

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación de metodología BIM en el Proyecto creación del servicio de
Educación Inicial N° 2222, Villa Santa María -Trujillo**

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería Estructural

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión De Proyectos De Construcción

Autor:

Aguado Cubas, Daniel

Jurado Evaluador:

Presidente: Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Secretario: Panduro Ramírez, Elka

Vocal: Chuquilin Delgado, María Florencia

Asesor: Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo – Perú.

2023

Fecha de Sustentación: 2023/03/13

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE INGENIERIA

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

**Aplicación de metodología BIM en el Proyecto creación del servicio de
Educación Inicial N° 2222, Villa Santa María -Trujillo**

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

Ingeniería de la Construcción, Ingeniería Urbana, Ingeniería Estructural

SUB LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión De Proyectos De Construcción

Autor:

Aguado Cubas, Daniel

Jurado Evaluador:

Presidente: Merino Martínez, Marcelo Edmundo

Secretario: Panduro Ramírez, Elka

Vocal: Chuquilin Delgado, María Florencia

Asesor: Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

Trujillo – Perú.

2023

Fecha de Sustentación: 2023/03/13

DEDICATORIA

A Dios, por haberme dado vida, sabiduría y fuerza durante todos estos años para poder obtener este logro.

A mis padres Héctor Aguado y Cristina Cubas quienes siempre me apoyaron y fueron ejemplos de vida para mí.

A mi abuela Blanca Mantilla y hermano Héctor Aguado quienes siempre me apoyaron incondicionalmente.

AGRADECIMIENTO

A Dios por todo el cuidado y protección que me brindó hasta ahora.

A mis padres Héctor y Cristina por su confianza, consejos, valores y principios que me han inculcado.

A mis docentes por haber compartido sus conocimientos, que aplico en mi día a día.

RESUMEN

El sector construcción en el Perú, según el informe (OGETIC, 2021) de El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo es uno con el mayor número de accidentes e incidentes laborales por lo que realizar un adecuado Plan de Seguridad y Salud en el trabajo es responsabilidad de todos los profesionales involucrados en la materia.

La presente investigación tuvo como objetivo principal aplicar la tecnología BIM en la gestión de riesgos laborales en el proyecto creación del servicio de Educación Inicial N° 2222 ya que dicho proyecto no contaba con un Plan de SST que minimice los riesgos en el trabajo.

Esta investigación tuvo como partida el análisis de las partidas y planos estructurales del proyecto de creación del servicio de Educación Inicial N° 2222 detectando los posibles riesgos y la creación de una matriz IPERC para la mitigación de los mismos, se continuó con el modelamiento y detallado estructural con el software Revit 2022 para luego realizar un detallado aparte de las estructuras con los filtros necesarios para la detección de riesgos en un modelo 4D. A continuación, se propuso medidas de seguridad preventivas y finalmente se realizó una comparación a modo de resumen de los logros obtenidos.

Se concluyó que la implementación BIM en conjunto de una matriz IPERC son necesarias para la elaboración de un plan de Seguridad y Salud en trabajo con todos los beneficios de interoperabilidad, actualizaciones en tiempo real y mejor toma de decisiones que ofrece la metodología BIM.

Palabras claves: Building Information Modeling (BIM), Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles (IPERC), Modelado y detallado estructural.

ABSTRACT

The construction sector in Perú, according to the report (OGETIC, 2021) of the Ministry of Labour and Employment Promotion is one of the sectors with the highest number of accidents and incidents at work, which is the responsibility of all the professionals involved in the industry.

The main objective of this investigation was the application of BIM technology in the management of occupational risks in the project for the creation of the Initial Education Service No. 2222, since this project did not have an OSH Plan to minimise occupational risks.

This research started with the analysis of the items and structural plans of the project for the creation of the Initial Education Service No. 2222, detecting the potential risks and the creation of an IPERC matrix to mitigate them, followed by structural modelling and detailing with Revit 2022 software to then carry out a separate detailing of the structures with the necessary filters for the detection of risks in a 4D model. Afterwards, preventive safety measures were proposed and finally a comparison was made to summarise the achievements.

Finally, it was concluded that the implementation of BIM together with an IPERC matrix are essential for the elaboration of a Safety and Health at Work plan with all the benefits of interoperability, real time updates and better decision making offered by the BIM methodology.

Keywords: Building Information Modelling (BIM), Occupational Safety and Health (OSH), Identification of Hazards and the Evaluation of Risks and Controls (IPERC), Modelling and structural detailing.

PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

En conformidad y cumplimiento a los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y el Reglamento Interno de la Facultad de Ingeniería para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, ponemos a su disposición la presente tesis titulada:

“Aplicación de metodología BIM en el Proyecto creación del servicio de Educación Inicial N° 2222, Villa Santa María -Trujillo”.

La presente tesis ha sido desarrollada con la herramienta de la tecnología BIM que es el software Revit 2022, el cual cuenta con herramientas de gestión en todos los campos como constructivo, estructural, de diseño y riesgos para todo el ciclo de vida del proyecto. Se tomó en cuenta los conocimientos adquiridos durante toda la formación profesional y en esta etapa bajo la asesoría del Ingeniero asesor Lucio Medina Carbajal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
PRESENTACIÓN	viii
ÍNDICE DE CONTENIDO	ix
ÍNDICE DE TABLA	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
I. INTRODUCCIÓN	19
1.1. Problema de Investigación	19
1.2. Objetivos	20
1.2.1. <i>Objetivo General</i>	20
1.2.2. <i>Objetivos Específicos</i>	20
1.3. Justificación del estudio	20
II. MARCO DE REFERENCIA	22
2.1. Antecedentes del estudio	22
2.1.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	22
2.1.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	23
2.1.3. <i>Antecedentes locales</i>	24
2.2. Marco Teórico	24
2.2.1. <i>Building Information Modeling (BIM)</i>	24
2.2.2. <i>Breve Historia</i>	25
2.2.3. <i>BIM en el Mundo</i>	26
2.2.4. <i>BIM en el Perú</i>	26

2.2.5. <i>Beneficios BIM</i>	27
2.2.6. <i>Prevención de Riesgos Laborales</i>	28
2.3. Marco Conceptual	30
2.4. Sistema de Hipótesis	31
III. METODOLOGÍA EMPLEADA	32
3.1. Tipo y nivel de investigación	32
3.1.1. <i>De acuerdo a la orientación o finalidad</i>	32
3.1.2. <i>De acuerdo a la técnica de contrastación</i>	32
3.2. Población y muestra del estudio	32
3.2.1. <i>Población</i>	32
3.2.2. <i>Muestra</i>	32
3.3. Diseño de Investigación	32
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación	33
3.5. Procesamiento y análisis de datos.....	34
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	35
4.1. Análisis e interpretación de resultados	35
4.1.1. <i>Evaluación de las partidas de Estructuras del Proyecto de edificación</i>	35
4.1.2. <i>Implementación de la tecnología BIM a la Gestión de riesgos en la fase de Diseño del Proyecto</i>	36
4.1.3. <i>Comparación para determinar los beneficios y mejoras de la Tecnología BIM en la Gestión de Riesgos Laborales</i>	46
4.2. Docimasia de hipótesis	50
V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	51
5.1. Para la fase de Movimiento de tierras	51
5.2. Para la fase de Cimentación.....	53
5.3. Para la fase de Hormigado	55
5.4. Para la fase de Estructuras	57

CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	63

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1	33
Tabla 2	40
Tabla 3	45
Tabla 4	51
Tabla 5	53
Tabla 6	55
Tabla 7	57

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1	41
Ilustración 2	42
Ilustración 3	47
Ilustración 4	48
Ilustración 5	49
Ilustración 6	50
Ilustración 7	52
Ilustración 8	54
Ilustración 9	56
Ilustración 10	58

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1.....	63
ANEXO 2.....	64
ANEXO 3.....	65
ANEXO 4.....	66
ANEXO 5.....	67
ANEXO 6.....	68
ANEXO 7.....	69
ANEXO 8.....	70
ANEXO 9.....	71
ANEXO 10.....	72
ANEXO 11.....	73
ANEXO 12.....	74
ANEXO 13.....	75
ANEXO 14.....	75
ANEXO 15.....	76
ANEXO 16.....	76
ANEXO 17.....	77
ANEXO 18.....	77
ANEXO 19.....	78
ANEXO 20.....	78
ANEXO 21.....	79
ANEXO 22.....	79
ANEXO 23.....	80
ANEXO 24.....	80
ANEXO 25.....	81
ANEXO 26.....	81
ANEXO 27.....	82
ANEXO 28.....	82
ANEXO 29.....	83
ANEXO 30.....	83
ANEXO 31.....	84
ANEXO 32.....	84
ANEXO 33.....	85

ANEXO 34.....	85
ANEXO 35.....	86
ANEXO 36.....	86
ANEXO 37.....	87
ANEXO 38.....	87
ANEXO 39.....	88
ANEXO 40.....	88
ANEXO 41.....	89
ANEXO 42.....	89
ANEXO 43.....	90
ANEXO 44.....	90
ANEXO 45.....	91
ANEXO 46.....	91
ANEXO 47.....	92
ANEXO 48.....	92
ANEXO 49.....	93
ANEXO 50.....	93
ANEXO 51.....	94
ANEXO 52.....	94
ANEXO 53.....	95
ANEXO 54.....	95
ANEXO 55.....	96
ANEXO 56.....	96
ANEXO 57.....	97
ANEXO 58.....	97
ANEXO 59.....	98
ANEXO 60.....	98
ANEXO 61.....	99
ANEXO 62.....	99
ANEXO 63.....	100
ANEXO 64.....	100
ANEXO 65.....	101
ANEXO 66.....	101
ANEXO 67.....	102

ANEXO 68.....	102
ANEXO 69.....	103
ANEXO 70.....	103
ANEXO 71.....	104
ANEXO 72.....	104
ANEXO 73.....	105
ANEXO 74.....	105
ANEXO 75.....	106
ANEXO 76.....	106
ANEXO 77.....	107
ANEXO 78.....	107
ANEXO 79.....	108
ANEXO 80.....	108
ANEXO 81.....	109
ANEXO 82.....	109
ANEXO 83.....	110
ANEXO 84.....	110
ANEXO 85.....	111
ANEXO 86.....	111
ANEXO 87.....	112
ANEXO 88.....	112
ANEXO 89.....	113
ANEXO 90.....	113
ANEXO 91.....	114
ANEXO 92.....	114
ANEXO 93.....	115
ANEXO 94.....	115
ANEXO 95.....	116
ANEXO 96.....	116
ANEXO 97.....	117
ANEXO 98.....	117
ANEXO 99.....	118
ANEXO 100.....	118
ANEXO 101.....	119

ANEXO 102.....	119
ANEXO 103.....	120
ANEXO 104.....	120
ANEXO 105.....	121
ANEXO 106.....	121
ANEXO 107.....	122
ANEXO 108.....	122
ANEXO 109.....	123
ANEXO 110.....	123
ANEXO 111.....	124
ANEXO 112.....	124
ANEXO 113.....	125
ANEXO 114.....	125
ANEXO 115.....	126
ANEXO 116.....	126
ANEXO 117.....	127
ANEXO 118.....	127
ANEXO 119.....	128
ANEXO 120.....	128
ANEXO 121.....	129
ANEXO 122.....	129
ANEXO 123.....	130
ANEXO 124.....	130
ANEXO 125.....	131
ANEXO 126.....	131
ANEXO 127.....	132
ANEXO 128.....	132
ANEXO 129.....	133
ANEXO 130.....	133
ANEXO 131.....	134
ANEXO 132.....	134
ANEXO 133.....	135
ANEXO 134.....	135
ANEXO 135.....	136

ANEXO 136.....	136
ANEXO 137.....	137
ANEXO 138.....	137
ANEXO 139.....	138

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Problema de Investigación

Los riesgos en el sector construcción son el dolor de cabeza de muchos profesionales de la materia, por lo que buscar la forma de prevenirlos o mitigarlos es una parte fundamental de todo proyecto para asegurar la integridad física, social y psicológica de todos los colaboradores.

La prevención de riesgos se da todo el mundo: en todo trabajo, planta, almacén, fábrica y otros lugares donde se desarrollan actividades económicas con el fin de evitar lesiones o pérdidas humanas. La (Organización Internacional del Trabajo, 1996) pide redoblar los esfuerzos para reducir el número de accidentes y enfermedades profesionales, que están aumentando en muchos países, y fortalecer la cooperación internacional para prevenir nuevos riesgos químicos y ambientales en el lugar de trabajo. Según la OIT, la tasa mundial de accidentes laborales mortales ronda los seis por cada 100.000 trabajadores, lo que advierte que este promedio esconde incrementos más dramáticos en ciertas industrias como la construcción. De hecho, estas industrias registran 10 o incluso 20 veces más muertes relacionadas con el trabajo.

En el Perú, el sector construcción tiene un índice de siniestralidad elevado, ya que, según el informe (OGETIC, 2021) de El Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo la cantidad de accidentes de trabajo durante el 2021 fue de 3644, de los cuales 24 fueron mortales. Estas cifras se mantienen más o menos igual desde 2016 y confirman que se trata de uno de los programas de mayor riesgo para la seguridad e integridad de los empleados.

En la ciudad de Trujillo se vienen desarrollando proyectos de edificación con fines educativos como colegios, los cuales deben cumplir con la normativa establecida por el Ministerio de Educación, sin embargo, estos deben también incluir en su etapa de proyecto un estudio de Riesgos Laborales para minimizar contratiempos durante su ejecución. Estos proyectos se originan con un estudio de arquitectura, elaboración de planos bidimensionales donde todas las especialidades van incluyendo capas al diseño base. Esto ocasiona que se presenten muchas interferencias e imprevistos durante su ejecución y que su pronta solución sea improvisada, provocando un aumento de presupuesto, contratiempos y posibles accidentes laborales.

Dicho todo esto, el objetivo principal de este proyecto es aplicar la tecnología BIM como una estrategia que permita, desde la fase de proyecto, mitigar los riesgos laborales en la partida de Estructuras del proyecto de edificación.

Finalmente, el problema de la presente investigación es ¿Cuál es la aplicación de la metodología BIM en el Proyecto creación del servicio de Educación Inicial N° 2222, Villa Santa María -Trujillo?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo General

Aplicar la metodología BIM en el Proyecto creación del servicio de Educación Inicial N° 2222, Villa Santa María -Trujillo.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Evaluar las partidas de Estructuras del Proyecto de edificación identificando los riesgos laborales.
- Implementar la tecnología BIM a la Gestión de riesgos en la fase de Diseño del Proyecto.
- Realizar la comparación para determinar los beneficios y mejoras de la Tecnología BIM en la Gestión de Riesgos Laborales.

1.3. Justificación del estudio

De forma técnica, el objetivo es introducir la gestión de prevención de Riesgos Laborales en la fase de diseño de las partidas de Estructuras del proyecto Creación del Servicio de Educación Inicial Escolarizada N° 2222 en la ciudad de Trujillo, con lo que se busca minimizar los riesgos y peligros. Ya que el proyecto no cuenta con una Gestión de Riesgos, se hará esta implementación.

Desde un punto de vista tecnológico, el enfoque BIM es una estrategia conocida mundialmente como una herramienta fundamental en la industria de la construcción, y su implementación en el desarrollo de proyectos reducirá el riesgo y protegerá así la integridad de los socios. Ahora, como medida de precaución, estamos buscando nuevas herramientas que ayuden a mejorar esta gestión, ya que tenemos una de las tasas de accidentes e incidentes más altas de la industria en el país.

Por otra parte, legalmente el Perú no es la excepción a la práctica de esta tecnología, ya que ahora las empresas privadas y el gobierno con las

(Normas Legales, N° 30225, 2019) aprueba la incorporación progresiva de B.I.M. en la inversión pública. Lo que se busca con esta investigación es que más adelante se pueda usar como antecedente para la gestión de Riesgos Laborales en las distintas empresas del mismo rubro y también como ayuda bibliográfica.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

Según (Deaza Mora, Briceño Penagos, & Deaza Mora, 2021); en su investigación “MODELO BIM (BUILDING INFORMATION MODELING) PARA EL ANÁLISIS DE RIESGOS LABORALES Y LA INCORPORACIÓN DE MEDIDAS PREVENTIVAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS UNIFAMILIARES. CASO SIMULADO EN EL MUNICIPIO DE VILLAPINZÓN CUNDINAMARCA”, en la presente investigación se tiene como objetivo desarrollar una propuesta de seguridad y salud en el trabajo, empleando la metodología BIM (Building Information Modeling) para el estudio y análisis de riesgos laborales, y la incorporación de medidas preventivas en la construcción de la vivienda unifamiliar ubicada en el municipio de Villapinzón Cundinamarca por medio de la identificación de peligros y su puntuación seguido de una identificación de nivel de riesgo para finalmente realizar la simulación del Modelo 8D con la metodología BIM e incorporar las medidas preventivas para minimizar los riesgos laborales. La presente investigación concluyó que en la encuesta actual los peligros más representativos son 33% condiciones seguras, seguido de peligros biomecánicos 22%, peligros biológicos 19%, fenómenos naturales 11%, peligros físicos 7%, se concluyó un peligro psicosocial del 6%. Asimismo, al aplicar la metodología BIM, los peligros y riesgos que existen desde la concepción hasta la finalización del proyecto se pueden definir como controles dirigidos a la eliminación, reemplazo o gestión del riesgo dirigido a evitar que ocurran accidentes, indica que se puede gestionar con y la aparición de enfermedades profesionales.

Según (Mendoza & Mosquera, 2019); en su investigación “INTEGRACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM CON LA GESTIÓN DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN DE ACTIVOS (FACILITY MANAGEMENT), EN UN CASO DE ESTUDIO: SISTEMA DE ILUMINACIÓN DEL EDIFICIO DE INVESTIGACIÓN Y LABORATORIO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA”, el propósito de este estudio es integrar procesos BIM colaborativos en la gestión de instalaciones, permitiendo la operación y el mantenimiento sincronizados de los sistemas de iluminación de los edificios de investigación y laboratorio de la Pontificia Universidad

Javeriana a través de la planificación de la ejecución BIM y el diseño de la propuesta posterior. Proceso de transferencia de datos e información de BIM requerido para que el gerente de la instalación finalmente envíe la propuesta de implementación a la Autoridad de Administración y Construcción del Campus Pontificia Universidad Javeriana. La investigación actual muestra que la aplicación correcta y adecuada de la metodología de modelado de información de construcción a las prácticas de gestión de instalaciones puede controlar la comprensión y la comunicación de los datos y la información requerida por los administradores de instalaciones para ahorrar tiempo, calidad y tiempo. Concluí que sería posible optimizar. Seguridad y costes de operación y mantenimiento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Según (Montalvo Alvarez, 2021); en su investigación “APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA BIM A LA GESTIÓN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES EN EL PROYECTO COCINA INDUSTRIAL- AREQUIPA 2020”, el presente estudio tiene como finalidad aplicar la tecnología BIM a la gestión de la prevención de riesgos laborales en el proyecto Cocina Industrial-Arequipa, en base a realizar una comparación previa y final para determinar los beneficios alcanzados. Una investigación actual revela que la empresa no planificó durante la fase de diseño y presentó más de 20 informes de condiciones deficientes para cada uno de sus últimos cinco proyectos. Además, se realizó una validación del antes y el después y se identificaron 265 riesgos laborales al inicio del proyecto, de los cuales 230 fueron de importancia moderada y no se pudieron lograr mediante la implementación adecuada de la tecnología BIM para la gestión de riesgos laborales. se concluyó que el riesgo era aceptable. Riesgos a abordar durante la fase de desarrollo o diseño.

Según (Gala Huamanchahua, 2018); en su investigación “METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS EN APOYO A LA ACTIVIDAD ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNI PARA GESTIONAR INCOMPATIBILIDADES”, mediante esta investigación se tiene como objetivo aplicar la metodología BIM en el proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS EN APOYO A LA ACTIVIDAD ACADEMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNI” con el fin de gestionar incompatibilidades, aplicando la tecnología BIM en la programación

luego en la identificación de interferencias para finalmente implementar BIM en el control de obra del proyecto. La presente investigación concluyó que aplicando la tecnología BIM, en total se encontraron 55 trastornos, de los cuales el 10% correspondió al tipo de contenido, es decir daría lugar a cambios significativos en el proyecto y el 90% eran de tipo no esencial, es decir, podrían haber sido sin cambios significativos durante el proyecto. El resultado de la ejecución del proyecto y la tecnología BIM asegura una correcta coordinación entre profesiones, porque cada profesional trabaja según su modelo profesional y cuando se realizan cambios o modificaciones, inmediatamente se actualiza en todas las vistas, siempre que exista una conexión de actualización a internet.

2.1.3. Antecedentes locales

Para el desarrollo de la siguiente investigación, únicamente se pudo encontrar el siguiente antecedente.

Según (Góngora Oviedo & Flores Ascate, 2022); en su investigación “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LOS COSTOS Y RIESGOS EN EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA RAYOS DEL SOL-ICA”, mediante esta investigación se tuvo como objetivo implementar la metodología BIM en el proyecto de habilitación urbana rayos del Sol-Ica mediante un análisis del presupuesto y cronograma para obtener el valor ganado en función de comparar el costo real versus los valores planeados y los trabajos terminados para finalmente determinar los indicadores de eficiencia que son el Índice de rendimiento de costo (CPI) y el Índice de rendimiento del cronograma (SPI). La presente investigación concluyó que la estimación de costos del proyecto está dividida en dos sub presupuestos: la Habilitación Urbana y viviendas, y que las dos juntas hacen un presupuesto total de S/. 7'003,641.49 para la proyección de 390 viviendas y que el valor ganado al mes 12 fue de S/7,003,641.49; por lo que con el control de obra mensual se pudo evitar mayor pérdida en el proyecto. Además, que en mes 12 el SV es 0 por lo que el ritmo del proyecto es el ritmo previsto de presupuesto y el CV es menor a 0, por lo que el proyecto está costando más que lo esperado.

