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0020	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0030	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0040	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0050	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0060	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0080	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0100	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0120	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0140	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0160	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0180	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0200	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0400	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0600	2.5000	2.6014	3.0350
	0.0800	2.5000	2.6014	3.0350
	0.1000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.1200	2.5000	2.6014	3.0350
	0.1400	2.5000	2.6014	3.0350
	0.1600	2.5000	2.6014	3.0350
	0.1800	2.5000	2.6014	3.0350
	0.2000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.2500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.3000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.3500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.4000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.4500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.5000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.5500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.6000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.6500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.7000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.7500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.8000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.8500	2.5000	2.6014	3.0350
	0.9000	2.5000	2.6014	3.0350
	0.9500	2.5000	2.6014	3.0350
	1.0000	2.5000	2.6014	3.0350
	1.2000	2.0833	2.1678	2.5291
	1.4000	1.7857	1.8581	2.1678
	1.6000	1.5625	1.6259	1.8969
	1.8000	1.2346	1.2846	1.4988
	2.0000	1.0000	1.0406	1.2140
	2.5000	0.6400	0.6660	0.7770
	3.0000	0.4444	0.4625	0.5396
	3.5000	0.3265	0.3398	0.3964
	4.0000	0.2500	0.2601	0.3035
	4.5000	0.1975	0.2055	0.2398
	5.0000	0.1600	0.1665	0.1942
	6.0000	0.1111	0.1156	0.1349
	7.0000	0.0816	0.0849	0.0991
	8.0000	0.0625	0.0650	0.0759
	9.0000	0.0494	0.0514	0.0600
	10.0000	0.0400	0.0416	0.0486

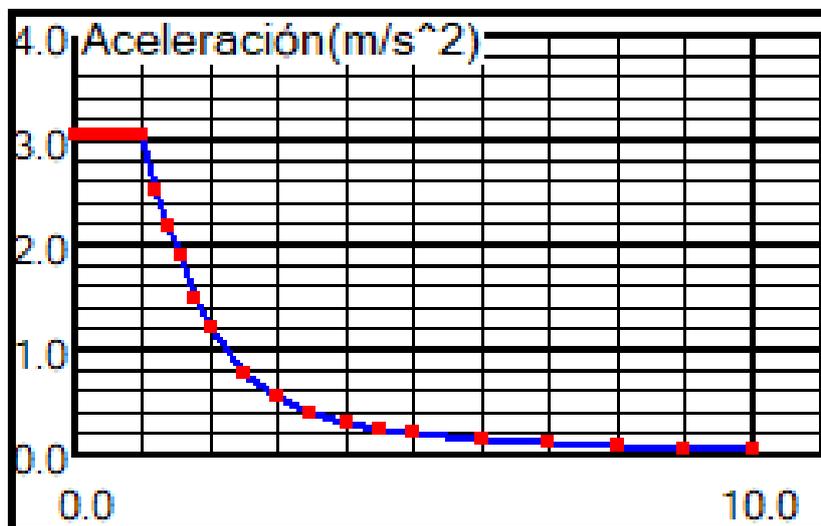
Espectro de Aceleración.

Tabla N°25: Espectro de aceleración X-X.



Fuente: Propia.

Tabla N°26: Espectro de aceleración Y-Y.



Fuente: Propia.

HOJA DE CALCULO.

Tabla N°27: Análisis estático y dinámico Robot.

Caso/Planta	G (x,y,z) (m)	FX (tf)	FY (tf)	MZ (tfm)	FX para los pilares (tf)	FX para los muros (tf)	FY para los pilares (tf)	FY para los muros (tf)
8 (C)/1	11.719 5.712 2.	216.481	-0.000	-8.529	140.138	76.343	-0.001	0.001
8 (C)/2	11.818 5.419 6.	137.024	0.000	-42.598	117.442	19.582	-0.003	0.003
8 (C)/3	11.719 6.258 9.	62.468	0.000	15.185	64.297	-1.829	-0.000	0.000
9 (C)/1	11.719 5.712 2.	0.000	252.561	6.815	0.018	-0.018	26.828	225.734
9 (C)/2	11.818 5.419 6.	-0.000	159.862	-9.018	0.020	-0.020	17.500	142.362
9 (C)/3	11.719 6.258 9.	-0.000	72.879	0.166	-0.001	0.001	13.456	59.423
11/ 1	11.719 5.712 2.	145.452	0.000	80.277	94.463	50.990	0.000	-0.000
11/ 2	11.818 5.419 6.	115.976	0.000	104.593	94.536	21.440	0.003	-0.003
11/ 3	11.719 6.258 9.	61.625	0.000	29.395	56.347	5.279	0.003	-0.003
14/ 1	11.719 5.712 2.	0.000	162.237	330.323	1.154	-1.154	14.376	147.861
14/ 2	11.818 5.419 6.	0.000	132.130	259.429	1.271	-1.271	10.157	121.973
14/ 3	11.719 6.258 9.	0.000	74.358	150.452	1.003	-1.003	7.077	67.281