2.2. Marco Teórico

2.2.1. Building Information Modeling (BIM)

Es una representación virtual de los aspectos físicos y funcionales de la infraestructura que brinda una base confiable para la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto, desde la concepción o el concepto hasta la demolición. Un principio fundamental de BIM es la participación de todas las partes interesadas en las diferentes fases y etapas del ciclo de construcción para insertar, recuperar, actualizar o cambiar información para que pueda respaldar y reflejar los roles de las partes interesadas. Cabe señalar que para la correcta implementación del sistema BIM, cada proceso debe planificarse en detalle para que todos los participantes del proyecto puedan realizar con éxito el valor del modelo existente.

La (Universidad Isabel I, 2021) indica para los conceptos de BIM lo siguiente:

BIM es el acrónimo de Building Information Modelling, para definir esta nueva metodología de trabajo colaborativa utilizaremos cada una de las palabras que forman este acrónimo.

La designación B "Building" se refiere no solo al modelo o construcción de la infraestructura, sino también a todo el ciclo de vida. El uso de BIM va mucho más allá de las diversas fases de un proyecto, cubre todo el proceso de ejecución del proyecto y abarca todo el ciclo de vida del proyecto.

La designación I significa "Information", y este modelo digital es una fuente confiable de información compartida para la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del proyecto. Todos estos datos estarán correlacionados, por lo que cualquier cambio en una parte seguirá afectando a todo el modelo.

La designación M significa "Modelling" o modelado, y BIM se basa en el uso de modelos informáticos que representan todos los elementos de un proyecto, desde sus materiales de construcción hasta su sistema envolvente, creando un modelo virtual del proyecto, incluidos todos los físicos. y propiedades funcionales en modelos paramétricos y 3D. (pág. 13)

2.2.2. Breve Historia

Es en 1975 que por primera vez se usa el término "Building Description System" por el docente "Chuck Eastman" del Instituto Tecnológico de Georgia.

En 1984, el arquitecto "Phil Bernstein" fue quien uso por primera vez el término actual de BIM. Luego el analista industrial Jerry Laiserin aportó en la estandarización y a hacer conocido el nombre para su uso digital en cada

proceso de construcción con la finalidad de realizar el intercambio de data en representaciones digitales.

A partir de 1985, en Estados Unidos, Diehl Graphsoft desarrolló Vectorworks, uno de los primeros programas de CAD y uno de los primeros programas de software de modelado 3D y la primera aplicación CAD multiplataforma. Vectorworks fue uno de los primeros en introducir capacidades BIM.

2.2.3. BIM en el Mundo

La tecnología BIM viene ganando terreno aceleradamente el enfrentarse a los proyectos. Su aplicación en Estados Unidos fue directa a los grandes proyectos públicos desde un 49% en el año 2009 a un 71% en el año 2012 ya que cada vez más empresas utilizan esta tecnología.

Actualmente los países como Alemania, Francia, Canadá y Reino Unido son los más grandes exponentes en el uso de BIM como una importante estrategia en proyectos de construcción.

Además, según (McGraw-Hill Construction, 2014), en su estudio indica que Norte América es uno de los destinos idóneos, por su dominio y pericia referido a la metodología BIM, seguido de Corea del Sur y Europa.

2.2.4. BIM en el Perú

En el año 2012 se implementó el Comité BIM (CAPECO, 2018) del Instituto de la Construcción y Desarrollo (ICD) el cual está integrado por proyectistas y constructores de todo el país con la finalidad de impulsar el uso del modelamiento de los proyectos BIM, difundir la importancia de las herramientas, experiencias, información y conclusiones de la aplicación de BIM, promover capacitaciones aplicables en todas las áreas para lograr integrar la participación de todas las empresas.

El Plan BIM Perú es una medida de política introducida en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad (PNCP), impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas, la cual define la estrategia de adopción progresiva de la metodología BIM a partir de generar un marco normativo e institucional para su implementación, así como una estrategia para la elaboración de estándares y metodologías aplicables a la inversión pública (Normas Legales, N° 30225, 2019).

De acuerdo con (MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS, 2021), BIM es el “uso de una representación digital compartida de un activo construido, para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación, con la finalidad de contar con una base confiable para la toma de decisiones” (Instituto Nacional de Calidad, 2021, (pág. 8).

2.2.5. Beneficios BIM

BIM se adopta en varios niveles de madurez en todos los países del mundo y sigue siendo un enfoque aceptado para el desarrollo de inversiones con claras ventajas en todas las fases del ciclo de proyecto y construcción, desde la planificación hasta la formulación, operación y mantenimiento.

2.2.5.1. Beneficios en la etapa de Proyecto.

- Colaboración: las herramientas BIM permiten que los profesionales de todas las disciplinas se comuniquen entre sí en un solo modelo, lo que resulta en una mejor comunicación.
- Resolución de conflictos: permite comprobar las perturbaciones interprofesionales y resolver imprevistos durante la fase de proyecto.
- Proyección con elementos arquitectónicos: El proyecto se construyó virtualmente desde un principio utilizando elementos con funciones reales.
- Visualización: Puede visualizar y realizar el número de cortes requerido desde cualquier ángulo del modelo.
- Comunicación entre expertos. Debido a que el modelo es altamente interactivo, permite que todos los expertos obtengan un alto nivel de comprensión, incluso aquellos que no están capacitados en técnicas de modelado.
- Intercambio de información: una vez generado el modelo, toda la información necesaria se puede compartir y consultar fácilmente, especialmente en cualquier momento.
- Reducir los errores de diseño: esto le permite visualizar los componentes gráficos directamente desde el modelo y evitar errores en los dibujos y la documentación suministrados.

2.2.5.2. Beneficios en la etapa de Construcción.

- Mejores decisiones: Es muy importante ya que se puede detallar la planificación de las actividades de obra, y con esto prevenir posibles dificultades que no se visualiza en planos.
- Anticipación de problemas: Debido a que la industria de la construcción es dinámica, las medidas tomadas pueden variar según su avance, estas no se podrán eliminar del todo sin embargo podemos disminuirlas.
- Fabricación precisa: Tener el modelo digitalmente permite evitar errores en mediciones espaciales.
- Previsión de obra: Permite disminuir las improvisaciones en campo ya que toda la información puede ser gestionada con anticipación.
- Controlar las interferencias entre especialidades: Ya que se puede modelar todas las especialidades y equipos se puede también prever las posibles interferencias con las distintas disciplinas que no hayan intervenido en el proceso de trabajo.

2.2.6. Prevención de Riesgos Laborales

Prevención es el conjunto de medidas o acciones a tomar durante todas las etapas de un proyecto con el fin de eliminar o disminuir los riesgos que se derivan de un determinado trabajo; y Riesgo Laboral es la posibilidad de que un trabajador sufra un daño derivado de sus labores.

2.2.6.1. Riesgo Laboral.

Para definir riesgo laboral se debe entender los conceptos de PELIGRO que es cualquier cosa que nos puede causar daño y RIESGO que es la probabilidad de que suframos un daño. Por tanto, Riesgo Laboral es la probabilidad de que un trabajador sufra un accidente a consecuencia de las labores que realiza.

2.2.6.2. Tipos de Riesgos.

Existen varios tipos de riesgos, como los siguientes:

- Biológicos: es la presencia de organismos o sustancias derivadas del mismo como los virus, bacterias, hongos y parásitos que representan un riesgo o amenaza para la salud.
- Ergonómicos: son los riesgos que se derivan principalmente del trabajo físico como la manipulación de cargas o algo tan

imperceptible como la iluminación en un ambiente de trabajo, cuyas posturas o esfuerzos afectan la salud de los trabajadores.

- Psicosociales: son los hechos o acontecimientos que son consecuencia de la organización del trabajo con alta probabilidad de afectar la salud del trabajador.
- Físicos: se da por agentes físicos como el ruido, las vibraciones, la radiación y las altas o bajas temperaturas.
- Químicos: son los riesgos que se dan por contacto, inhalación o exposición a gases, vapores, líquidos, polvos, humos y nieblas tóxicas que dañan la salud.
- Riesgo de Golpe, corte y caída: son los riesgos que se pueden generar por la incorrecta postura al utilizar herramientas manuales como un martillo, un destornillador, una lampa, etc.; herramientas de poder como una sierra circular, una amoladora o un martillo perforador; y/o equipos como un apisonador, un roto martillo o una cortadora de mesa.
- Riesgo eléctrico: es el riesgo de sufrir una descarga eléctrica que puede ser directa o indirecta, causando consecuencias en el trabajador tales como caídas, golpes, quemaduras, afectaciones al corazón, o incluso la muerte.
- Riesgo de incendio: es el riesgo o la probabilidad de que ocurra un incendio o una explosión en el entorno de trabajo.

2.2.6.3. Evaluación del Riesgo.

Es la etapa donde se establece la importancia y el impacto del riesgo, lo cual nos permite luego poderlos priorizar según su impacto o nivel.

2.2.6.4. Análisis de Riesgos.

Este se realiza usando una metodología de estudio que permita analizar y evaluar los posibles riesgos. Con estos resultados se podrá tomar decisiones, obtener resultados de la gestión de riesgos y mitigarlos.

2.2.6.5. Medidas de Control.

Con el fin de atenuar los riesgos, existen técnicas de mitigación de riesgo, que son las siguientes:

- Eliminar el peligro: cambie el diseño para eliminar el peligro.

- Sustitución de materiales peligrosos: los materiales peligrosos deben reemplazarse con materiales menos peligrosos o se debe reducir la capacidad del sistema.
- Controles de ingeniería: implica el rediseño de equipos, procesos u organización del trabajo. Una alternativa a la tecnología que aísla parcialmente la fuente a través de la pared.
- Control Administrativo: Diseñado para limitar el tiempo de contacto, número de empleados expuestos, descansos en el ambiente adecuado y rotación de cada puesto, así como otras medidas administrativas.
- Equipo de protección personal: Estas son medidas que pueden ser necesarias ya que incluyen el uso adecuado del equipo de protección personal.

2.3. Marco Conceptual

- AUTODESK REVIT: Herramienta desarrollada por AutoDesk específicamente para BIM, permite a los especialistas transformar sus ideas desde el concepto hasta su culminación.
- BIM: Building Information Modeling, el enfoque BIM consiste en utilizar toda la información digital incluida en un proyecto de construcción con la finalidad de optimizar su diseño, implementación y fases del mismo.
- CRONOGRAMA DE OBRA: Es la representación gráfica y ordenada del conjunto de funciones y tareas se lleven a cabo en un tiempo estipulado.
- DIMENSIONES: Incluye todas las etapas o ciclos que tiene un proyecto desde su idealización hasta su operación y mantenimiento.
- EGRESOS: En términos financieros se define egresos como toda salida de dinero que se produzca en una empresa o sociedad.
- ENVÍOS: Acción o efecto de mandar a alguien o algo de un lugar a otro.
- ESTRUCTURA: Son el conjunto de elementos unidos entre sí capaces de soportar las fuerzas que actúan sobre ellas manteniendo su forma.

- FAMILIAS: Son todos los elementos que podemos incluir en el modelo, contienen información que se puede modificar en base a parámetros establecidos.
- INGRESOS: Un ingreso es un incremento de los recursos económicos. Éste debe entenderse en el contexto de activos y pasivos, puesto que es la recuperación de un activo.
- INVESTIGACIÓN: La investigación es considerada una actividad orientada a la obtención de nuevos conocimientos y su aplicación para la solución a problemas o interrogantes de carácter científico.
- JORNADAS: La jornada de trabajo es el tiempo que cada trabajador dedica a la ejecución del trabajo por el cual ha sido contratado.
- METODOLOGÍA: Conjunto de métodos que se siguen en una investigación científica, un estudio o una exposición doctrinal.
- METRADOS: Son los cálculos o la cuantificación de la cantidad de materiales a utilizar por partidas en la ejecución de una obra.
- MODELAMIENTO: Es la acción de diseñar virtualmente un proyecto o diseño de construcción en base la idea o sus planos de diseño.
- MODELO: Es la representación virtual en 3D del diseño.
- OBRA: Es la actividad que consistente tanto en la construcción, rehabilitación, reparación, reforma o demolición de un bien inmueble.
- PARÁMETROS: Son los datos que controlan los valores variables de una determinada familia, como por ejemplo la anchura o altura de cualquier elemento estructural.
- PROGRAMACIÓN: La programación es un proceso que se utiliza para idear y ordenar las acciones que se realizarán en el marco de un proyecto.
- RENDIMIENTO: Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido, etc.
- VISTA: Es la representación gráfica del modelo desde un punto de vista específico.

2.4. Sistema de Hipótesis

La correcta aplicación de la tecnología BIM en la fase de diseño de la partida de Estructuras reducirá los Riesgos Laborales en el Proyecto “Creación del Servicio de Educación Inicial Escolarizada N° 2222 en la ciudad de Trujillo”.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1. Tipo y nivel de investigación

3.1.1. De acuerdo a la orientación o finalidad

De acuerdo a la orientación o finalidad la siguiente investigación es APLICADA.

3.1.2. De acuerdo a la técnica de contrastación

De acuerdo a la técnica de contrastación la siguiente investigación es DESCRIPTIVA.

3.2. Población y muestra del estudio

3.2.1. Población

El Proyecto de Edificación de la Institución Educativa N° 2222.

3.2.2. Muestra

Partida de Estructuras del Proyecto de Edificación de la Institución Educativa N° 2222 que serán analizadas en la presente investigación.

3.3. Diseño de Investigación

El diseño de investigación para la tesis es No Experimental y Descriptiva

3.4. Técnicas e instrumentos de investigación

Tabla 1

Técnicas e instrumentos de investigación

Objetivos Específicos	Población	Muestra	Técnica	Instrumentos
Identificar los riesgos laborales durante el desarrollo de la partida de Estructuras del Proyecto de edificación.			Análisis Documental	Fichas de recojo
Implementar la tecnología BIM a la Gestión de riesgos en la fase de Diseño del Proyecto.	El Proyecto de Edificación de la Institución Educativa N° 2222.	Partida de Estructuras del Proyecto de Edificación de la Institución Educativa N° 2222 que serán analizadas en la presente investigación.	Análisis Documental	Fichas de recojo
Hacer la comparación para determinar los beneficios y mejoras de la Tecnología BIM en la Gestión de Riesgos Laborales.			Análisis Documental	Fichas de recojo

Nota: La siguiente tabla indica las técnicas e instrumentos que se usaron en la investigación.

3.5. Procesamiento y análisis de datos

Se identificarán las partidas de Estructuras del expediente técnico “Creación del servicio de Educación Inicial Escolarizada en la I.E. N° 2222 en la Urbanización Villa Santa María, Distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, Región La Libertad” mediante un proceso de observación y análisis documental usando fichas de observación.

Se modelarán los planos usando un modelo isométrico en el software REVIT 2022 mediante el proceso de la información obtenida de los mismos. Se procederá a identificar las incompatibilidades e interferencias en la especialidad de Estructuras mediante la observación usando fichas de observación y se propondrá medidas de prevención para cada riesgo identificado con ayuda del IPERC.

Luego se hará una reevaluación de riesgos en campo para minimizar los peligros a los que están expuestos los colaboradores.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Análisis e interpretación de resultados

4.1.1. Evaluación de las partidas de Estructuras del Proyecto de edificación

En materia de construcción no todos los proyectos son iguales, por lo que el estudio previo de los planos estructurales es fundamental ya que es la parte encargada de sostener la edificación, que junto al cronograma de actividades permitirá identificar las fases del proyecto.

En el presente informe de tesis se va a evaluar las partidas de la especialidad de estructuras del Proyecto de creación del servicio de Educación Inicial N° 2222 en base a los planos propuestos.

En el plano E-01 se puede identificar el diseño de la escalera principal del pool de aulas y la cisterna con sus respectivas medidas, especificaciones, secciones y detallado del acero estructural. La escalera cuenta con muros estructurales y unas vigas de cimentación de 0.25x1.0m para asegurar la estabilidad de la misma, así también la cisterna cuenta con una cimentación de 40cm de espesor con doble mallado y acero de $\frac{1}{2}$ " @ 0.15m.

En el plano E-02 se puede identificar el detallado de las losas macizas de la escalera con el detallado de las vigas estructurales en este caso de 0.25x0.50 con acero de $\frac{5}{8}$ " y estribaje de $\frac{3}{8}$ ", al igual que las columnas y el detallado de la losa aligerada con espesor de 20cm.

En el plano E-03 se encuentra detallado el diseño de la cocina que cuenta con cimentación aislada de forma una falsa zapata a -2.0m del nivel de terreno y una falsa zapata de 50cm de espesor con mallado de $\frac{1}{2}$ " @ 0.15m, también las columnas y muros estructurales especialmente diseñadas para soportar las cargas de sismo tanto en direcciones x como y y las vigas de cimentación que en este caso son de 0.30x0.60.

En el plano E-04 está detallado el aligerado del primer techo del pool de cocina donde se encuentra especificado por secciones el detalle de las vigas principales y secundarias que para este caso son de 0.25x0.40, el acero estructural y el respectivo estribaje de $\frac{3}{8}$ " y también el detallado de la losa aligera que tiene un espesor de 20cm.

En el plano E-05 está representado toda la cimentación del pool de aulas que cuenta con una falsa zapata de 50cm de espesor y una zapata corrida de 40cm de espesor, además de los cimientos corridos y las vigas de cimentación,

también está indicado el detallado de la armadura estructural, los estribajes y las secciones de acero necesarias.

En el plano E-06 están detalladas todas las secciones de las zapatas donde se puede apreciar que cuentan con doble mallado de acero de 1/2" @ 0.15m, interceptadas por las vigas de cimentación de 0.30x1.20.

En el plano E-07 están indicadas las especificaciones técnicas de las secciones de los muros estructurales o placas y las columnas tipo T, así como también su detallado de acero de refuerzo y sus respectivas alturas.

En el plano E-08 ya se encuentra detallado el primer techo aligerado del pabellón de aulas que cuenta con losas aligeradas y losas macizas con espesores variables, las vigas principales y secundarias con secciones de 0.25x0.35, 0.25x0.60; el detallado de los estribos y la dirección de las losas.

En el plano E-09 está el detallado del segundo techo aligerado del pabellón de aulas que al igual que el primer techo cuenta con losas aligeradas y losas macizas con espesores variables, las vigas principales y secundarias con secciones de 0.25x0.35, 0.25x0.60; el detallado de los estribos y la dirección de las losas.

En el plano E-10 están indicadas las secciones de las vigas principales, el detallado de la ubicación de los estribos, los aceros de refuerzo que pasan de viga a viga cortando la columna y también el detallado de la losa aligera que en este caso es de 20cm de espesor.

En el plano E-11 está detallado el cerco perimétrico, que cuenta con cimentación aislada, columnas de distintas secciones vigas de cimentación, vigas principales y losa maciza. Aquí también está indicado la sección de las zapatas y las vigas de cimentación, pero solo en corte.

En el plano E-12 ya se encuentra indicado más a detalle los elementos estructurales de esta parte del proyecto, la armadura estructural de las zapatas, de las vigas de conexión, de la losa maciza y de los estribos que se van a utilizar con sus respectivas secciones.

4.1.2. Implementación de la tecnología BIM a la Gestión de riesgos en la fase de Diseño del Proyecto

Luego de haber hecho la evaluación, análisis e interpretación de las partidas y planos de estructuras, se procede a hacer la implementación de la tecnología BIM con apoyo del software Revit para su respectivo modelamiento;

teniendo en cuenta que previamente se ha realizado también la creación de una matriz IPERC para la identificación de riesgos ya que el expediente técnico de la I.E. no cuenta con uno propio.

Para realizar el modelamiento de las estructuras se inició con la creación de los materiales, en este caso con las especificaciones de los distintos concretos que se van a utilizar como el concreto $f'c=100\text{kg/cm}^2$, $f'c=175\text{kg/cm}^2$, $f'c=210\text{kg/cm}^2$ y el concreto $f'c=280\text{kg/cm}^2$.

Además, los distintos aceros estructurales con diámetros de $\frac{1}{4}$ ", $\frac{3}{8}$ ", $\frac{1}{2}$ ", $\frac{3}{4}$ " y de 1". Luego se crearon los recubrimientos para todos los tipos de estructuras que son por ejemplo de 25mm para losas y escaleras, de 40mm para vigas y columnas, de 50mm para fondos de vigas y zapatas y de 25mm para muros estructurales.

A continuación, se realizó el modelado de cada estructura indicada en los planos. Para esta parte se separó los ambientes según queda indicado en el juego de planos quedando los siguientes ambientes: aulas, cerco perimétrico, cocina, cisterna y escalera.

Para el pabellón de aulas se crearon las 2 zapatas indicadas, una únicamente de concreto a manera de falsa zapata y la superior de concreto reforzado, a continuación, se crearon las familias necesarias para cubrir las distintas secciones de columnas en L y en T, los muros estructurales considerando que llevan doble mallado de acero. Teniendo de momento esos elementos creados, se procedió a agregar a los elementos su armadura estructural siguiendo los detalles de los planos: el doble mallado para la zapata con acero de $\frac{1}{2}$ " @0.15, los aceros y estribaje para las columnas y el mallado de los muros. Teniendo completo el primer piso se procedió a modelar las vigas principales, secundarias y chatas del primer piso que son las encargadas de sostener el primer aligerado, claramente luego de modelar dichas estructuras se procedió a agregarles su respectiva armadura. Ya con las vigas del primer techo listas se procede a modelar la losa aligerada y maciza que están indicadas en planos. Para las losas macizas se creó la familia de tipo suelo estructural de 200mm y la para aligerada igual, con la única diferencia que la losa aligerada lleva también una familia llamada "VACIO ALIGERADO" que es la encargada de darle el acabado de losa aligerada, luego para agregar el respectivo acero se tuvo que trabajar con secciones ya que es complicado acceder por medio del modelo 3D a

las partes donde lleva acero de refuerzo. Con el primer aligerado terminado se procede a seguir modelando el segundo piso únicamente con las vigas que se encuentran en el segundo techo ya que las columnas fueron creadas directamente a la altura del segundo techo. Luego de terminar de modelar las vigas del segundo piso con sus respectivas armaduras se procedió a modelar el segundo y último aligerado con su respectivo acero.

Para el modelamiento del cerco perimétrico se tomó en cuenta las distancias entre columna y columna, aparte el pórtico de ingreso y los distintos niveles en que se encuentran los elementos. Al igual que para el pool de aulas se empezó modelando las columnas y muros estructurales ya que son necesarios para luego poder modelar la cimentación aislada o corrida. Se modeló también los respectivos aceros y estribos de cada uno. Luego de tener listo las columnas y zapatas se modeló las vigas de cimentación con sus respectivos aceros para así poder avanzar con las vigas principales del primer techo del pórtico. Luego se modeló la losa maciza con su acero y con eso se concluyó la parte del cerco perimétrico.

Se continuó con el modelamiento de la cocina, que es un ambiente de un piso que al igual que el pabellón de aulas cuenta con doble cimentación: una falsa zapata y una zapata armada. Primero se modeló las familias para las columnas y para los muros estructurales ya que no son de secciones comunes, luego de modelar esta parte con su respectivo acero se procedió a modelar la doble cimentación y las vigas de conexión con sus debidas secciones y armaduras ya establecidas. Teniendo ya lista la cimentación, columnas y placas se modeló en el primer techo las vigas principales y secundarias para luego poder hacer el modelado de la losa aligerada.

A continuación, se procedió a modelar la cisterna, la cual cuenta con losa de cimentación con doble mallado, vigas de cimentación con sección de 0.25x0.85m, una placa reforzada de 25cm de espesor en C, dos columnas de sección rectangular, una losa que cubre toda el área de la cisterna dejando un pequeño espacio para poder acceder a su interior para luego hacer trabajos de mantenimiento en ella. Queda sobre entendido que también se modeló todas las armaduras de acero para todos los elementos con ayuda de vistas de secciones ya que es complicado acceder a los elementos ya anteriormente modelados para ubicar correctamente las varillas de acero.

Finalmente, el módulo de la escalera, con su doble cimentación y su muro estructural doblemente reforzado, vigas de cimentación y losa de cimentación. También cuenta con columnas tipo rectangulares y la propia escalera de concreto reforzado $f'c=210\text{kg/cm}^2$ con su respectivo mallado de acero longitudinal y transversal. Además de losas macizas igual con su mallado de acero y muros de albañilería que en este caso no se van a modelar.

Como ya se había mencionado anteriormente, el proyecto no cuenta con un sistema de gestión de riesgos por lo que se tuvo que elaborar un IPERC para la identificación de riesgos y mitigación de los mismos, por lo que, en base a experiencia, estudio e investigación se pudo identificar los mismos y con ayuda de herramientas de gestión crear medidas de control según la jerarquía establecida para así poder eliminar dichos riesgos.

Para desarrollar el IPERC se cumplieron varios requisitos previos: inicialmente se tuvo que describir y analizar todas las actividades y tareas específicas que van ejecutar los colaboradores, luego el estudio y la verificación de dichas actividades que cumplan con la realidad del proyecto, a continuación se identificó uno a uno los peligros a los que los trabajadores estén expuestos, sus riesgos y consecuencias, siguiendo el proceso se registra todo en la matriz IPERC para su aprobación y revisión. Paralelo a este trabajo se creó la matriz de evaluación de riesgos según su severidad y su frecuencia utilizando colores para poder identificarlos siendo los más severos y frecuentes los de color rojo y los de casi nula severidad y una frecuencia casi despreciable los de color verde claro.

Tabla 2*Descripción de Riesgos*

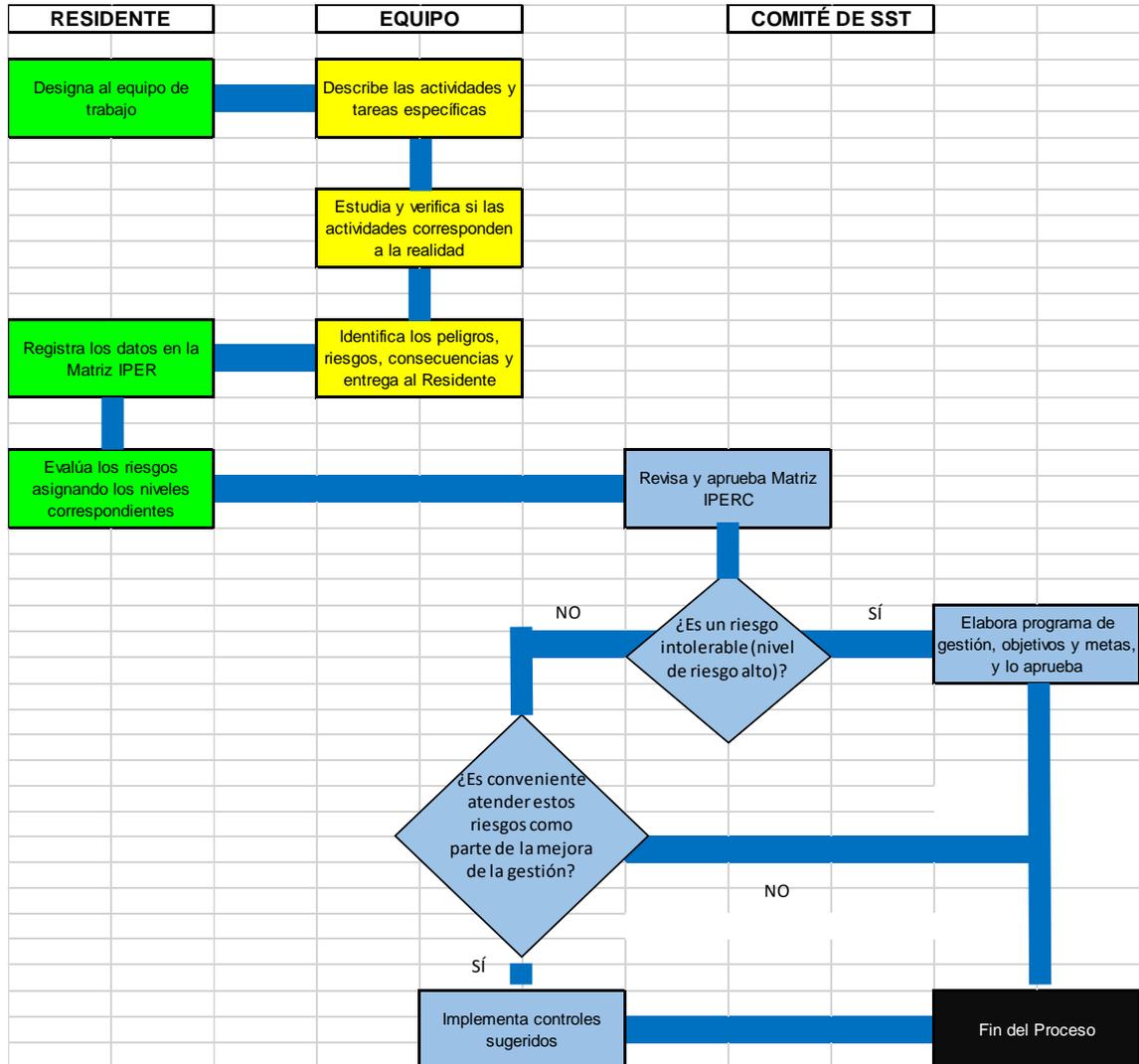
	DESCRIPCIÓN DEL RIESGO
1	Desliz de personal a distinto nivel
2	Desliz de personal al mismo nivel
3	Desliz de objetos por caída o derrumbamiento
4	Desliz de objetos en manipulación
5	Desliz de objetos desprendidos
6	Pisado sobre objetos
7	Colisión contra objetos inmoviles
8	Colisión contra objetos móviles
9	Golpes por objetos o herramientas
10	Proyección de partículas o fragmentos
11	Aprisionamiento por o entre objetos
12	Aprisionamiento por vuelco de maquinaria o vehículos
13	Sobreesfuerzo
14	Exposición a temperaturas ambientales extremas
15	Contactos térmicos
16	Riesgo a contactos eléctricos
17	Riesgo a sustancias nocivas
18	Exposición a sustancias causticas y corrosivas
19	Riesgo de radiación
20	Explosiones
21	Incendios
22	Accidentes causados por seres vivos
23	Atropellamiento o golpes por vehículos
24	Accidentes de tráfico
25	Causas naturales
26	Otros
27	Agentes químicos
28	Agentes físicos
29	agentes biológicos
30	Carga física
31	Malas condiciones ergonómicas
32	Factores psicosociales

Fuente: INSHT

Nota: La siguiente tabla numera y describe los distintos tipos de riesgos encontrados.

Ilustración 1

Flujo de elaboración de la matriz IPERC



Nota: La siguiente ilustración indica el flujo o proceso que se tomó para la elaboración de la matriz IPERC usada en la presente investigación.

Ilustración 2

Matriz de evaluación de riesgos

MATRIZ BÁSICA DE EVALUACIÓN DE RIESGOS							
SEVERIDAD	Catastrófico	1	1	2	4	7	11
	Mortalidad	2	3	5	8	12	16
	Permanente	3	6	9	13	17	20
	Temporal	4	10	14	18	21	23
	Menor	5	15	19	22	24	25
			A	B	C	D	E
			Común	Ha sucedido	Podría suceder	Raro que suceda	Prácticamente imposible que suceda
			FRECUENCIA				

Nota: La siguiente ilustración explica la severidad y frecuencia de los riesgos asignándoles colores según su intensidad.

Teniendo la tarea, los peligros, los riesgos y las consecuencias con el uso de jerarquía de control se procede a eliminar, sustituir, aplicar ingeniería de mitigación, controles administrativos o implementar los EPP para obtener una reevaluación y así tener la seguridad que los riesgos han sido mitigados en sus distintos niveles.

Con la matriz IPERC ya completa se procedió a implementar estos resultados a los modelos 3D elaborados en Revit para su visualización e identificación de la severidad de posibles riesgos durante la ejecución de los trabajos. Al igual que para el modelamiento se empezó a hacer las verificaciones de los modelos y a aplicar filtros de visualización indicando con distintos colores las superficies de los elementos modelados para poder tener un sistema colaborativo y que se actualice en tiempo real, además de ser más didáctico y entendible por todos los colaboradores y especialistas durante el proceso constructivo.

Se inició con el pabellón de aulas piso por piso: la armadura estructural ubicada en la cimentación, vigas de conexión, zapatas y columnas del primer piso, seguido del acero de las losas y vigas identificadas en planos de corte para su visualización, luego de analizar toda la estructura de acero, se procedió a

hacer el mismo detallado con los elementos de concreto como las columnas, muros estructurales, vigas y losas.

Con el cerco perimétrico no fue complicado ya que solo cuenta con un solo nivel y los elementos tanto de acero como de concreto cumplen con las medidas de seguridad tomadas por lo que se pueden apreciar de un color verde claro.

En la cocina también se empezó identificando y asignando filtros en primera instancia a los elementos de acero como son las armaduras, los estribos y las mallas de acero, luego se identificó y asigno al igual que con el acero a los elementos de concreto presentes en la estructura previamente modelada.

Para la cisterna se tuvo que hacer un detallado especial debido a la naturaleza de los trabajos que son a desnivel y en profundidad, pero al final no hubo complicaciones con los posibles riesgos y fueron mitigados a tiempo, por lo que las armaduras de acero y los elementos de concreto se encuentran también en un agradable y seguro color verde claro.

Para la escalera, por ser una estructura que cumple la función de evacuar en caso de sismo al alumnado que se encuentra en el segundo nivel se tuvo muchas consideraciones durante su diseño, modelamiento y detección de posibles riesgos durante su ejecución ya que al ser una estructura de naturaleza antisísmica debe cumplir todos los requerimientos establecidos por la norma E.030. Al contar con elementos tipo placa en C y columnas de grandes secciones, aparte de una doble cimentación y vigas de conexión se puede dar fe que esta estructura puede resistir eventos sísmicos sin problemas y cumplir su función con normalidad. En esta estructura también se requirió hacer un análisis a fondo para poder identificar los riesgos durante su construcción pero al igual que las demás estructuras se puede apreciar de un agradable y seguro color verde.

Para finalizar, teniendo en cuenta el cronograma de obra, el desarrollo de los modelamientos 3D y la identificación de peligros se ha podido identificar los riesgos en las etapas o fases más críticas:

- Riesgos propios del trabajo realizado por uno o varios colaboradores.
- Riesgos derivados de la ubicación del lugar de trabajo.
- Riesgos originados por la presencia de los materiales de construcción y/o herramientas durante el desarrollo de las actividades.

Estas medidas de prevención serán visibles en diferentes planos con el fin de informar y que sean difundidas a todos los colaboradores y participantes de la

obra. De igual forma estarán presentes en formato PDF en la matriz IPERC ya previamente desarrollada.

Los EPP, las normas y conductas señaladas previamente son de carácter obligatorio.

A continuación, se mencionará los riesgos más frecuentes durante la ejecución de un proyecto de edificación acompañado de sus medidas preventivas propuestas con el fin de mitigar dichos riesgos.

Tabla 3*Riesgos y Medidas Preventivas*

Riesgos	Medidas Preventivas
Golpes y cortes por objetos o herramientas	No se transportará herramientas cortantes en las manos y bolsillos. Se pondrán fundas y se usarán bolsa portaherramientas.
	Los tornillos, clavos, tuercas y otras piezas pequeñas de montaje se guardan en recipientes y se recogerán inmediatamente si caen al suelo.
Caída de personas al mismo nivel	Las zonas de trabajo permanecerán ordenadas, libres de obstáculos y limpia.
	Iluminación adecuada, utilizando lámparas e iluminación artificial cuando sea necesario.
Caída de personas a distinto nivel	No se improvisará andamios con materiales ajenos a la finalidad del trabajo.
	Se utilizará un arnés anticaída anclado a la línea de vida prevista en las cubiertas cuando se trabaje a más de 1.80 m de altura.
Caída de objetos en manipulación	Se indicará y respetará la indicación de carga máxima.
	Los sistemas de carga de material dispondrán de sistemas de frenos y pestillos anti-desenganche de seguridad.
Exposición al ruido	Se recomienda el uso de medios y herramientas que estén dotadas de silenciadores eficientes.
Sobreesfuerzo	Siempre que sea posible, se destinara un medio mecánico de izaje y traslado de carga.
	Los trabajadores tendrán formación en métodos adecuados de levantamiento de cargas, estiramientos y relajación.

Nota: La siguiente tabla muestra los riesgos y las medidas preventivas a implementar.

Como prohibiciones generales quedan los siguientes puntos:

- Queda prohibido realizar maniobras con maquinaria sin un vigía, y este contará con un chaleco reflectante, silbato y señal manual de “pare” y “siga”.
- Se prohíbe el acopio de material fuera de zonas establecidas.
- Se prohíbe bajarse o subir a las maquinas en movimiento.
- La circulación de personas por los recintos cerrados y balizados está prohibida principalmente por razones de peligro.

Además de estas prohibiciones, el encargado de seguridad deberá comprobar los siguientes puntos antes de iniciar cualquier actividad:

- Que todos los trabajadores deben conocer los lineamientos establecidos en el plan de SST, las normas de seguridad y recomendaciones del encargado de SST.
- El número de empleados es suficiente para llevar a cabo la operación para evitar accidentes.
- Para los EPP: comprobará que sea específico para la tarea a realizar, esté destinado a uso personal, esté en buen estado y mantenga debidamente los conocimientos.
- Respecto al estado de las herramientas eléctricas: Verificar que el equipo cuente con la correspondiente cinta de inspección mensual y que esté equipado con un dispositivo de parada de emergencia.

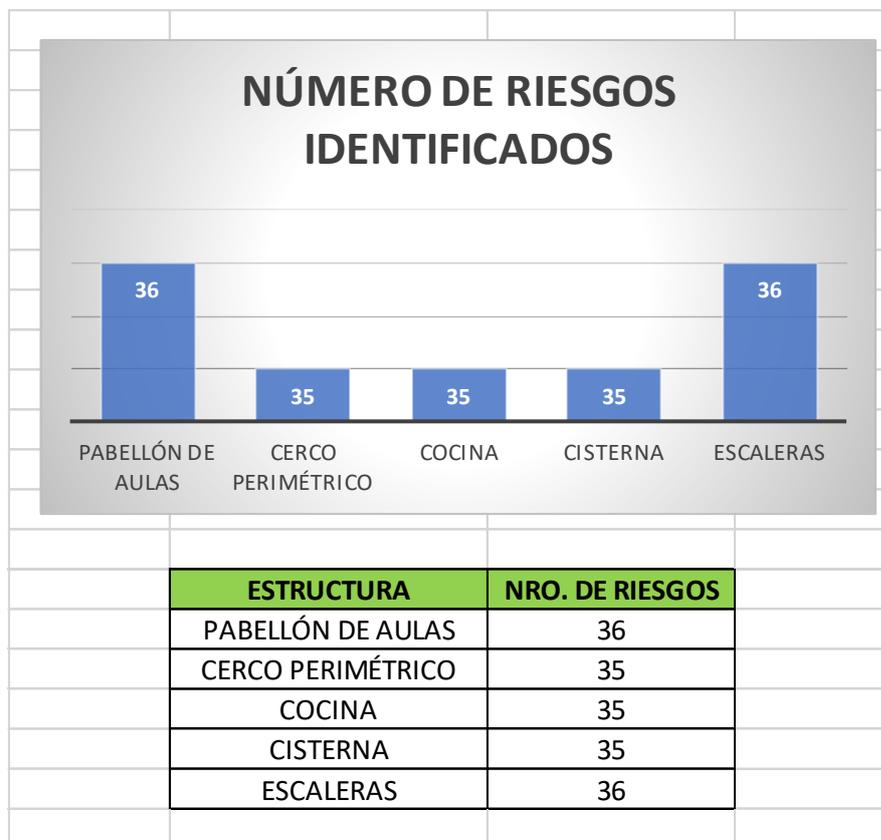
4.1.3. Comparación para determinar los beneficios y mejoras de la Tecnología BIM en la Gestión de Riesgos Laborales

Para la comparación del antes y después de la Gestión de Riesgos Laborales es necesario contar con información previa a la implementación realizada en la presente investigación, sin embargo, esta información no existe debido a que el proyecto base sobre el cual se ha trabajado no contaba con el apartado de Seguridad y Salud en el Trabajo. Por tanto, se hará un informe sobre los logros obtenidos.

En el tema de riesgos identificados durante el seguimiento del proceso constructivo se han podido identificar entre 35 y 36 posibles riesgos a los que estarían expuestos los trabajadores; esos valores van sobre 0 ya que el expediente original no contaba con este apartado.

Ilustración 3

Número de Riesgos identificados

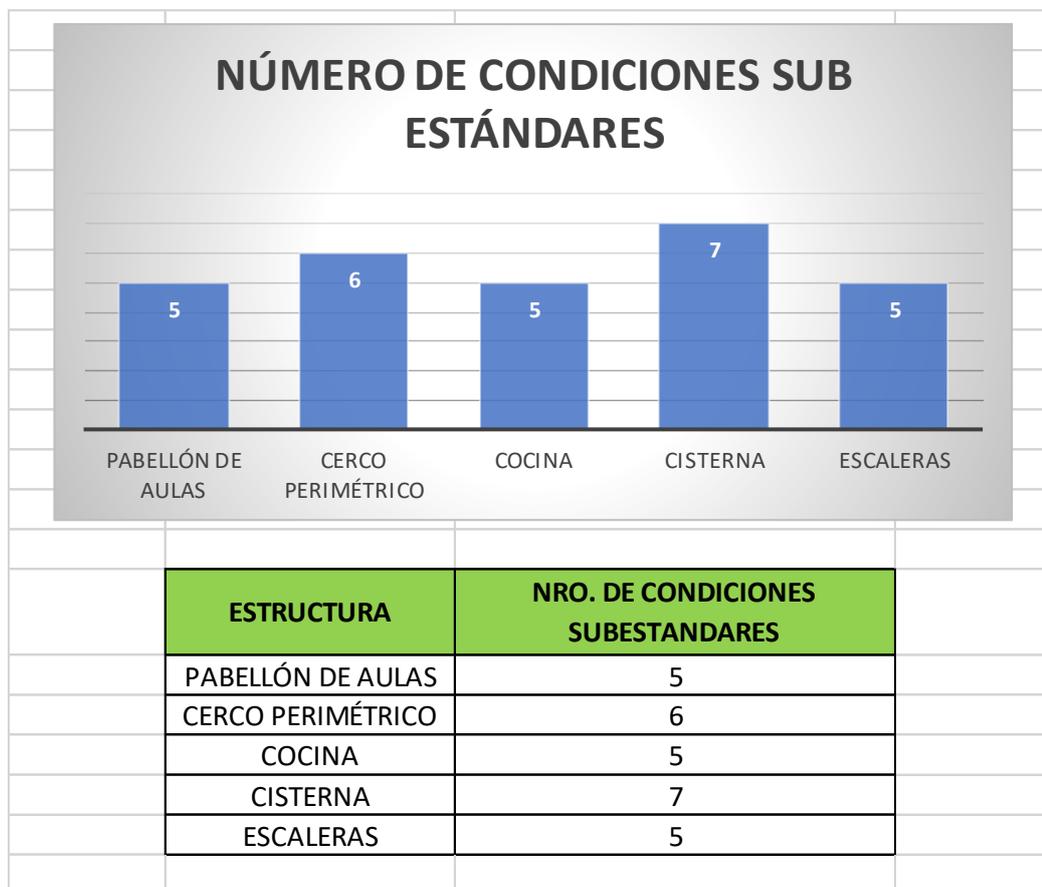


Nota: La siguiente ilustración indica el número de riesgos que se pudieron identificar durante el análisis de las partidas de estructuras.

Para identificar una condición subestándar se tiene que tener claro este concepto que es la presencia de uno o más factores de riesgo que estén o no controlados pero que pueden generar accidentes laborales. Teniendo claro este concepto, luego del seguimiento e investigación se han podido identificar en el pabellón de aulas, la cocina y las escaleras un total de 5 condiciones subestándares debido a la naturaleza de los trabajos ahí realizados, en el cerco perimétrico se detectaron 6 y en la cisterna un total de 7 situaciones subestándares.