Fuente: Propia.

	TOTAL	MURO		
EJE X-X	216.481	76.343	35% SISTEMA DUAL	Rx=7
EJE Y-Y	252.561	225.734	89% MURO ESTRUCTURAL	Ry=6

Tabla N°28: Calculo para escalar análisis dinámico.

EST	DIN	%	k	ESCALADO	%
216.481	145.452	67.2%	1.191	173.379	80.1%
137.024	115.976	84.6%	0.945	138.243	100.9%
62.468	61.625	98.7%	0.811	73.457	117.6%
252.561	162.237	64.2%	1.245	202.147	80.0%
159.862	132.13	82.7%	0.968	164.634	103.0%
72.879	74.358	102.0%	0.784	92.65	127.1%

Fuente: Propia.

Tabla N°29: Análisis dinámico escalado.

	PISO	FX (tf)	FY (tf)	MZ (tfm)	FX para los pilares (tf)	FX para los muros (tf)	FY para los pilares (tf)	FY para los muros (tf)
X	1	173.379	0	95.69	112.599	60.78	0.001	-0.001
	2	138.243	0	124.674	112.687	25.556	0.003	-0.003
	3	73.457	0	35.039	67.165	6.292	0.003	-0.003
Y	1	0	202.147	411.583	1.437	-1.437	17.912	184.235
	2	0	164.634	323.248	1.583	-1.583	12.655	151.978
	3	0	92.65	187.463	1.25	-1.25	8.818	83.832

Fuente: Propia.

HOJA DE CALCULO DERIVAS Y MODOS.

Tabla N°30: Calculo de derivas.

DERIVAS												
			UX (mm)	UY (mm)	dr UX (mm)	dr UY (mm)	d UX	d UY	Max UX (mm)	Max UY (mm)	Min UX (mm)	Min UY (mm)
DINAMICO	X	1	1.46	0.048	1.46	0.048	0.00036	0.000012	1.5	0.093	1.411	0
		2	2.609	0.085	1.149	0.037	0.000338	0.000011	2.681	0.166	2.523	0
		3	3.281	0.106	0.672	0.02	0.000198	0.000006	3.387	0.21	3.187	0
	Y	1	0.025	0.353	0.025	0.353	0.000006	0.000087	0.05	0.409	0.002	0.297
		2	0.046	0.695	0.022	0.342	0.000006	0.000101	0.095	0.805	0.001	0.587
		3	0.057	0.98	0.011	0.285	0.000003	0.000084	0.13	1.132	0.002	0.83
DINAMICO ESCALADO	X	1	1.74	0.057	1.74	0.057	0.00043	0.000014	1.789	0.111	1.682	0
		2	0	0	1.37	0.045	0.000403	0.000013	3.196	0.198	3.007	0
		3	0	0	0.8	0.024	0.000235	0.000007	4.037	0.251	3.798	0
	Y	1	0.031	0.439	0.031	0.439	0.000008	0.000109	0.062	0.509	0.002	0.371
		2	0	0	0.027	0.427	0.000008	0.000125	0.117	1.001	0.001	0.733
		3	0	0	0.013	0.355	0.000004	0.000105	0.16	1.408	0.002	1.037
			COEF.									
			Rx= 7	5.25			0.00043	0.00013				
			Ry= 6	4.5	ESCALADO		0.00226	0.00056				
					PASO		PASO					
			CONCRETO ARMADO		máx. =	0.007						

Fuente: Propia.

Tabla N°31: Calculo de Masa Participativa X-X

Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
5.02928	0.198836	88.968172	0	0	88.968172	0	0	613384.004	0	0
16.051149	0.062301	96.935151	0	0	7.96698	0	0	613384.004	0	0
25.857464	0.038674	98.259564	0	0	1.324413	0	0	613384.004	0	0
26.363186	0.037932	98.259721	0	0	0.000157	0	0	613384.004	0	0
27.975952	0.035745	98.648698	0	0	0.388976	0	0	613384.004	0	0
30.473973	0.032815	98.648701	0	0	0.000003	0	0	613384.004	0	0
31.191364	0.03206	98.656613	0	0	0.007912	0	0	613384.004	0	0
33.288095	0.030041	98.675037	0	0	0.018424	0	0	613384.004	0	0
36.180861	0.027639	98.675037	0	0	0	0	0	613384.004	0	0
		98.675037	MAYOR AL 90% DE MASA PARTICIPATIVA							

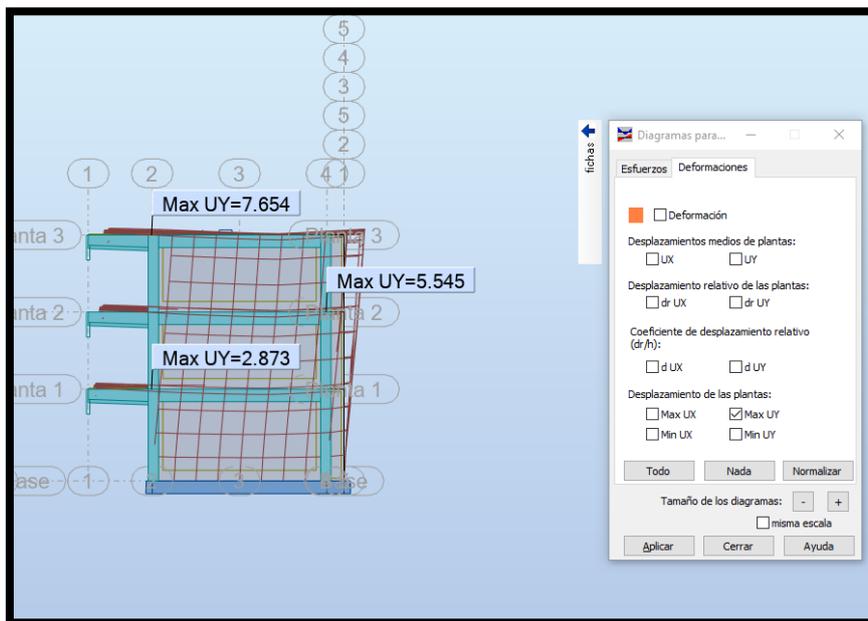
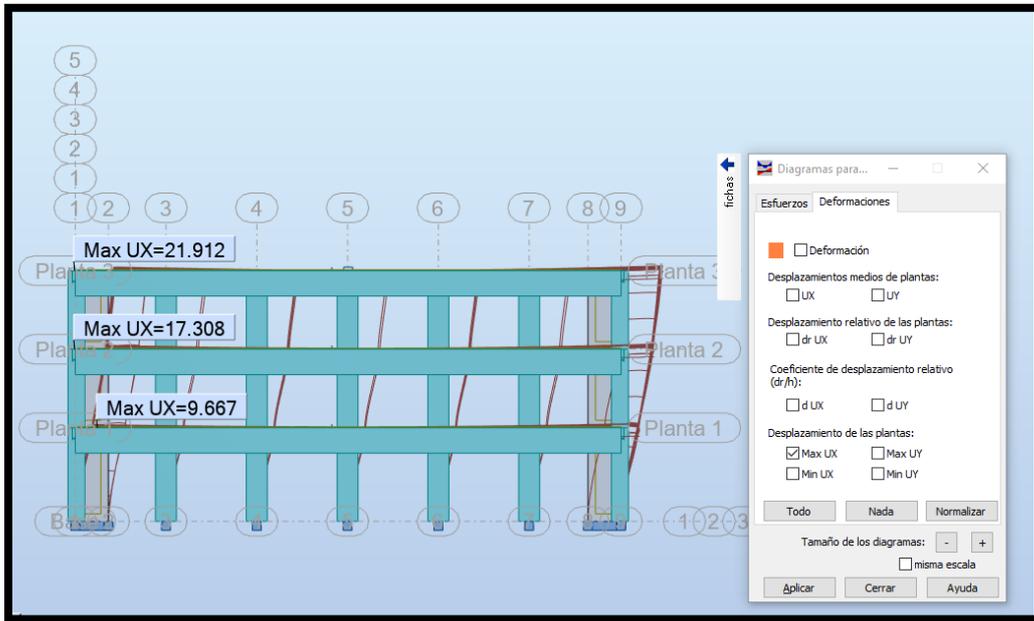
Fuente: Propia.