Ilustración 4

Número de condiciones sub estándares

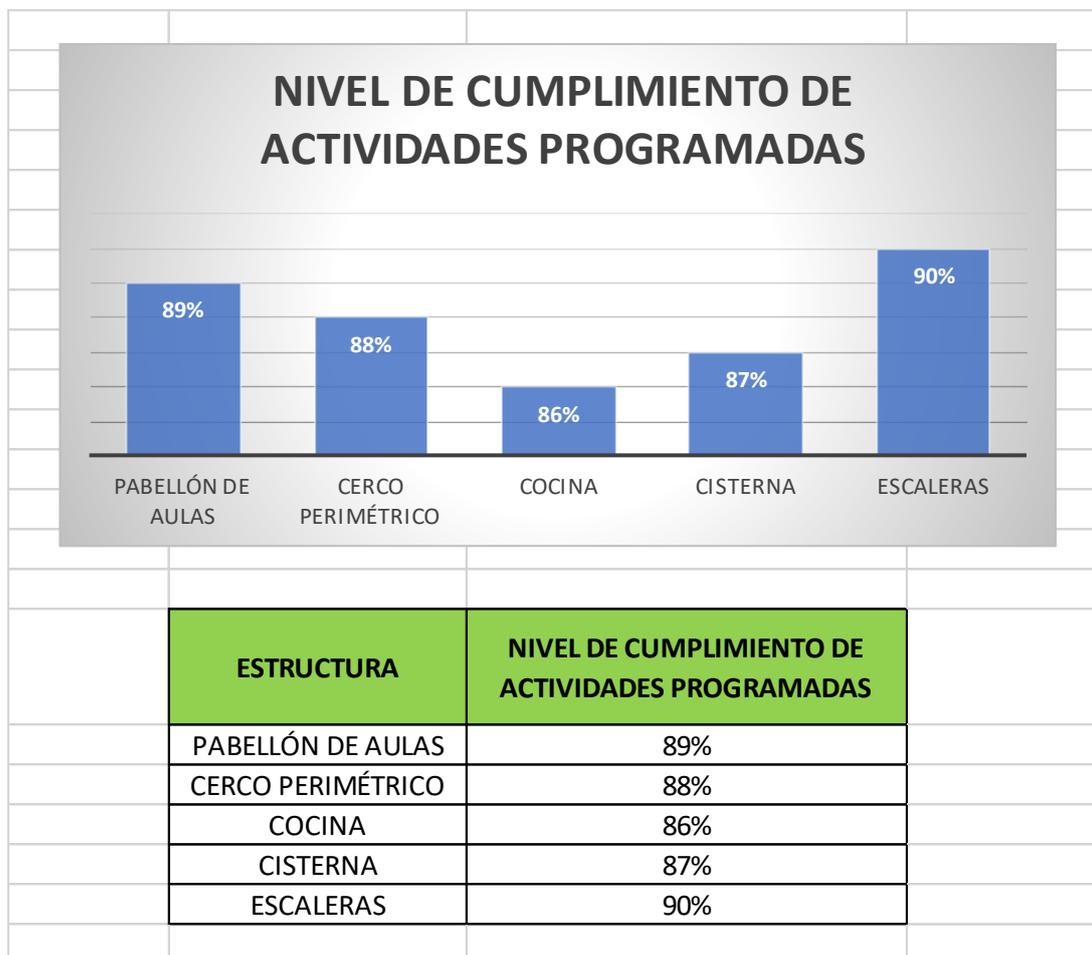


Nota: La siguiente ilustración indica el número de condiciones subestándares encontradas luego de aplicar la tecnología BIM y reducir los riesgos.

En cuanto al nivel de cumplimiento de las actividades programadas para la ejecución, con ayuda de la metodología BIM no se han reportado interferencias significativas que entorpezcan la secuencia de trabajos, por lo que se puede considerar un alto nivel de cumplimientos de las mismas.

Ilustración 5

Nivel de cumplimiento de actividades programadas

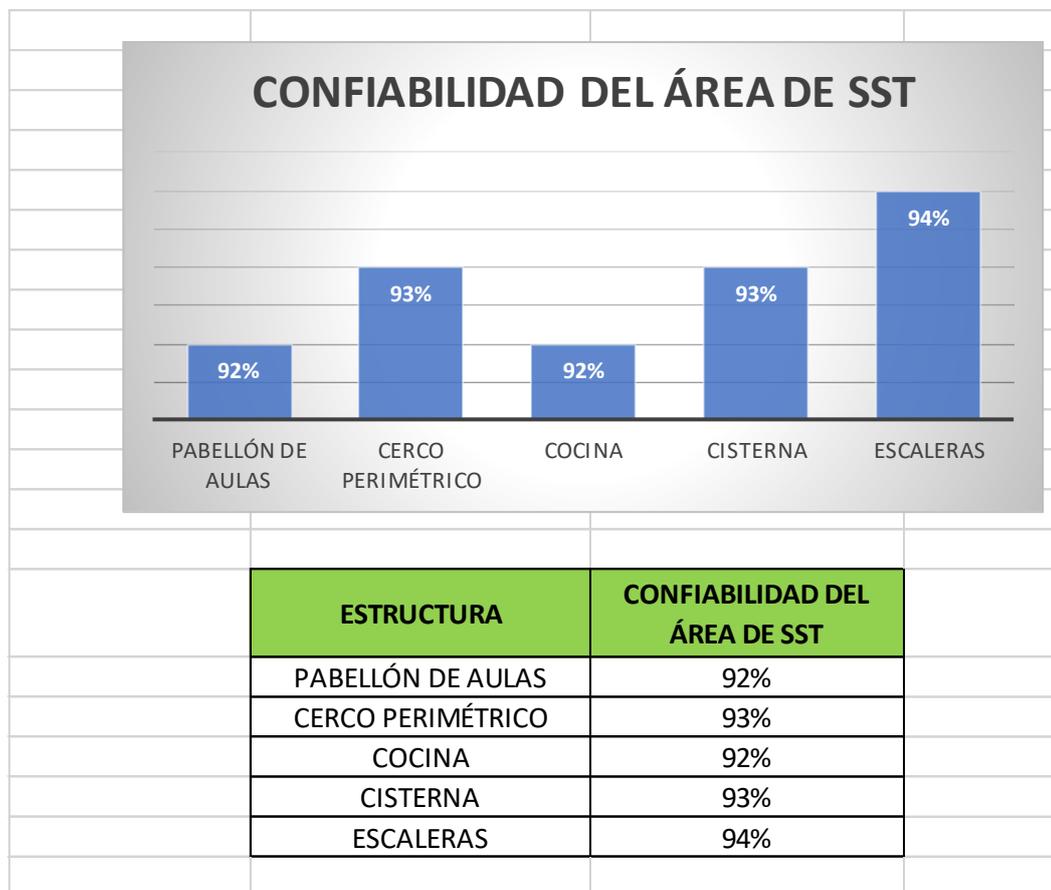


Nota: La ilustración indica en porcentaje (%) el nivel de cumplimiento de las actividades programadas para los trabajos diarios y semanales.

Finalmente, en cuanto a la confiabilidad del área de Seguridad y Salud en el Trabajo también se puede considerar un nivel alto ya que se han realizado varias investigaciones en cuanto al tema de seguridad y salud en el trabajo, dentro de las cuales se encuentran 2 cursos de especialización y una exhaustiva investigación de la materia.

Ilustración 6

Confiabilidad del área de SST



Nota: La presente ilustración indica en porcentaje (%) la tasa de confiabilidad del área de SST al realizar este diagnóstico de seguridad en el trabajo.

4.2. Docimasia de hipótesis

En el presente informe de tesis no se puede realizar la docimasia de la hipótesis debido a su naturaleza aplicada y descriptiva.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de analizar las partidas y planos de estructuras, se creó la matriz IPERC tomando en cuenta todos los posibles riesgos a los que los trabajadores se podrían ver comprometidos, detectando alta deficiencia en la proyección anterior. Haciendo un comparativo por cada apartado de módulos se obtuvo un resumen y un gráfico circular para cada uno.

5.1. Para la fase de Movimiento de tierras

Tabla 4

Riesgos y Medidas Preventivas para la fase de Movimiento de tierras

MOVIMIENTO DE TIERRAS	
RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Esta área estará delimitada del resto del área de trabajo por una barandilla o malla señalizadora guiada por barras de acero de 1 pulgada de más de un metro de altura.
	Se instalarán pasarelas previstas y señales de advertencia para cruzar el foso.
Atrapamiento por desmoronamiento	Se colocará un trabajador cerca de la excavación para monitorear a los que trabajan en el interior, y se instalará un sistema de alarma y comunicación entre todos los trabajadores.
	Se hará un recorrido visual de la zona de trabajo, previo al comienzo.
Inhalación de partículas	Humedecer el terreno con frecuencia
	Uso mascarilla autofiltrante contra partículas.
Atropellamiento	Evitar la presencia del operador detrás de la máquina durante el funcionamiento.
	Establecer un sistema de señales entre conductor y operario.
Golpes y cortes por objetos o herramientas.	Los canales de distribución de movimiento de tierras se moverán en terraplenes, teniendo en cuenta las condiciones individuales.
	Uso de guantes de seguridad.

Nota: La presente tabla indica los riesgos y medidas preventivas asignadas para la fase de movimiento de tierras.

Ilustración 7

Fase: Movimiento de tierras



Nota: La siguiente ilustración muestra el comparativo de la cantidad de riesgos y medidas preventivas en la fase de Movimiento de tierras.

5.2. Para la fase de Cimentación

Tabla 5

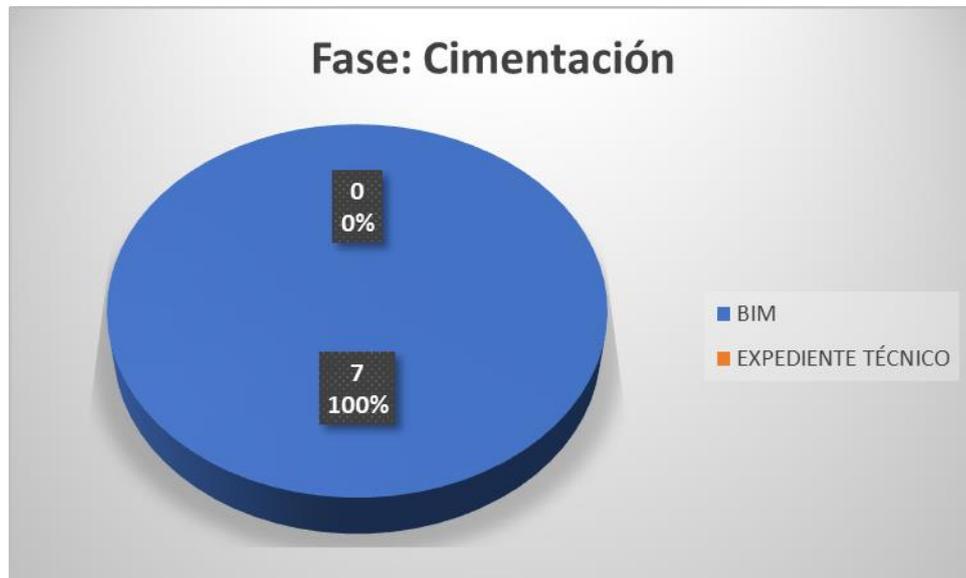
Riesgos y Medidas Preventivas para la fase de Cimentación

CIMENTACIÓN	
RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	El encofrado se montará sobre soportes para permitir la circulación sobre el suelo durante la fase negativa de montaje.
	Las escaleras a utilizar deben elevarse al menos 1 m sobre el suelo y estar aseguradas.
Golpes cortes o pinchazos en piernas o pies	Se protegerán las barras de armadura de los durmientes de pilares con capuchones.
	Uso de EPP básico.
	Uso de zapatos de seguridad.
Caída de personas en el mismo nivel	Limpieza y orden mediante el barrido.
Caída de objetos por desplome	El desencofrado se llevará a cabo de modo ordenado evitando la
	Las planchas de encofrado se apilan transversalmente y la altura de los formularios no supera los 1,2 m.
Cortes y heridas con objetos punzantes	Uso de guantes de seguridad.
	Uso de mandil para ferrallista.
Caída de objetos a distinto nivel	No se utilizarán los fletes de alambre de los paquetes para el uso en izajes.
	Se utilizará balancines o de eslingas con varios puntos de enganche cuando los paquetes de barras.
Sobreesfuerzos, movimientos repetitivos o posturas inadecuadas	Los empleados recibirán capacitación en ergonomía y aprenderán sobre las mejores posturas y estiramientos recomendados para hacer su trabajo.

Nota: La presente tabla indica los riesgos y medidas preventivas asignadas para la fase de Cimentación.

Ilustración 8

Fase: Cimentación



Nota: La siguiente ilustración muestra el comparativo de la cantidad de riesgos y medidas preventivas en la fase de Cimentación.

5.3. Para la fase de Hormigado

Tabla 6

Riesgos y Medidas Preventivas para la fase de Hormigado

HORMIGADO	
RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Proyección de partículas	No se acercará excesivamente la cara al hormigón.
	El vertido del hormigón se realizará desde una altura inferior a 1,5 m.
	Uso de EPP básico, lentes de seguridad., traje descartable.
Afección a la piel por contacto con cemento	Uso de EPP básico, lentes de seguridad, guantes de jebe.
	Se evitará el contacto de la piel con los aditivos.
Caída de personas en el mismo nivel	El vertido del hormigón, se realizará desde plataformas de trabajo colocadas sobre la armadura.
Caída de personas a distinto nivel	Antes del vertido, verificar el estado de los encofrados.
Golpes, cortes o pinchazos en piernas o pies.	Uso de EPP básico, botas de seguridad.
Caída de objetos a distinto nivel	Las cargas suspendidas no pasan a los trabajadores. El izaje será realizado por personal calificado.
	Montar y equipar el EPP básico, Casco de seguridad
Exposición al ruido	Equipar protectores auditivos.

Nota: La presente tabla indica los riesgos y medidas preventivas asignadas para la fase de Hormigado

Ilustración 9

Fase: Hormigado



Nota: La siguiente ilustración muestra el comparativo de la cantidad de riesgos y medidas preventivas en la fase de Hormigado.

5.4. Para la fase de Estructuras

Tabla 7

Riesgos y Medidas Preventivas para la fase de Estructuras

ESTRUCTURAS	
RIESGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Caída de personas a distinto nivel	Se colocará línea de vida (cable acerado de ½").
	Se colocan placas de acero de 5 mm de espesor en el tubo de placas y se marcan.
	Correcto armado de andamios.
	Uso de sistema anticaídas.
Golpes cortes o pinchazos en piernas o pies	Equipar el EPP básico.
	Equipar zapatos de seguridad.
	Se protegerán las barras de armadura de los durmientes de pilares con capuchones.
Caída de objetos por desplome	El desencofrado se realiza a modo ordenado evitando la caída de piezas.
	Las planchas de encofrado se apilarán de forma cruzada y su altura no será superior a 1.2 m.
Caída de objetos a distinto nivel	Sujetar correctamente los estribos.
Inhalación de Agentes Químicos: desencofrado	Si es posible, reemplace un producto químico que contenga un químico peligroso con otro producto químico que no sea peligroso o menos peligroso.
	Adoptar medidas de higiene personal adecuadas. Antes de comer lavarse las manos, cara y boca.
Sobreesfuerzos	Los empleados recibirán capacitación en ergonomía y aprenderán sobre las mejores posturas y estiramientos recomendados para hacer su trabajo.

Nota: La presente tabla indica los riesgos y medidas preventivas asignadas para la fase de Estructuras.

Ilustración 10*Fase: Estructuras*

Nota: La siguiente ilustración muestra el comparativo de la cantidad de riesgos y medidas preventivas en la fase de Estructuras.

CONCLUSIONES

Primera: Se realizó el análisis del expediente técnico y se determinó que no contaba con el Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo por lo que se empezó desde ahí a hacer las investigaciones de esta materia para solucionar esta deficiencia encontrada. Se debe considerar que esta es una condición que afecta directamente a los colaboradores durante la ejecución de los trabajos.

Segunda: Se hizo la implementación de la tecnología BIM con ayuda del Software Revit 2022 en la fase de diseño que constó de: Modelamiento de las fases del proyecto, la identificación de peligros y riesgos para luego concluir en una matriz IPERC, el desarrollo de los parámetros y la creación de familias necesarias para la modelación y con esto obtener una eliminación de interferencias y mejorando la toma de decisiones al momento de ejecutar las partidas de estructuras y también las técnicas a utilizar. Luego se usó las simulaciones 4D de los modelos para obtener mejores visualizaciones de todos los elementos comprometidos teniendo como resultado una detección más sencilla de todos los peligros y riesgos presentes derivados de la ejecución del mismo.

Tercera: Se elaboró un resumen a modo de comparación del antes y después de la implementación de BIM donde se encontraron un promedio de 35 riesgos y 6 condiciones subestándares a las que los trabajadores pudieron estar expuestos, los cuales fueron mitigados con la implementación de la matriz IPERC y la tecnología BIM para su pronta detección. Además de un alto nivel de cumplimiento de las tareas programadas ya que las interferencias fueron mitigadas por la tecnología BIM. Finalmente, una alta tasa de confiabilidad en materia de SST ya que se realizó una amplia investigación de este tema para poder dar solución a la necesidad de un plan de Seguridad.

Cuarta: Quedó comprobado que la implementación de BIM en conjunto de una bien elaborada matriz IPERC permite mitigar los riesgos desde el origen y con esto llegar a una confiable ejecución del proyecto, aparte que también queda facilitada la colaboración y la mejora de toma de decisiones durante el desarrollo de los trabajos.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda el uso de la metodología BIM ya que es factible durante todo el ciclo del proyecto: desde la concepción hasta el uso y mantenimiento. Además, que permite detectar interferencias a tiempo y es de naturaleza colaborativa por lo que todos los involucrados tendrán fácil acceso a la información en tiempo real.

Segunda: Se debe tener personal capacitado en materia de BIM en todas las etapas del proyecto para que sea más sencillo de entender y manejar las distintas situaciones que se pueden presentar.

Tercera: En cuanto a la Seguridad y Salud en el Trabajo se recomienda siempre, al momento de realizar el IPERC que todos los colaboradores deben estar y sentirse involucrados durante la creación del mismo ya que este trabajo es por su bienestar e integridad.

Cuarta: Para la implementación de BIM en un proyecto se debe contar con dispositivos de buena performance, ya que estos programas exigen mucho rendimiento del ordenador y si este no se encuentra con características a la talla va a dificultar su modelado, detallado y operación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAPECO. (16 de Noviembre de 2018). *Comité BIM del Perú*. Obtenido de <https://peruconstruye.net/2018/11/16/comite-bim-del-peru/>

Deaza Mora, M. C., Briceño Penagos, C. Y., & Deaza Mora, M. (2021). *Modelo BIM (Building Information Modeling) para el Análisis de Riesgos Laborales y la Incorporación de Medidas Preventivas en la Construcción de Viviendas Unifamiliares. Caso Simulado en el Municipio de Villapinzón Cundinamarca*. Universidad Escuela Colombia de Carreras Industriales. Bogotá: Repositorio POSGRADO. Recuperado el 13 de Octubre de 2022

Gala Huamanchahua, E. C. (2018). *METODOLOGÍA BIM APLICADA AL PROYECTO DE MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS EN APOYO A LA ACTIVIDAD ACADÉMICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA UNI PARA GESTIONAR NCOMPATIBILIDADES*. Universidad César Vallejo. Lima: Repositorio PREGRADO. Recuperado el 14 de Octubre de 2022

Góngora Oviedo, S. L., & Flores Ascate, M. (2022). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA LOS COSTOS Y RIESGOS EN EL PROYECTO DE HABILITACIÓN URBANA RAYOS DEL SOL-ICA*. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo: Repositorio PREGRADO. Recuperado el 16 de Octubre de 2022

McGraw-Hill Construction. (2014). *The Business Value of BIM for Construction in Major Global Markets*. Massachusetts: SmartMarket Report.

Mendoza, J., & Mosquera, A. (2019). *Integración de la metodología BIM con la gestión de sistemas de información de activos (Facility Management), en un caso de estudio: Sistema de iluminación del edificio de Investigación y Laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Javeriana*. Pontificia Universidad JAVERIANA. Repositorio PREGRADO. Recuperado el 12 de Octubre de 2022

MINISTERIO DE ECONOMÍA Y FINANZAS. (2021). *NOTA TÉCNICA DE INTRODUCCIÓN BIM*. Lima.

Montalvo Alvarez, E. L. (2021). *Aplicación de la tecnología BIM a la Gestión de Prevención de riesgos laborales en el proyecto Cocina Industrial- Arequipa*

2020. Universidad Tecnológica del Perú. Arequipa: Repositorio PREGRADO.
Recuperado el 12 de Octubre de 2022

Normas Legales, N° 30225. (08 de Setiembre de 2019). DECRETO SUPREMO N° 289-2019-EF. *Aprueban disposiciones para la incorporación progresiva de BIM en la inversión pública*. Lima, Lima, Perú: EDITORA PERÚ.