Tabla N°32: Calculo de Masa participativa Y-Y.

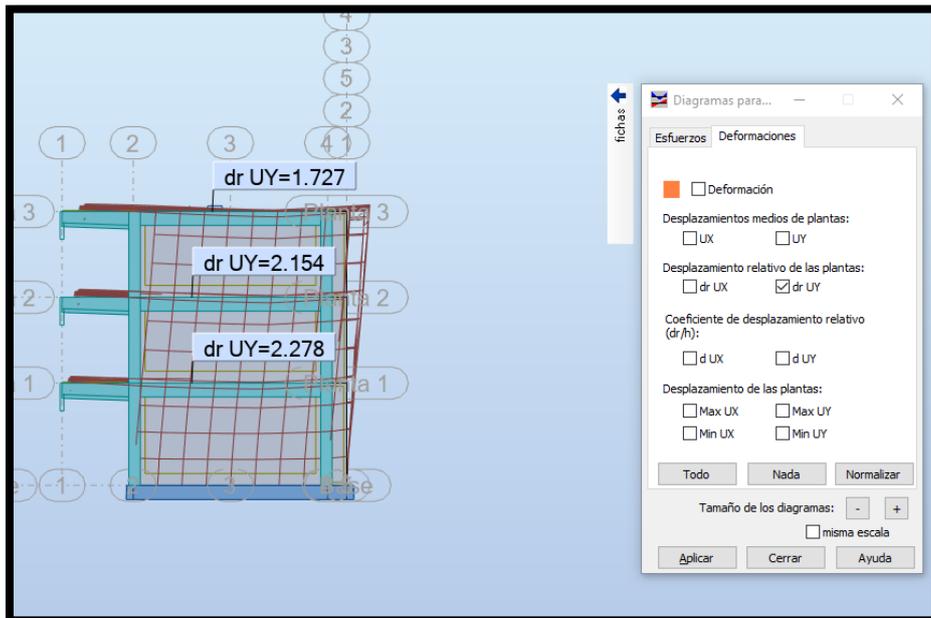
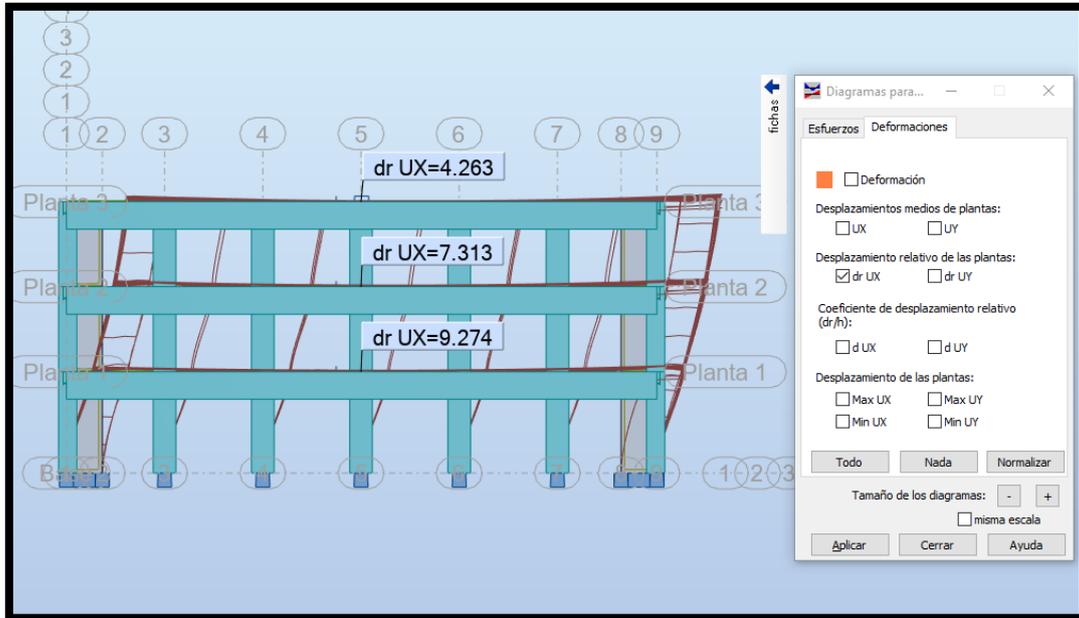
Frecuencia (Hz)	Período (sec)	. UX (%)	. UY (%)	. UZ (%)	Masas corr. UX (%)	Masas corr. UY (%)	Masas corr. UZ (%)	Total masas UX (kg)	Total masas UY (kg)	Total masas UZ (kg)
10.018553	0.099815	0	84.49423	0	0	84.49423	0	0	613384.004	0
16.231117	0.06161	0	85.260596	0	0	0.766366	0	0	613384.004	0
31.926261	0.031322	0	97.268924	0	0	12.008328	0	0	613384.004	0
51.298118	0.019494	0	97.348869	0	0	0.079944	0	0	613384.004	0
53.599303	0.018657	0	98.505856	0	0	1.156987	0	0	613384.004	0
87.172397	0.011472	0	98.509002	0	0	0.003146	0	0	613384.004	0
99.02334	0.010099	0	98.566217	0	0	0.057214	0	0	613384.004	0
114.316406	0.008748	0	98.576854	0	0	0.010637	0	0	613384.004	0
117.560954	0.008506	0	98.616578	0	0	0.039724	0	0	613384.004	0
			98.616578	MAYOR AL 90% DE MASA PARTICIPATIVA						

Fuente: Propia.

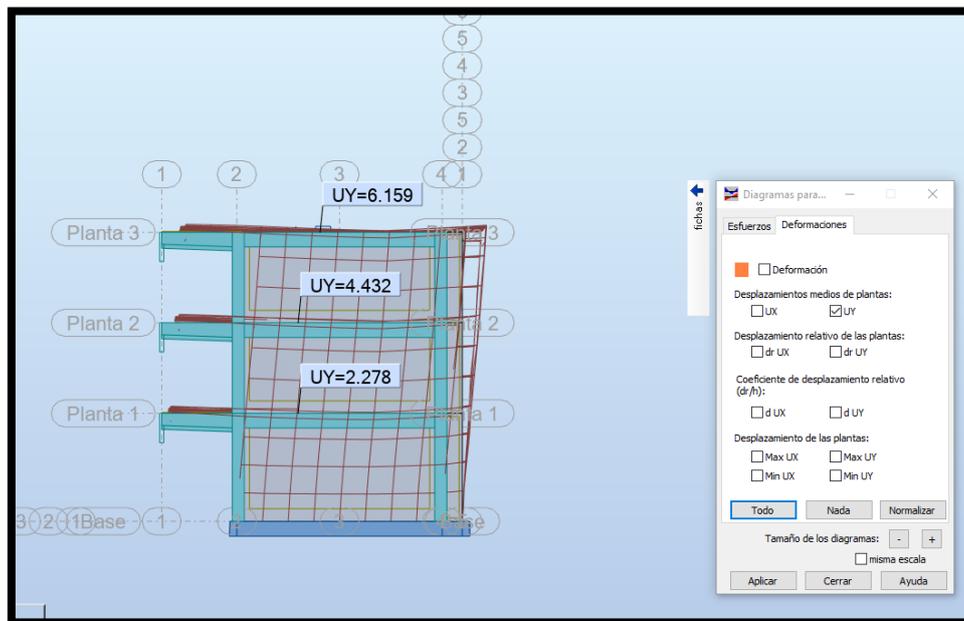
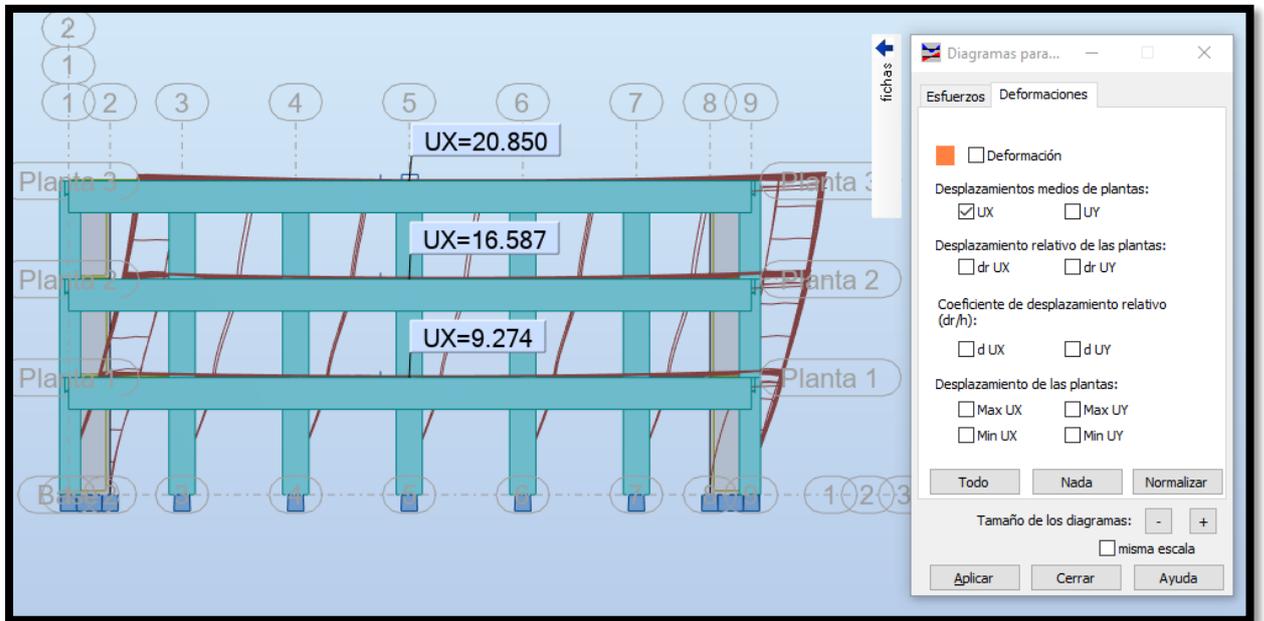
DESPLAZAMIENTOS MAXIMOS X-X Y Y-Y (ROBOT).