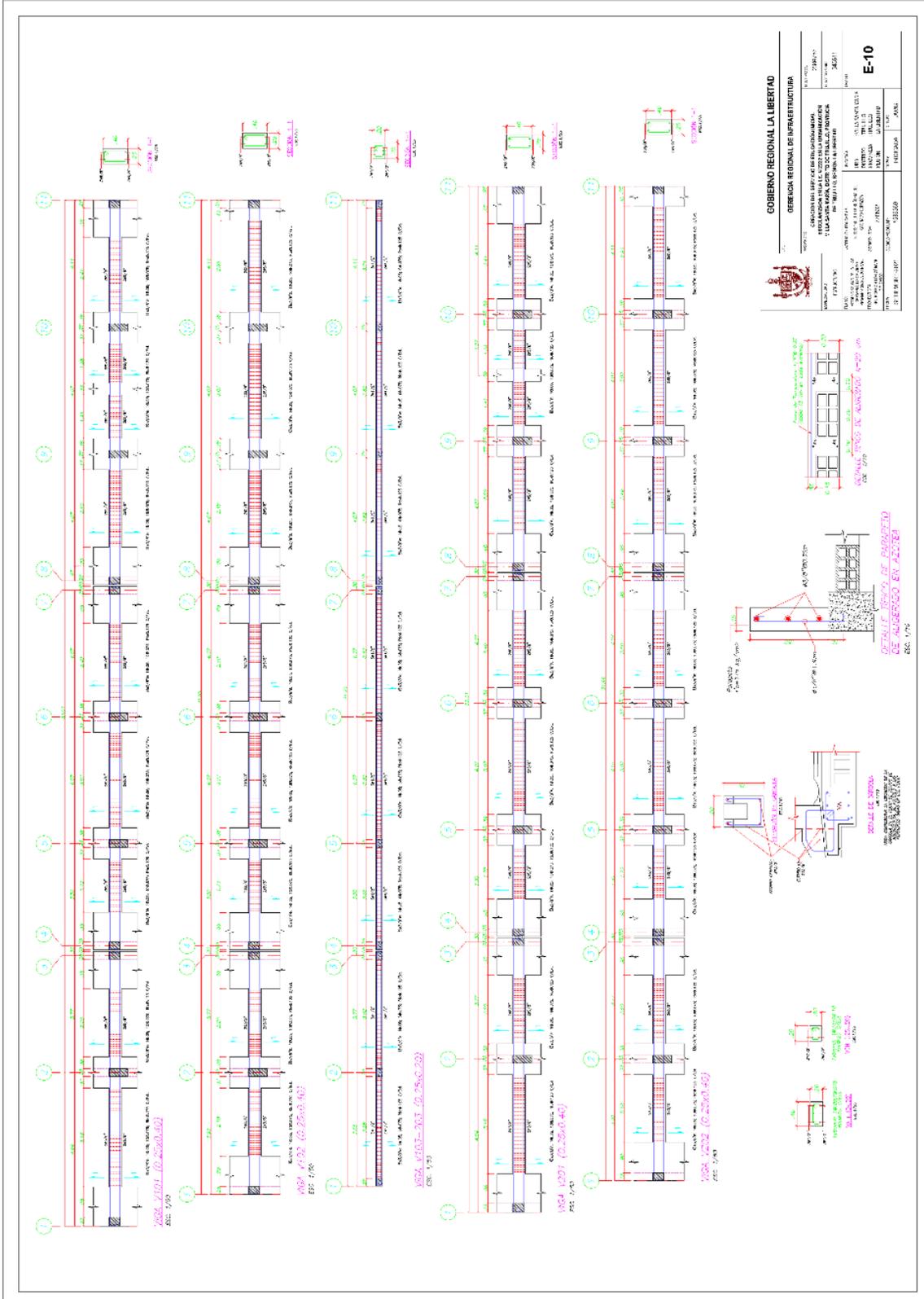
OGETIC. (04 de Marzo de 2021). Notificaciones de accidentes de trabajo, incidentes peligrosos y enfermedades ocupacionales. *Boletín Estadístico Mensual N°01, Año 10, Edición Enero 2021*. Lima, Lima, Lima: Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.

Organización Internacional del Trabajo. (22 de Abril de 1996). *AUMENTAN LOS RIESGOS PARA LA SEGURIDAD Y LA SALUD DE LOS TRABAJADORES, ADVIERTE LA OIT*. Obtenido de Organización Internacional del Trabajo (OIT) : https://www.ilo.org/global/about-the-ilo/newsroom/news/WCMS_008410/lang-es/index.htm

Universidad Isabel I. (2021). MÁSTER BIM MANAGEMENT. Burgos, España.

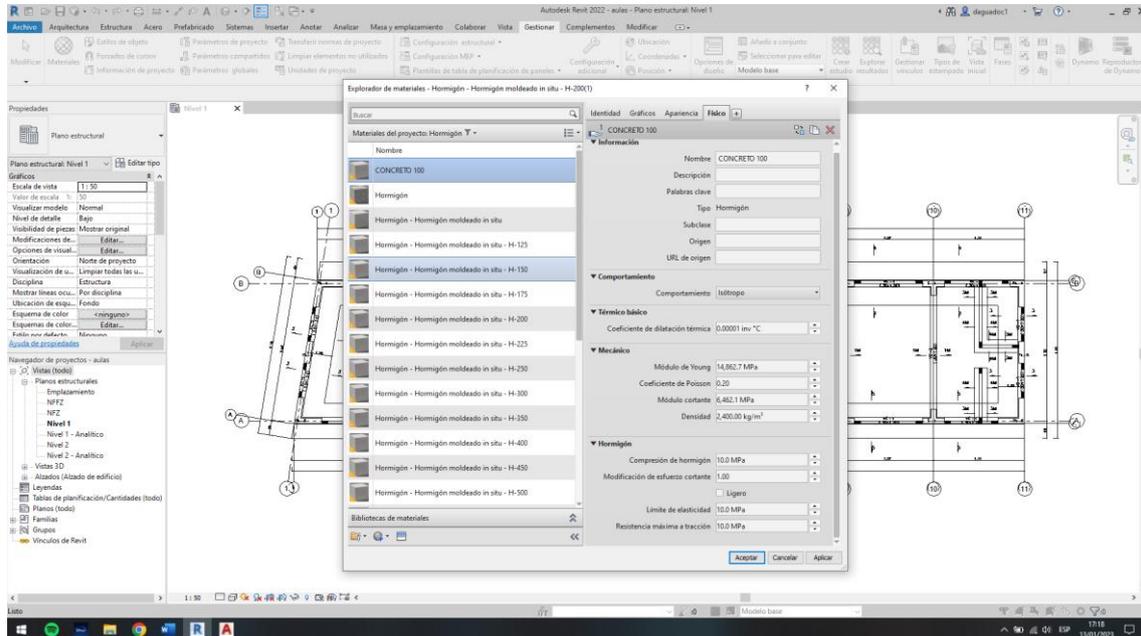
ANEXO 10

E-10



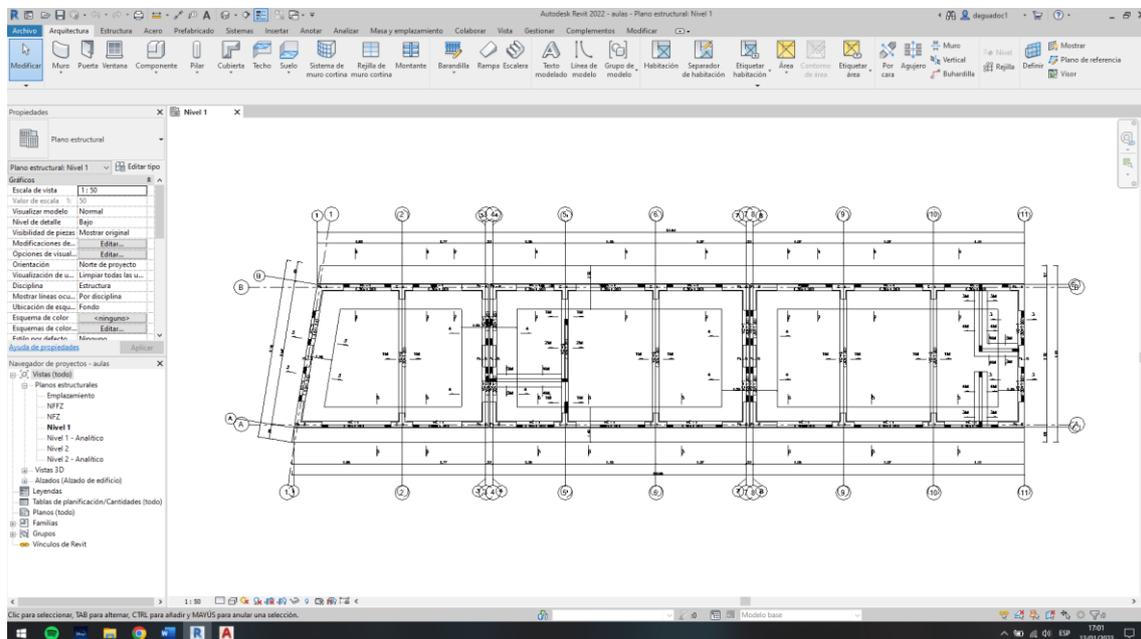
ANEXO 13

Modelado de Rejillas - Pabellón de aulas



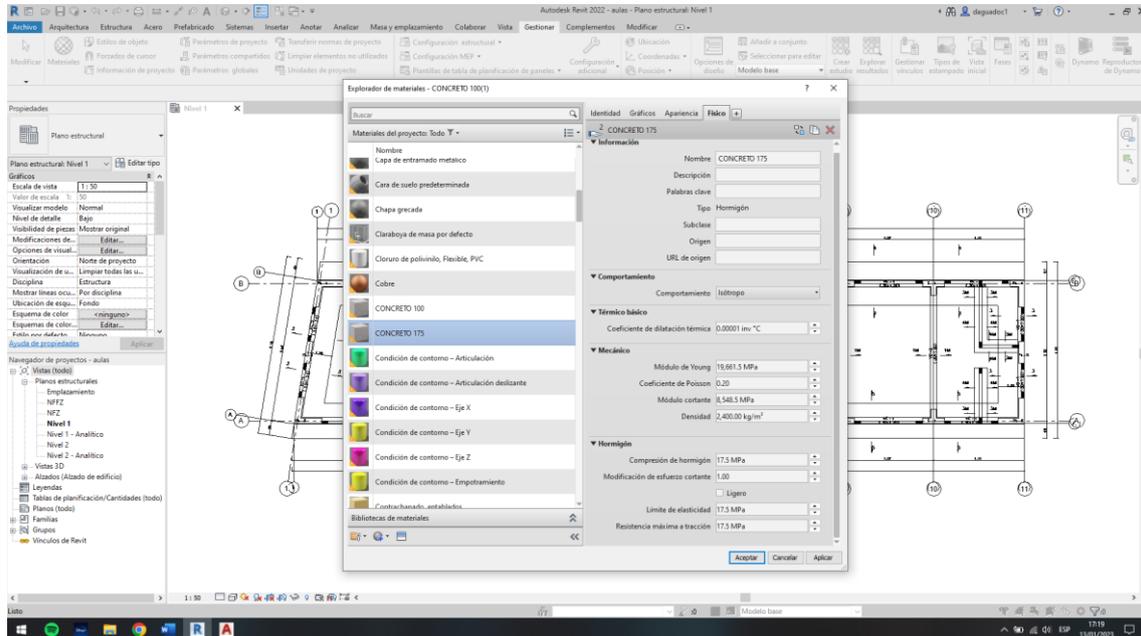
ANEXO 14

Definición de Materiales



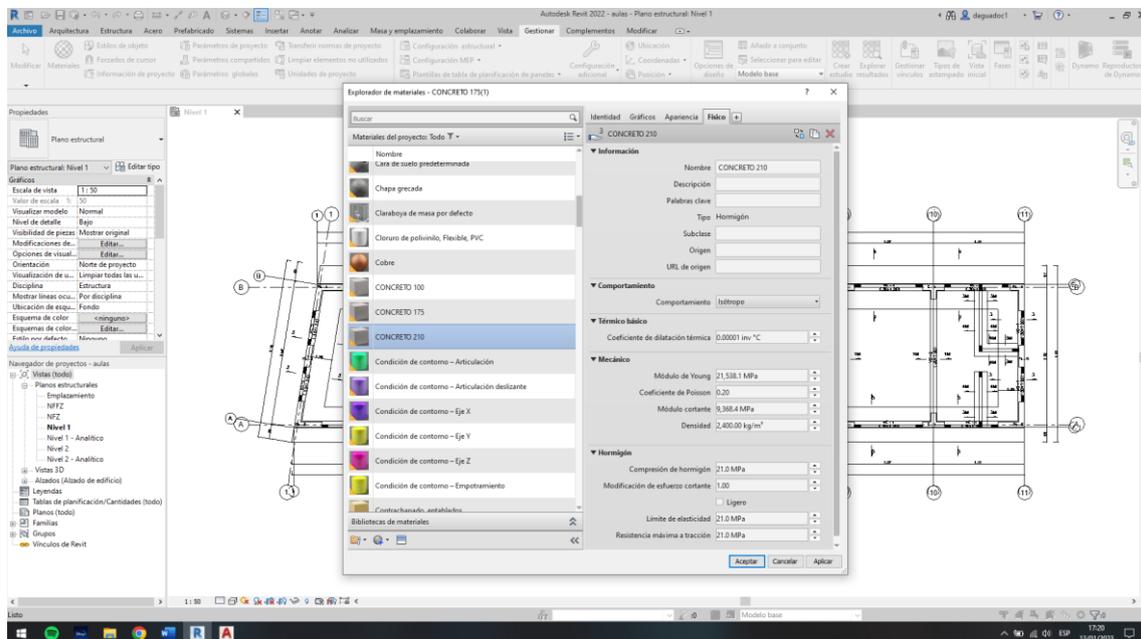
ANEXO 15

Definición de Materiales - Concreto 175



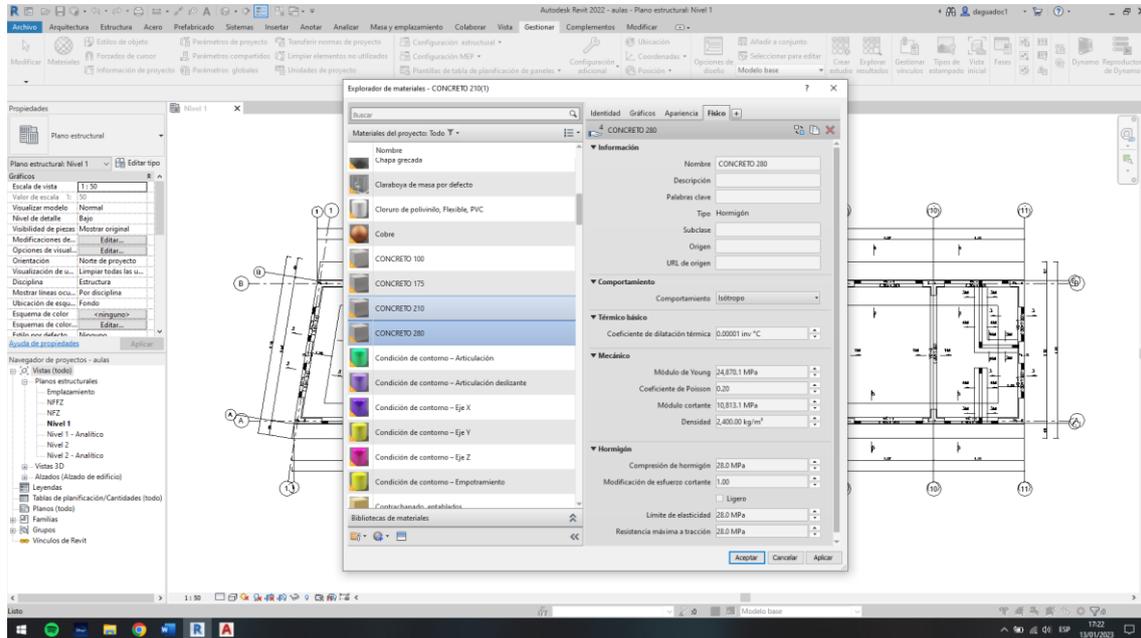
ANEXO 16

Definición de Materiales - Concreto 210



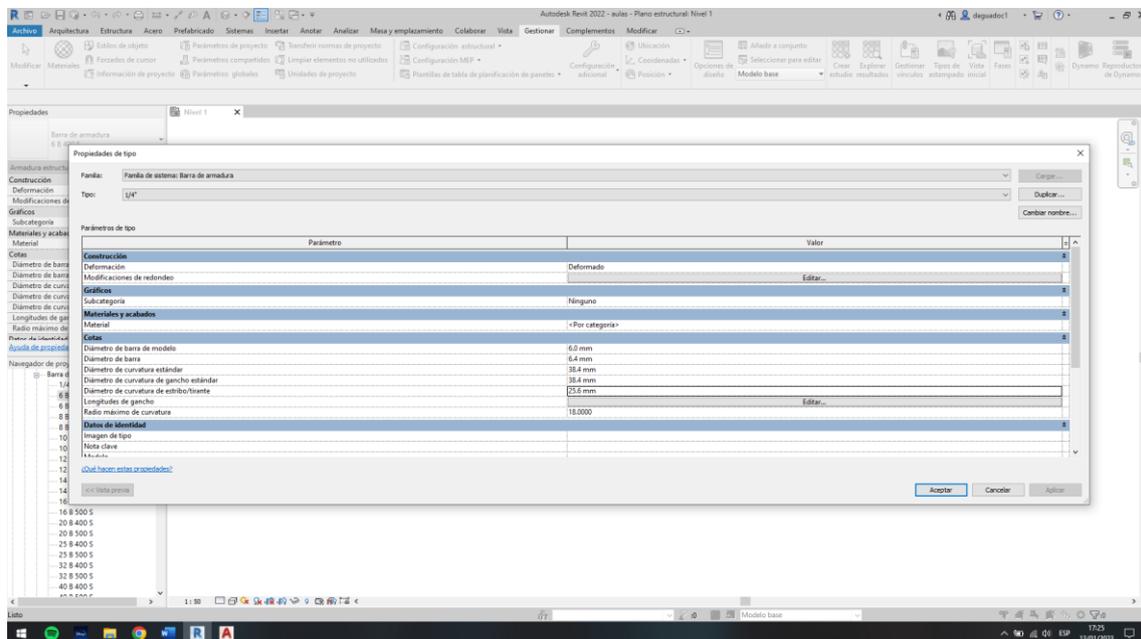
ANEXO 17

Definición de Materiales - Concreto 280



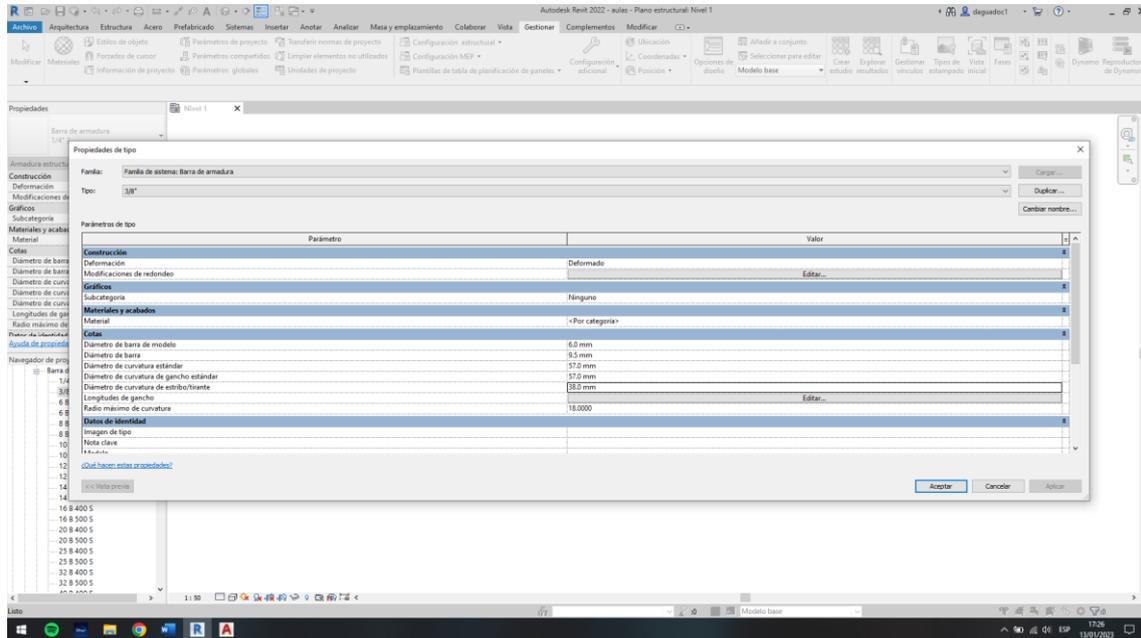
ANEXO 18

Definición de Secciones de Acero



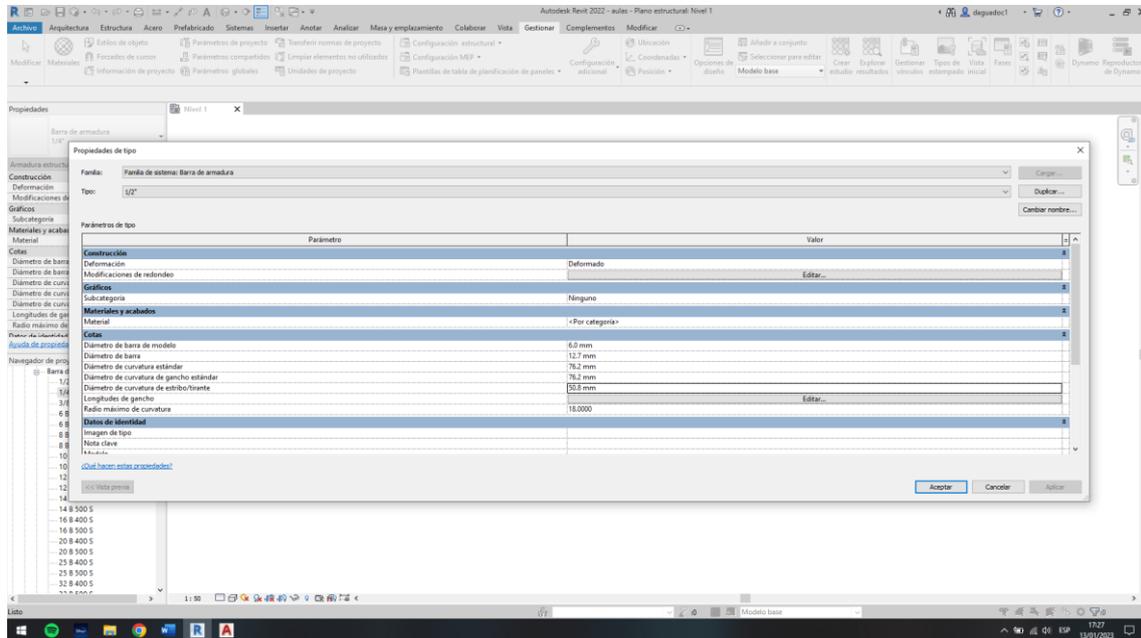
ANEXO 19

Definición de Secciones de Acero - Acero 3/8"