DESPLAZAMIENTOS RELATIVO X-X Y Y-Y (ROBOT).

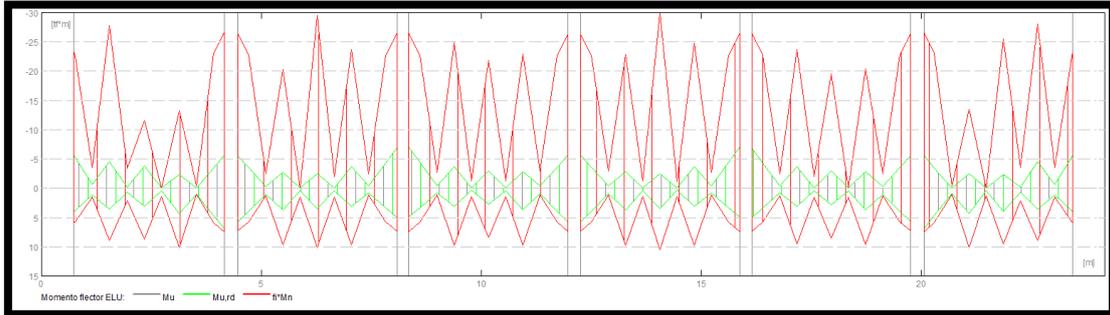


DESPLAZAMIENTOS MEDIOS X-X Y Y-Y (ROBOT).



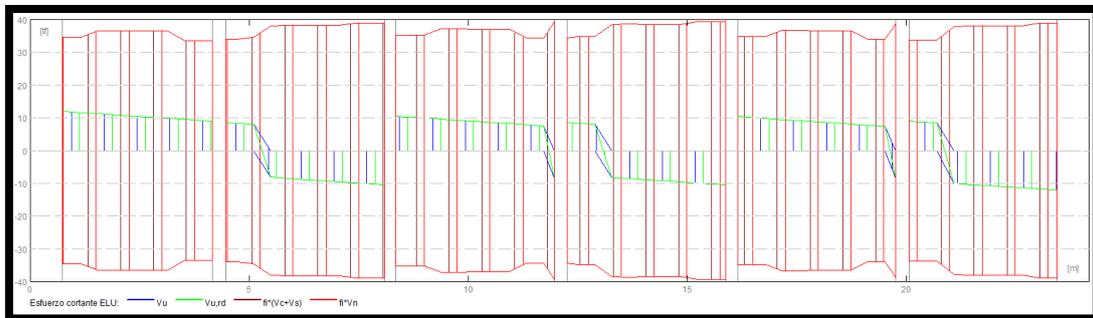
CALCULO VIGA V-100

Tabla N°33: Gráficos momento Viga V-100.



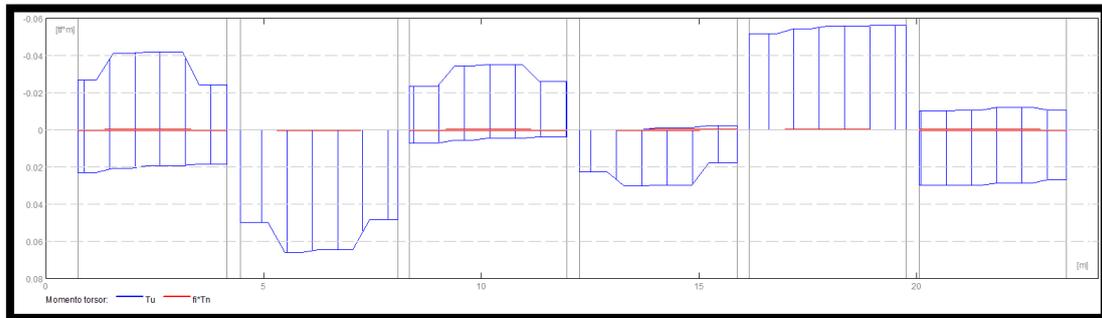
Fuente: Propia.

Tabla N°34: Gráficos Cortantes Viga V-100.



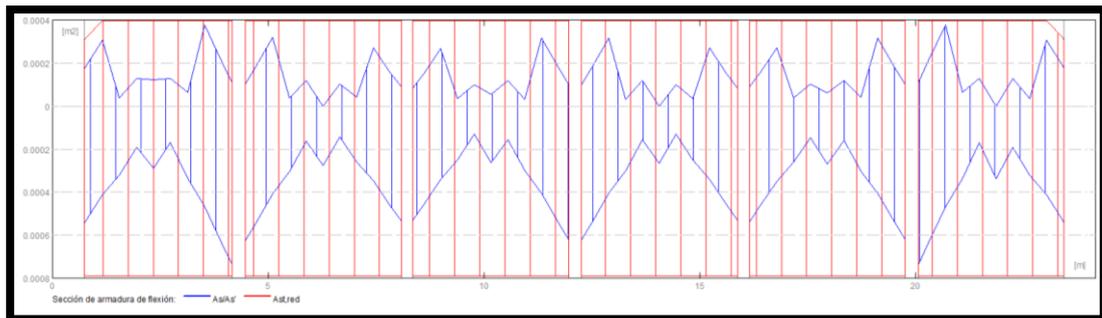
Fuente: Propia.

Tabla N°35: Gráficos Torsión Viga V-100.



Fuente: Propia.

Tabla N°33: Gráficos flexión Viga V-100.



Fuente: Propia.

CALCULO SECCION VIGA V-100

1 Nivel:

- Nombre : ---
- Cota de nivel : ---
- Tipo de ambiente : F0
- Resistencia al fuego : 0 (h)