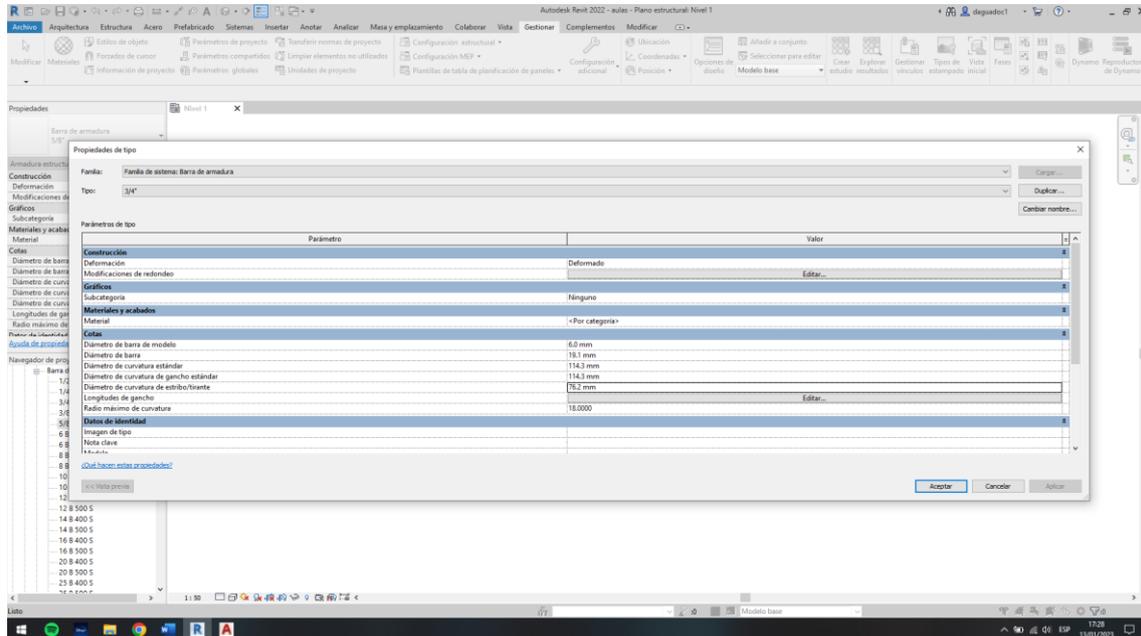
ANEXO 20

Definición de Secciones de Acero - Acero 1/2"



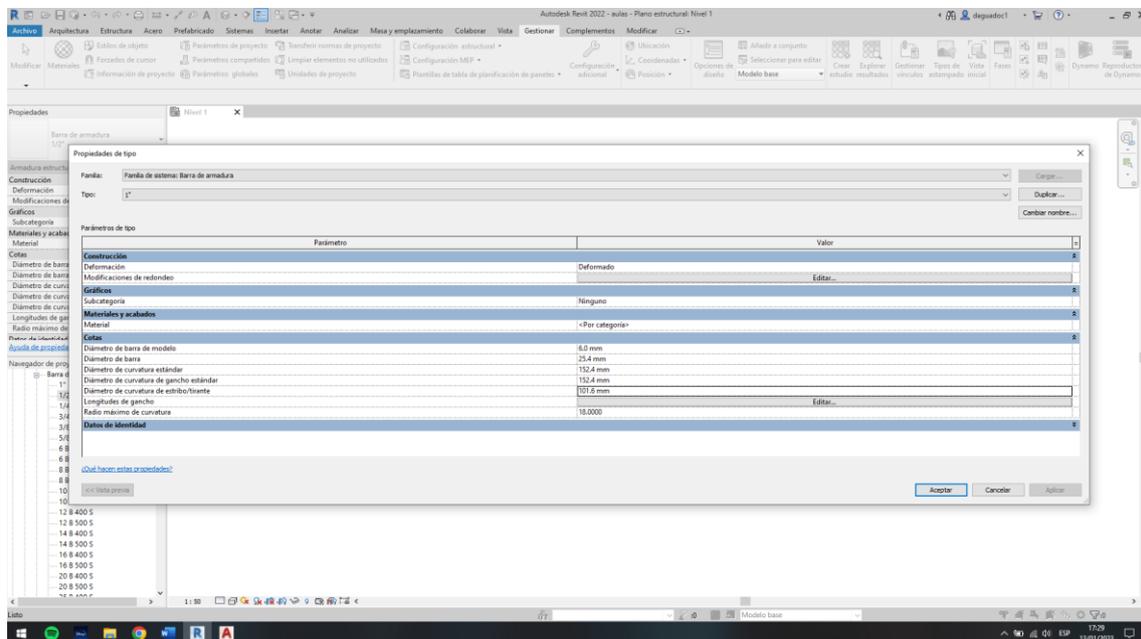
ANEXO 21

Definición de Secciones de Acero - Acero 3/4"



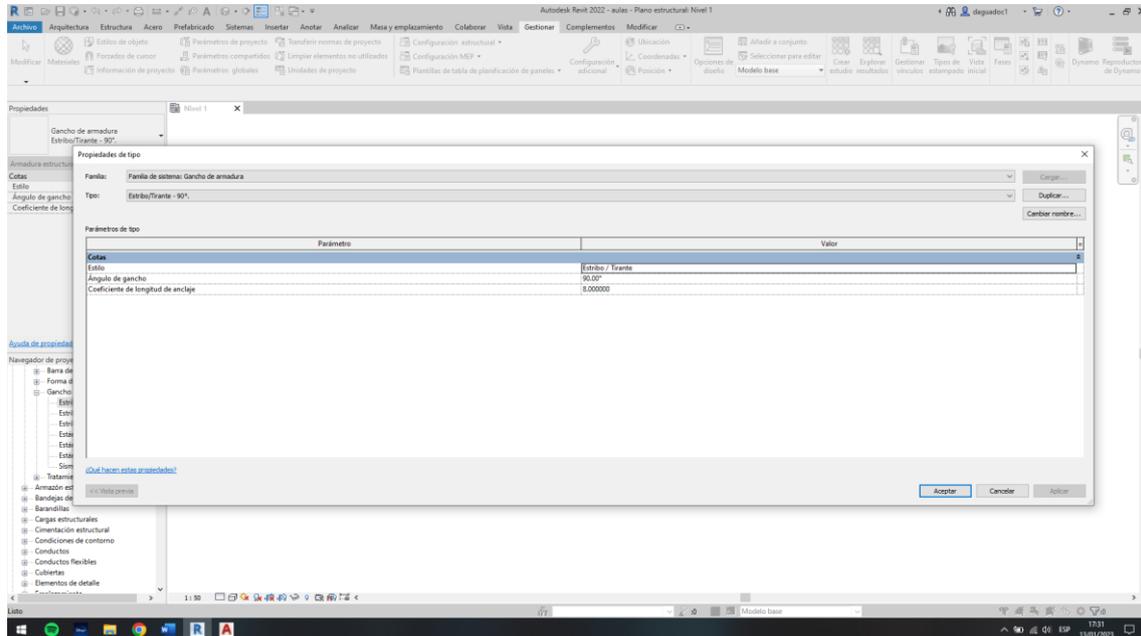
ANEXO 22

Definición de Secciones de Acero - Acero 1"