2 Viga: Viga25...30

OK

2.1 Característica de los materiales:

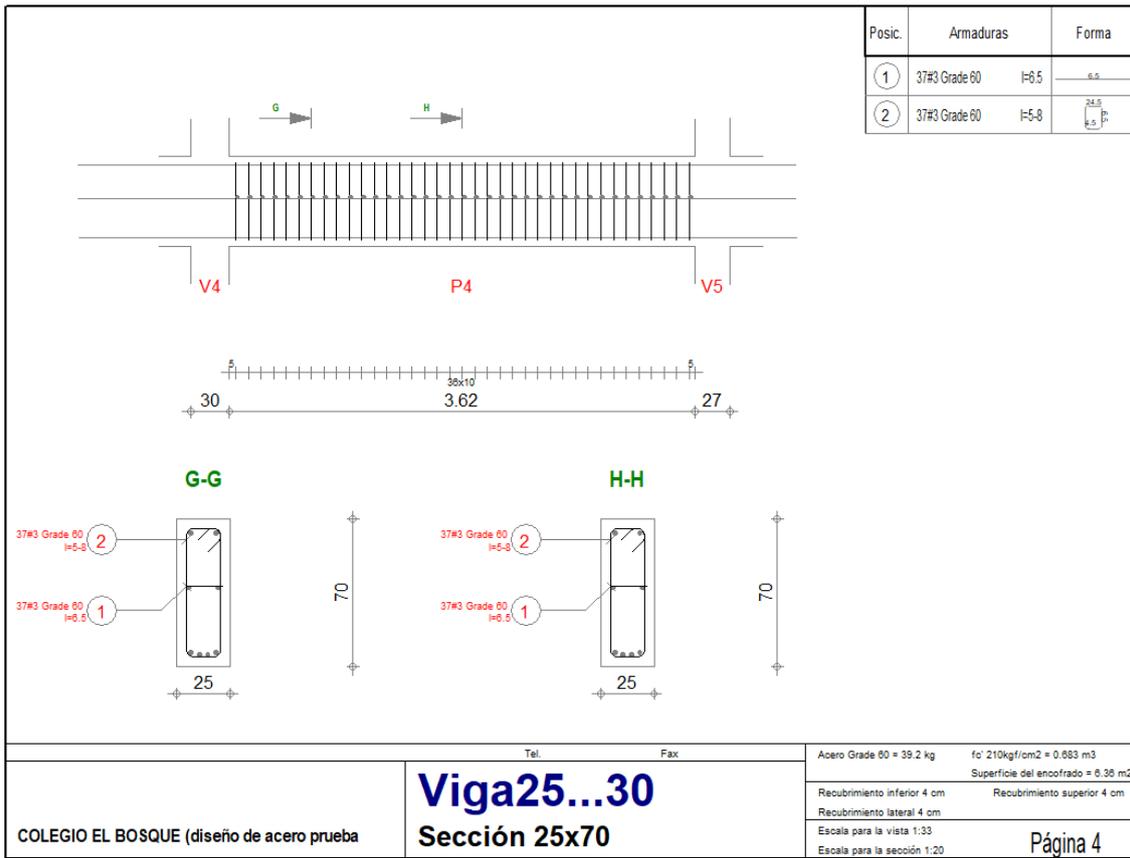
- Hormigón: : $F'c=210\text{kg/cm}^2$ $f_c = 210.062$ (kgf/cm²)
- Densidad : 2400.000 (kgf/m³)
- Armaduras longitudinales : Grade 60 $f_y = 4218.417$ (kgf/cm²)
- Armaduras transversales : Grade 60 $f_y = 4218.417$ (kgf/cm²)
- Armadura adicional: : Grade 60 $f_y = 4218.417$ (kgf/cm²)

2.2 Geometría:

Número de elementos idénticos: 1

2.2.1	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P1	Tramo	0.725	3.438	0.300
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 3.950$ (m)		
	Sección		de 0.000 a 3.438 (m) 25.000 x 70.000 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda		
2.2.2	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P2	Tramo	0.300	3.615	0.270
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 3.900$ (m)		
	Sección		de 0.000 a 3.615 (m) 25.000 x 70.000 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda		
2.2.3	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P3	Tramo	0.270	3.615	0.300
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 3.900$ (m)		
	Sección		de 0.000 a 3.615 (m) 25.000 x 70.000 (cm) Sin losa izquierda Sin losa izquierda		
2.2.4	Tramo	Posición	Ap. Izq. (m)	L (m)	Ap. Der. (m)
	P4	Tramo	0.300	3.615	0.270
	Longitud de cálculo:		$L_0 = 3.900$ (m)		
	Sección		de 0.000 a 3.615 (m) 25.000 x 70.000 (cm) Sin losa izquierda		

PLANO SECCION VIGA V-100



VISTA ALIGERADOS REVIT.