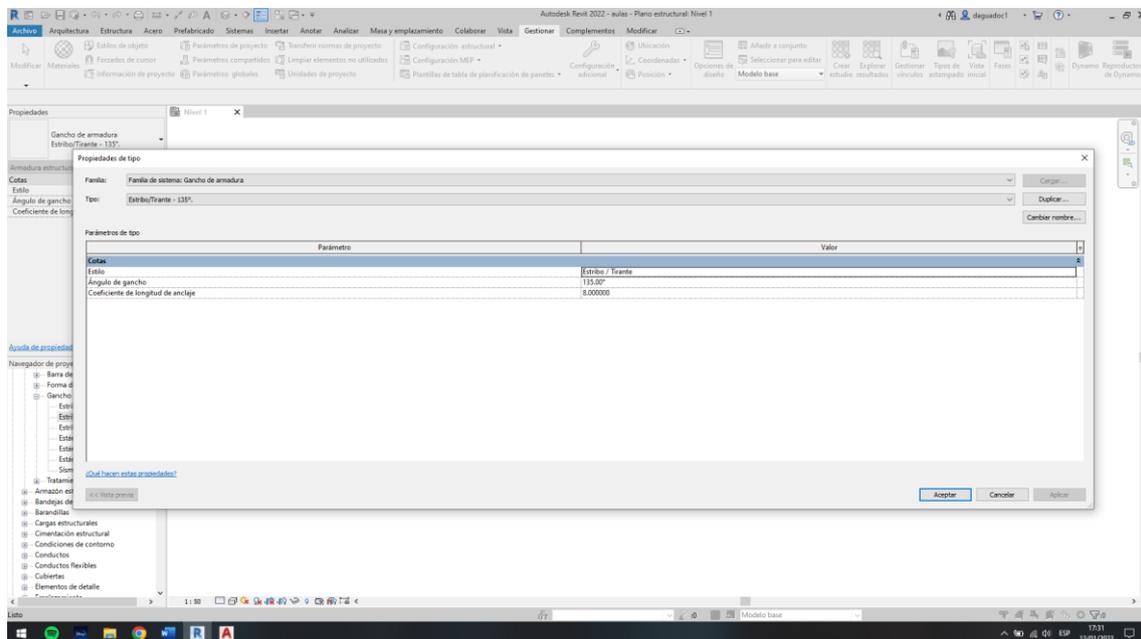
ANEXO 23

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estribo/Tirante 90°



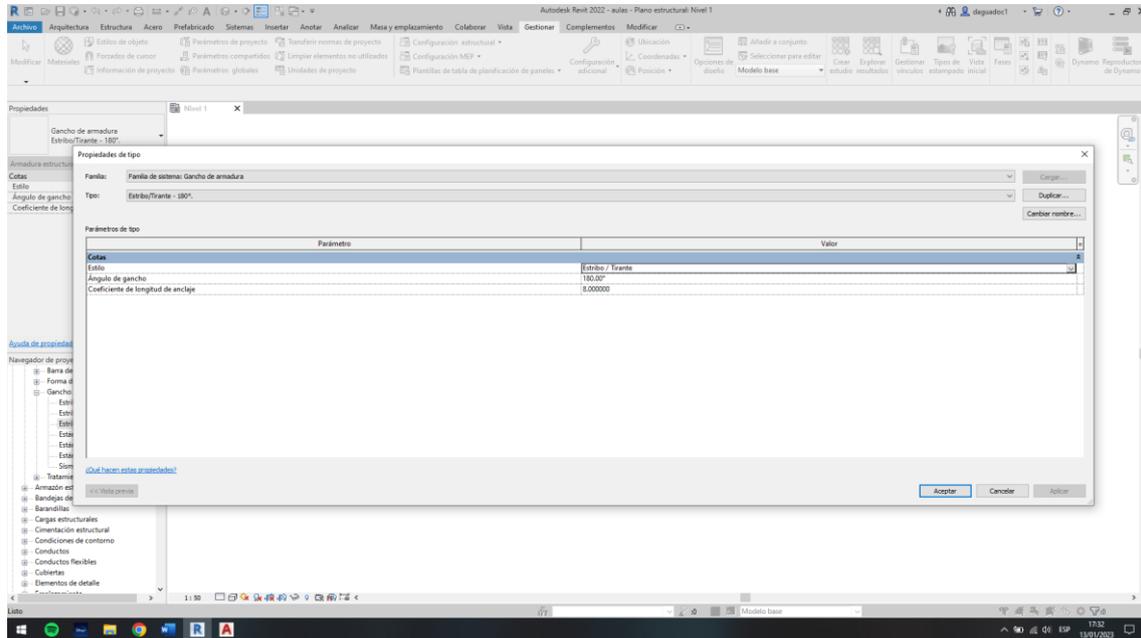
ANEXO 24

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estribo/Tirante 135°



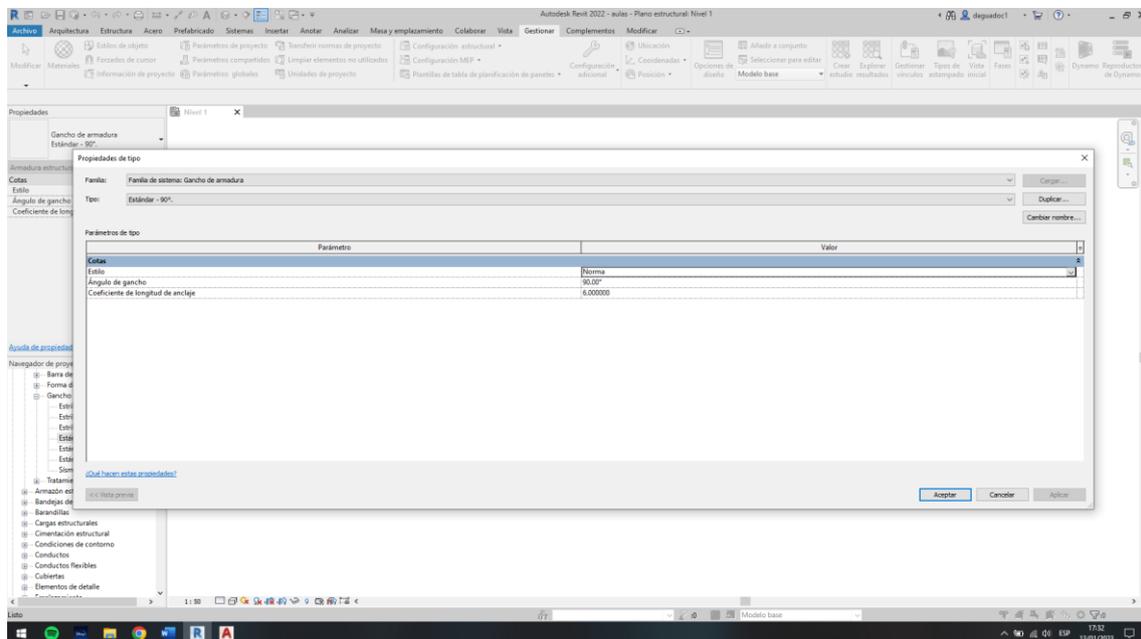
ANEXO 25

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estribo/Tirante 180°



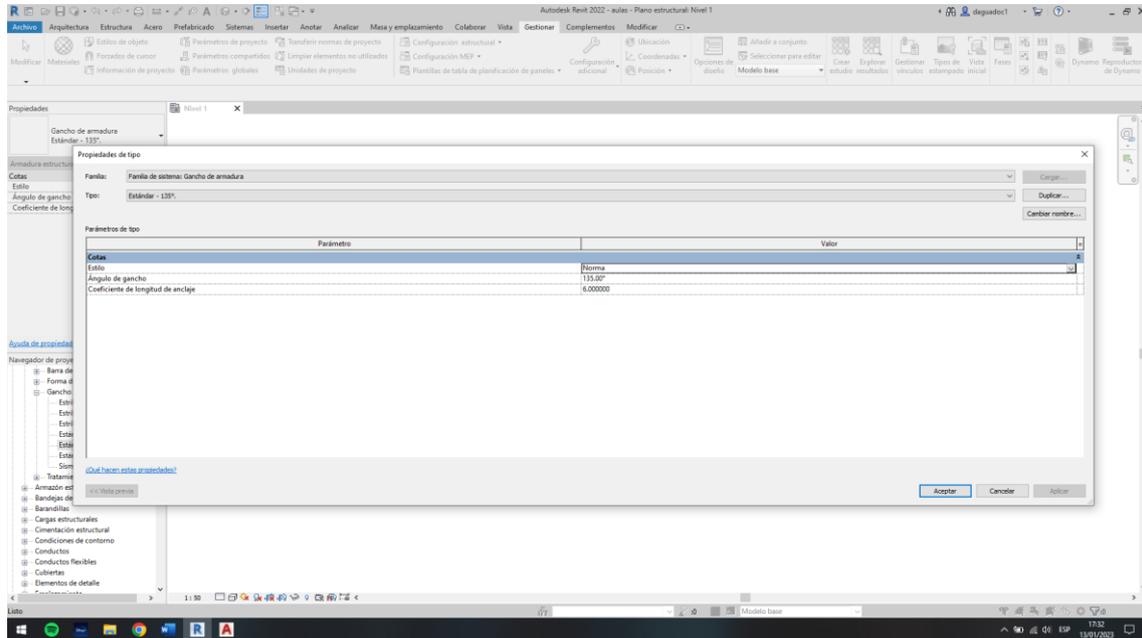
ANEXO 26

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estándar 90°



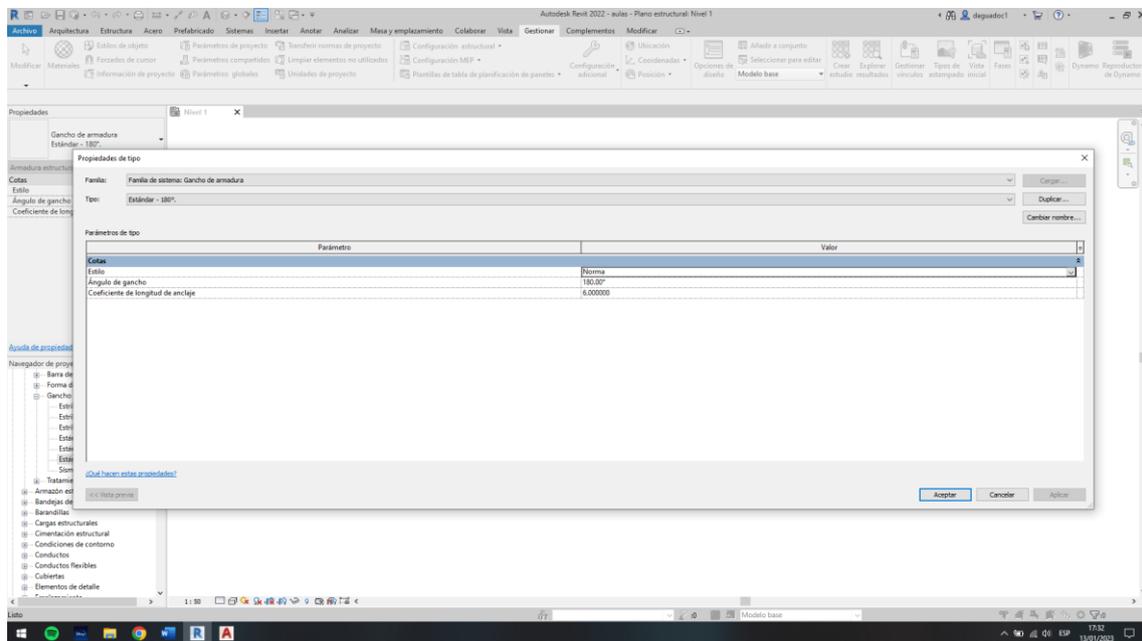
ANEXO 27

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estándar 135°



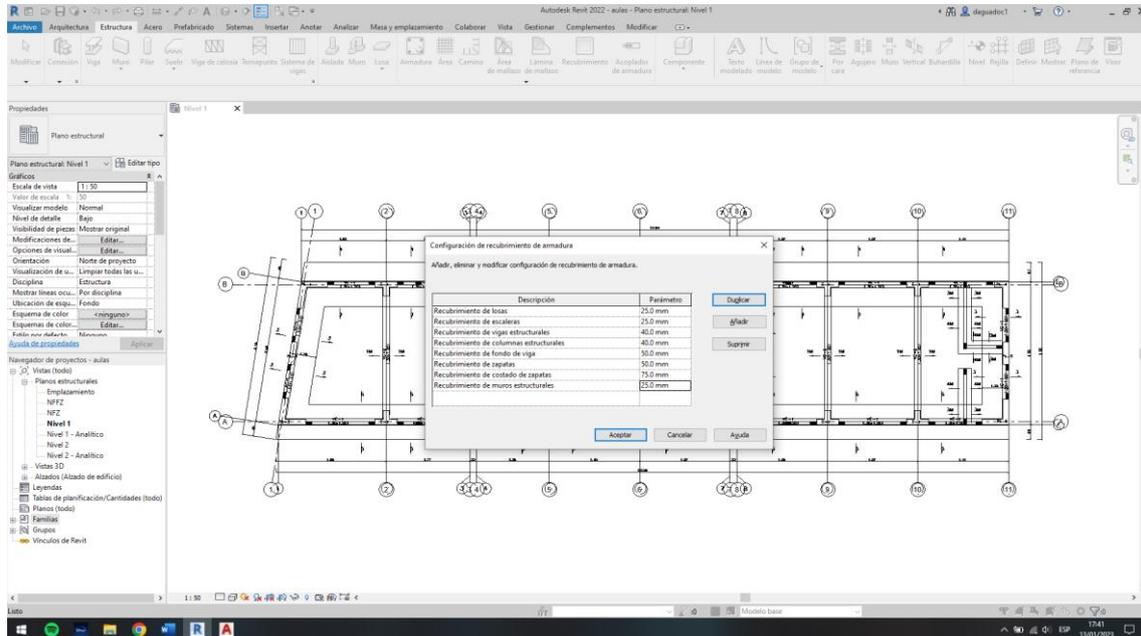
ANEXO 28

Definición de Secciones de Acero - Gancho de armadura Estándar 180°



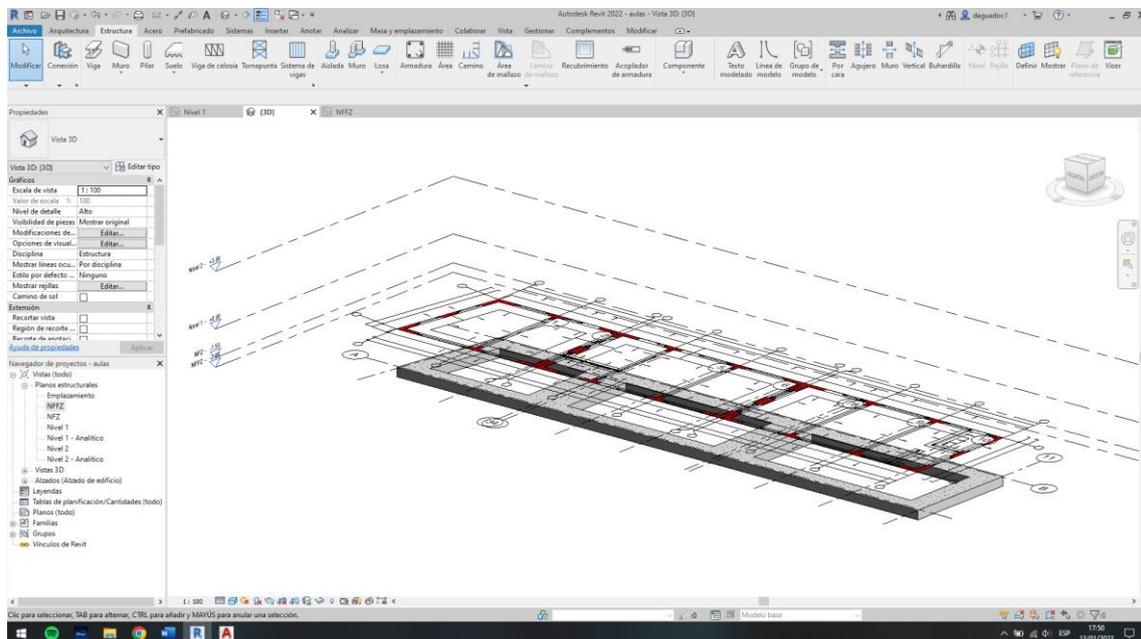
ANEXO 29

Definición de Recubrimientos estructurales



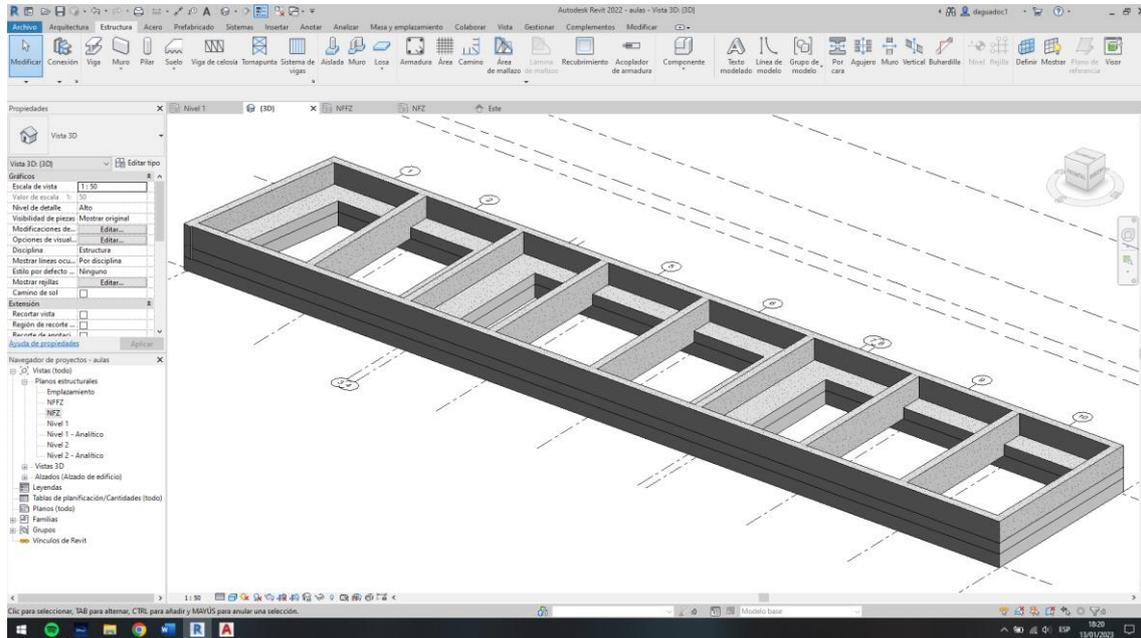
ANEXO 30

Modelamiento Estructural - Pabellón de aulas



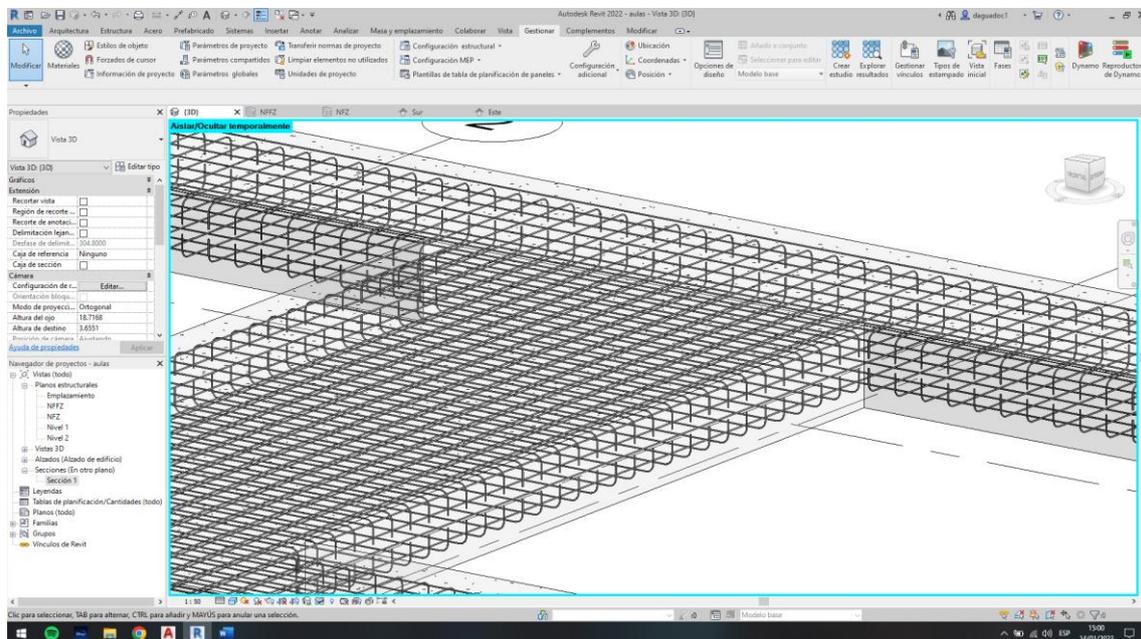
ANEXO 31

Modelado de cimentación - Pabellón de aulas



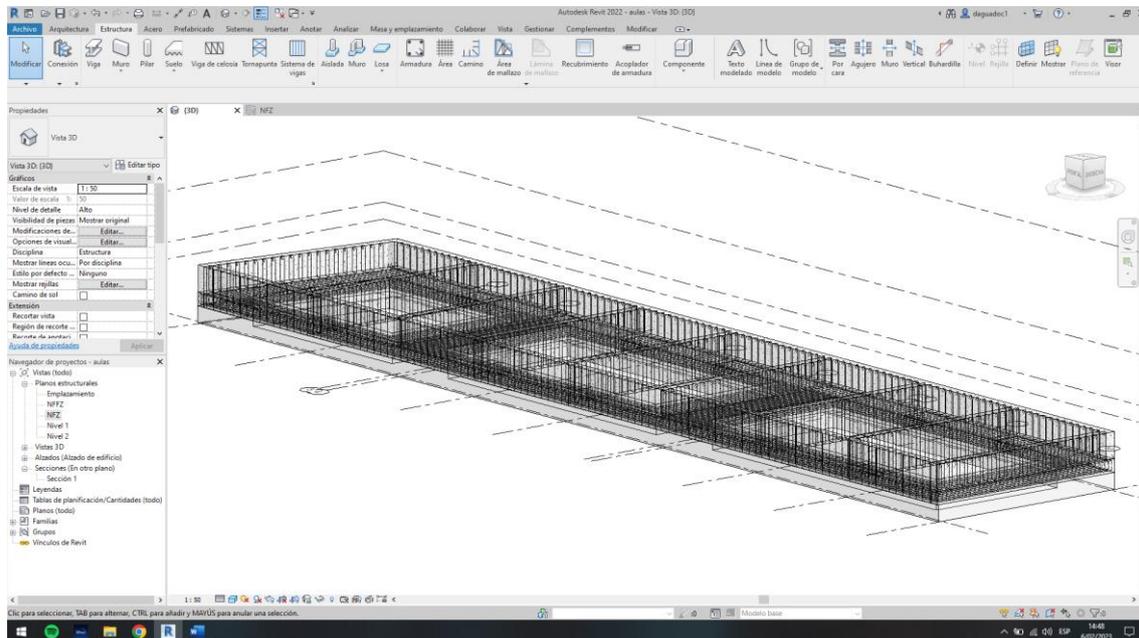
ANEXO 32

Modelado de acero en cimentación - Pabellón de aulas



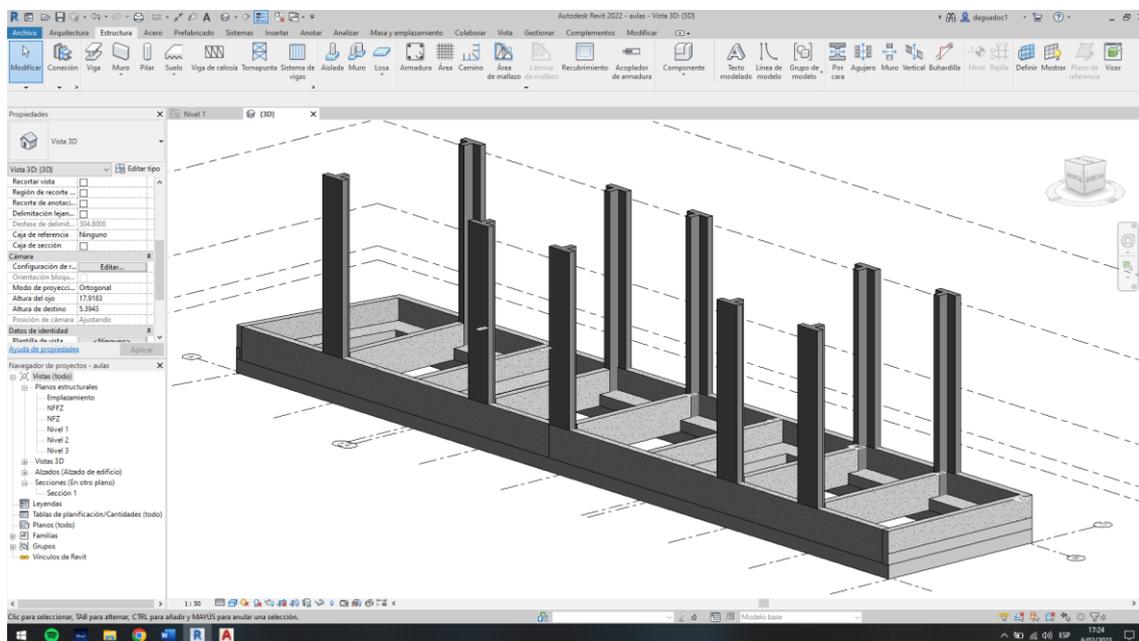
ANEXO 33

Vista 3D Cimentación - Pabellón de aulas



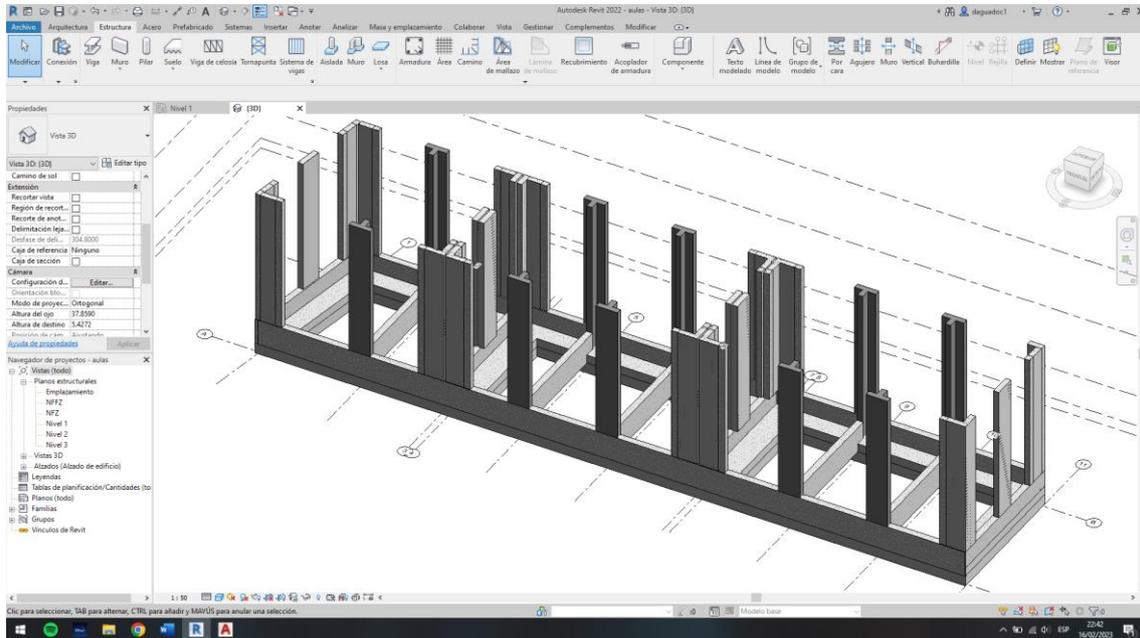
ANEXO 34

Modelamiento de columnas - Pabellón de aulas



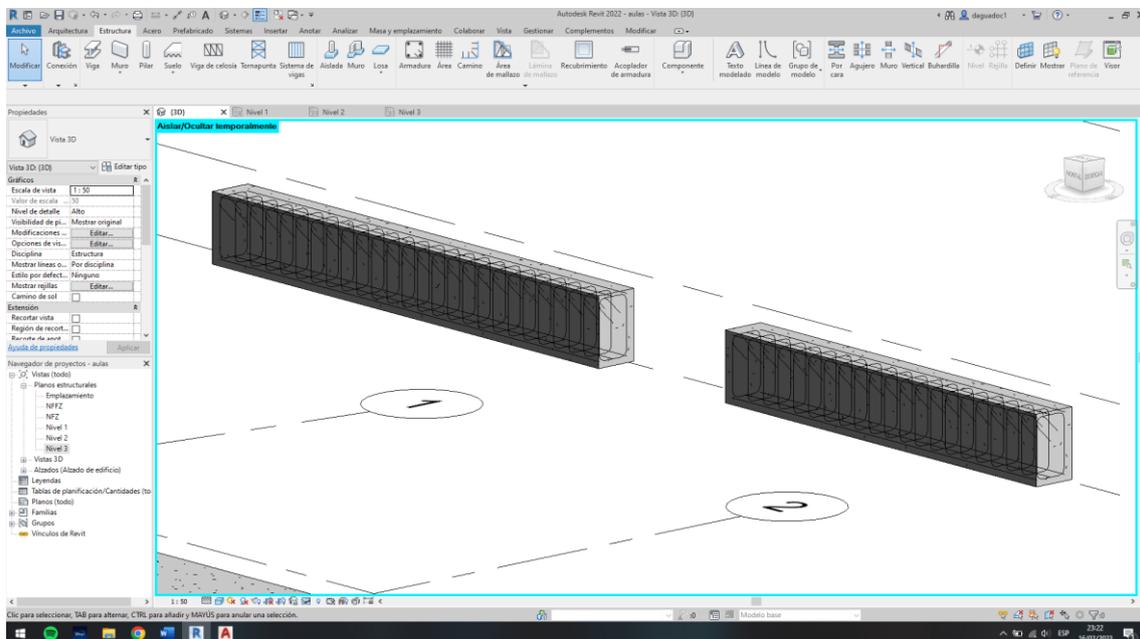
ANEXO 35

Modelamiento de muros estructurales - Pabellón de aulas



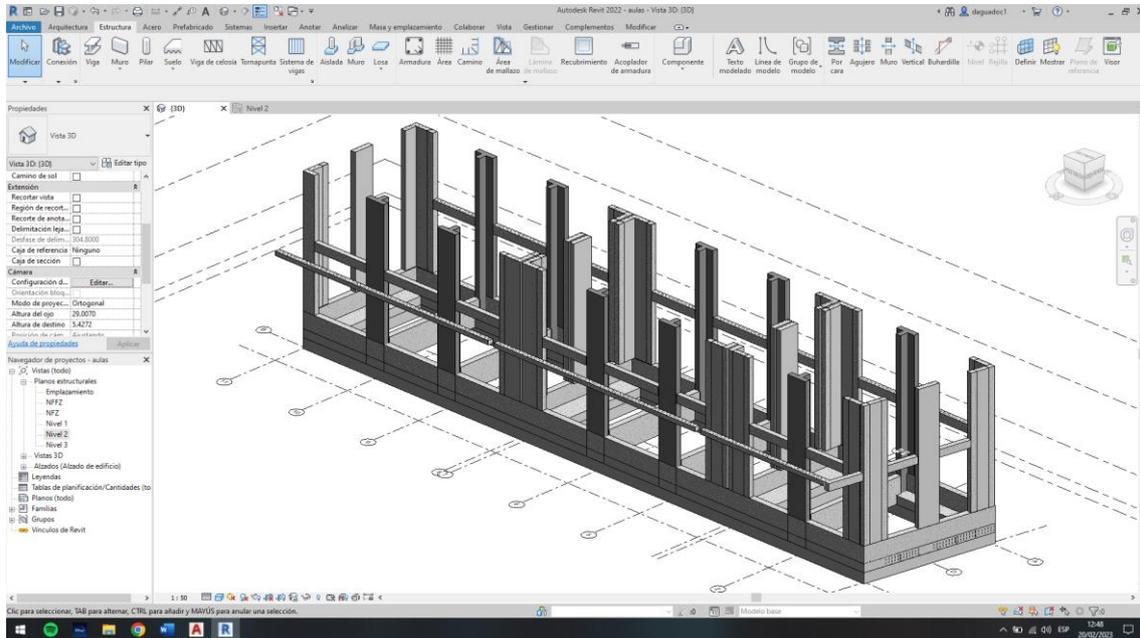
ANEXO 36

Detallado de acero estructural - Pabellón de aulas



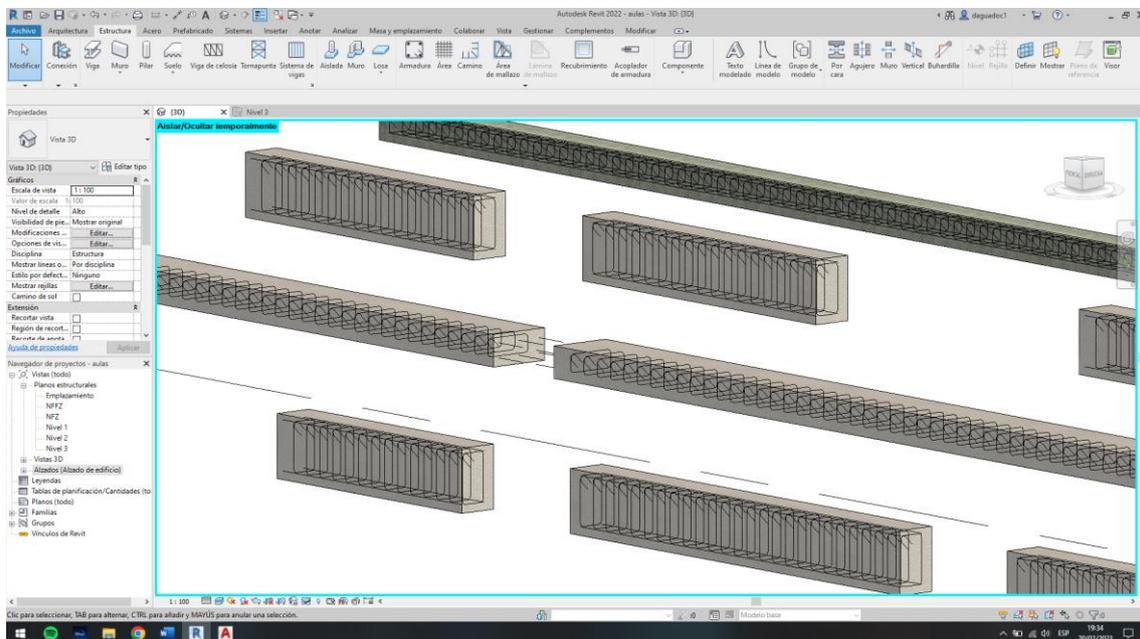
ANEXO 37

Vista 3D - Pabellón de aulas



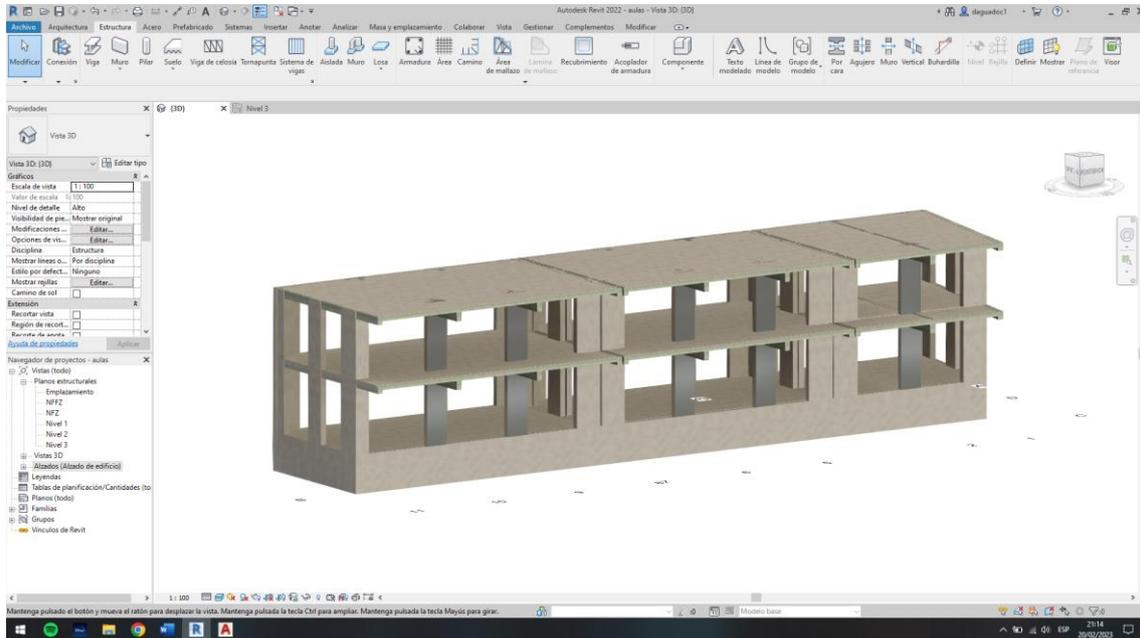
ANEXO 38

Detallado de armadura en vigas - Pabellón de aulas



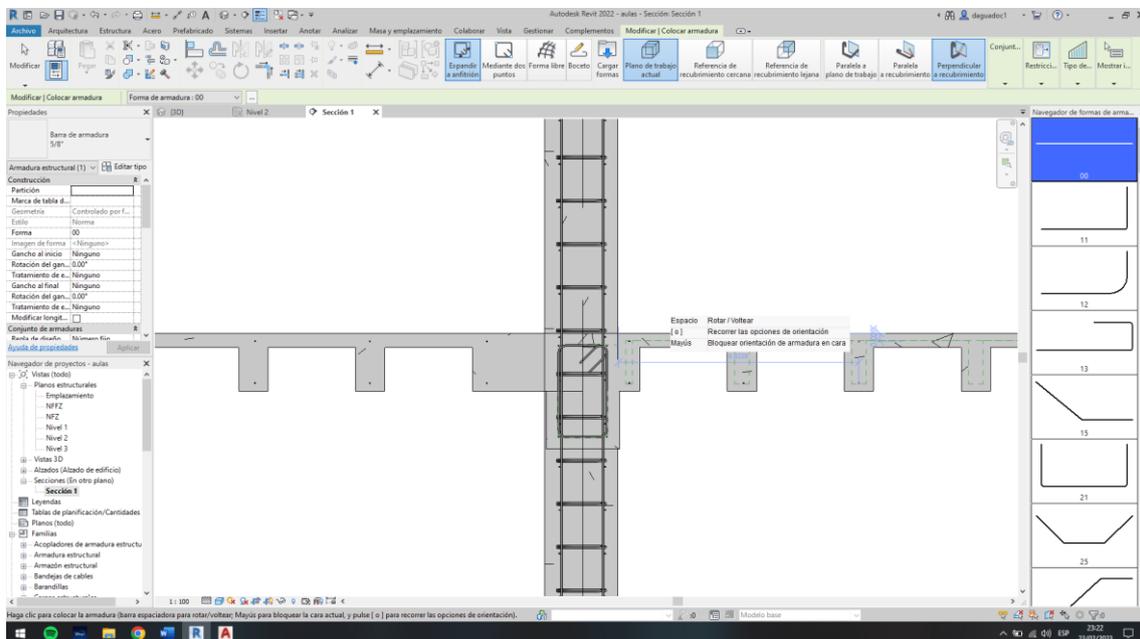
ANEXO 39

Vista 3D - Pabellón de aulas



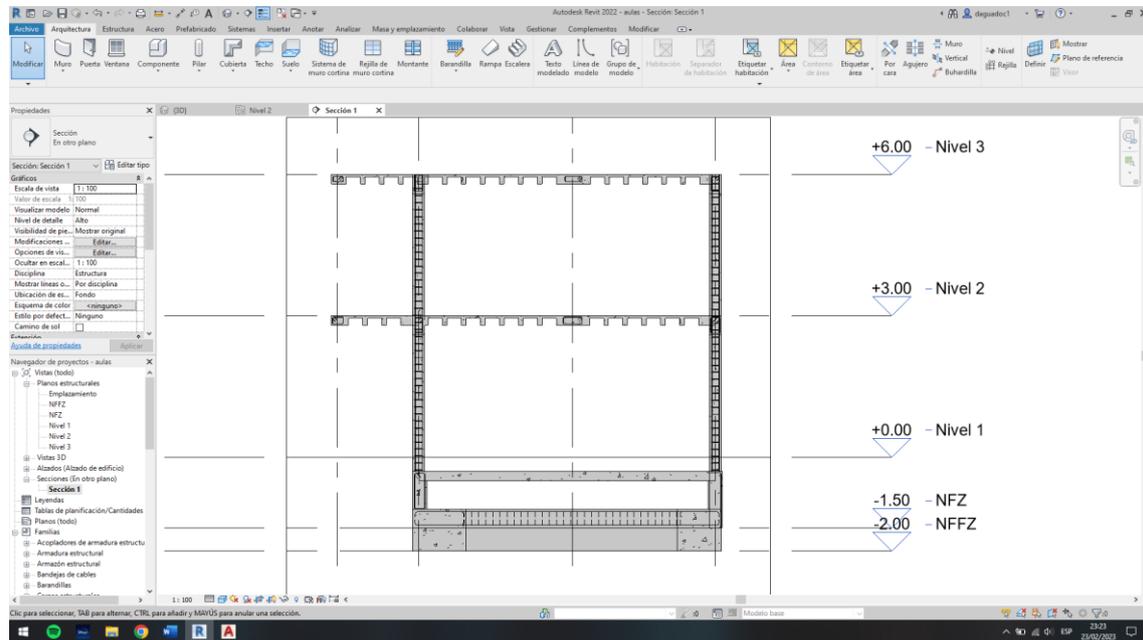
ANEXO 40

Detalle de sección losa y columna - Pabellón de aulas



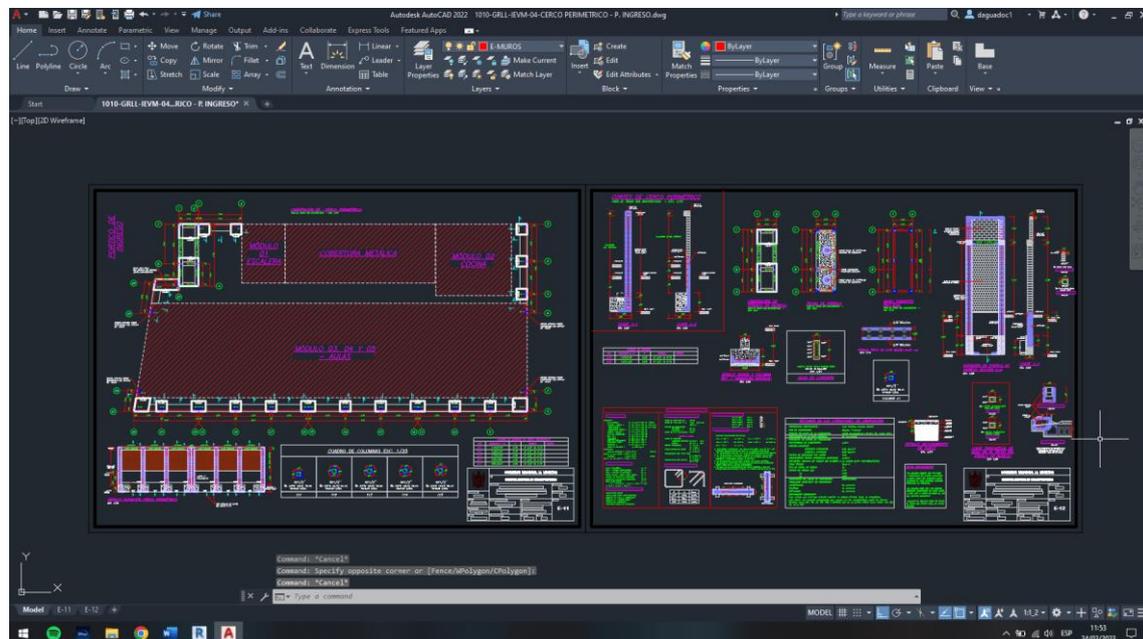
ANEXO 41

Detalle de sección - Pabellón de aulas



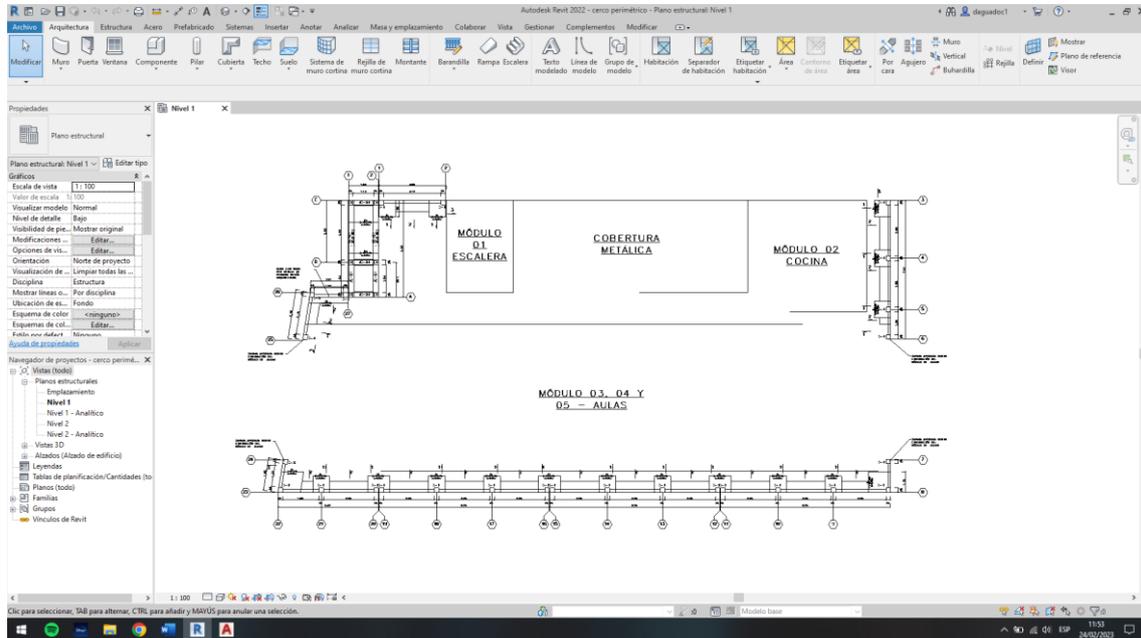
ANEXO 42

Modelado de Cerco Perimétrico - Vista AutoCad



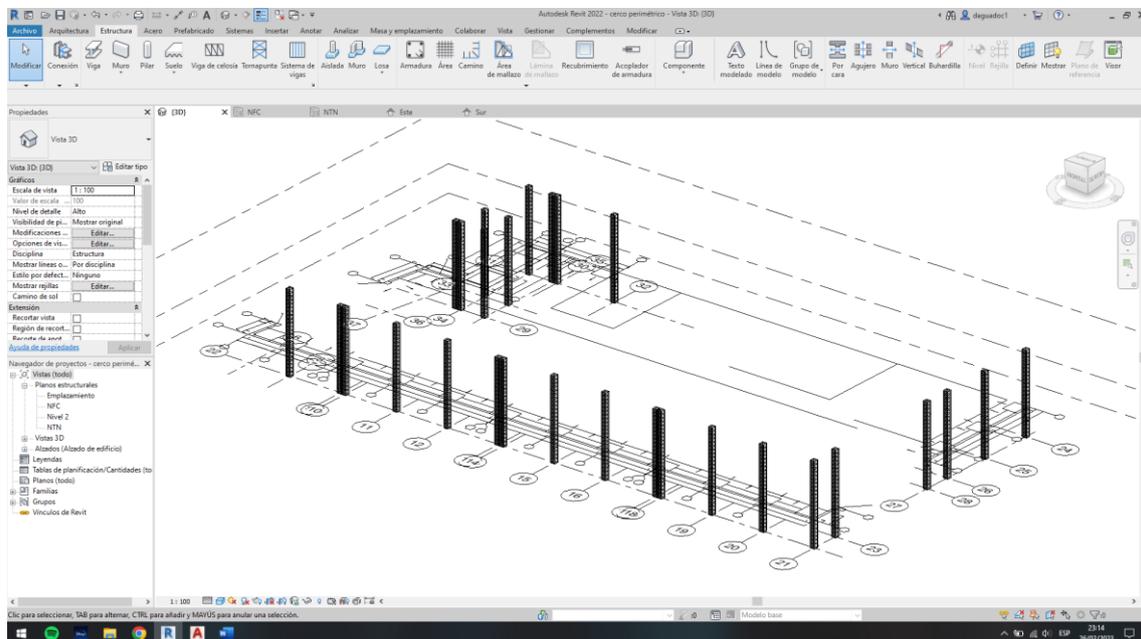
ANEXO 43

Modelado de rejillas y niveles - Cerco Perimétrico



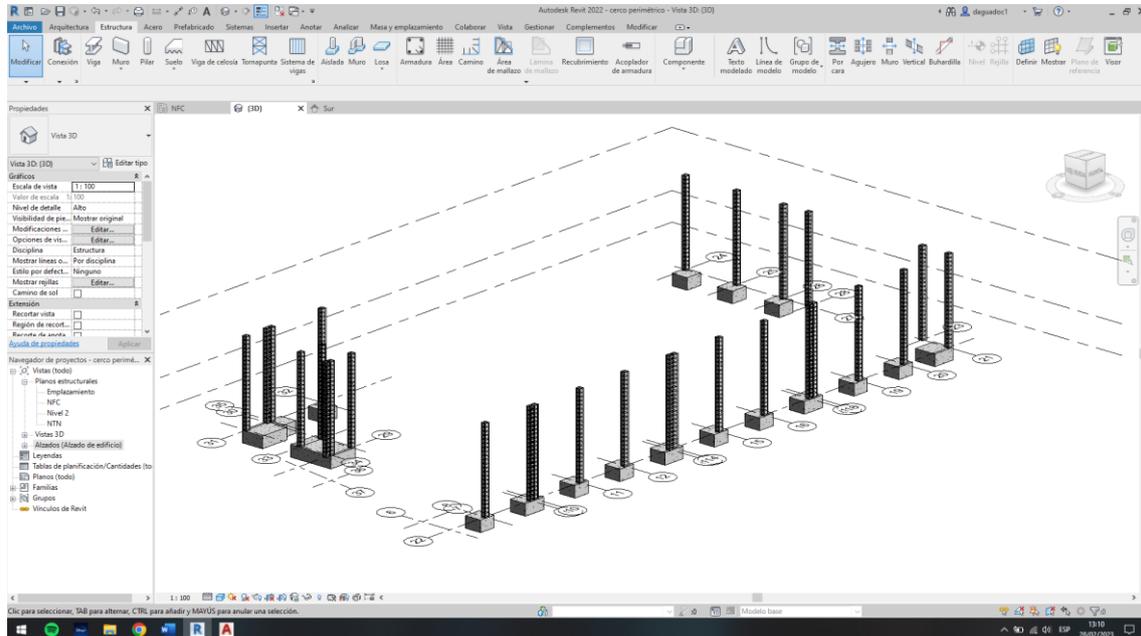
ANEXO 44

Modelado de columnas - Cerco Perimétrico



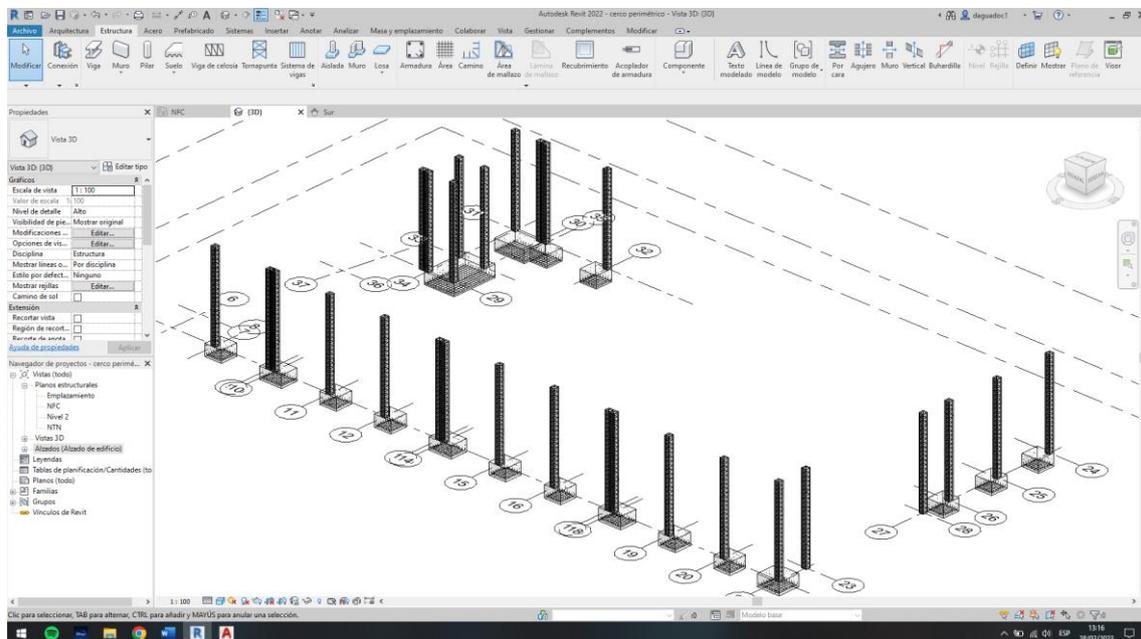
ANEXO 45

Modelado de cimentación aislada - Cerco Perimétrico



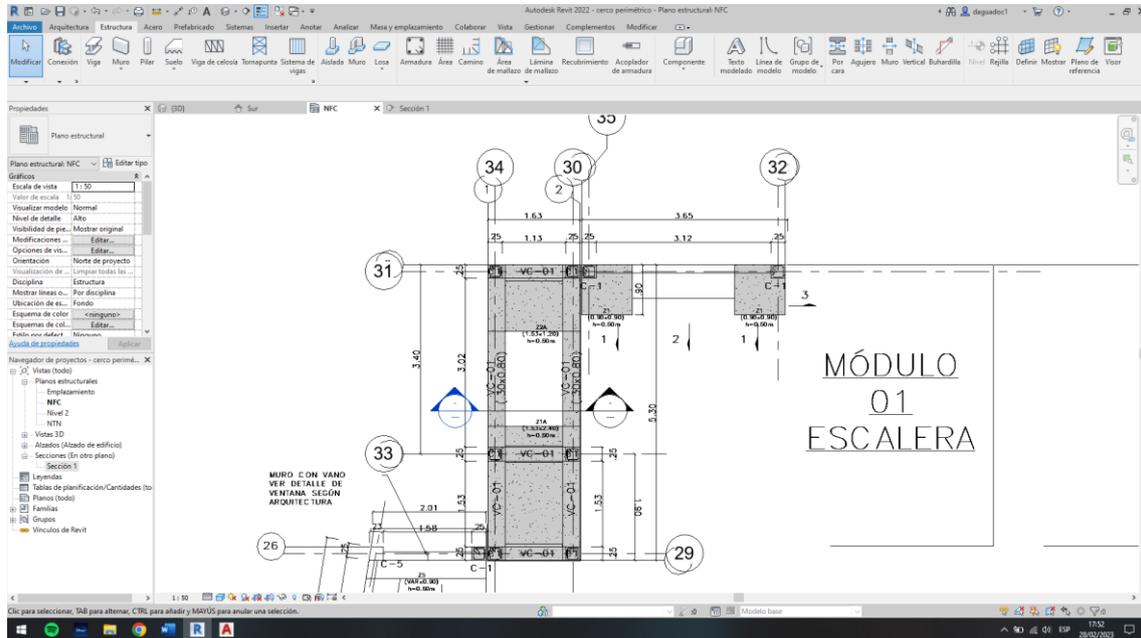
ANEXO 46

Modelado de acero estructural en cimentación - Cerco Perimétrico



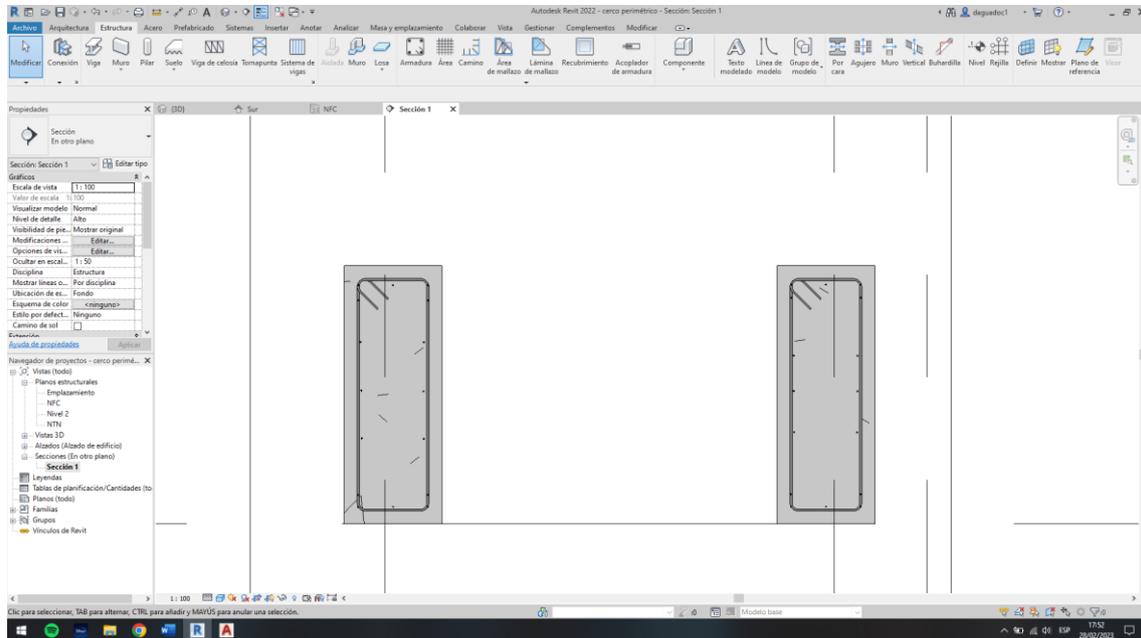
ANEXO 47

Modelado de pórtico de ingreso - Cerco Perimétrico



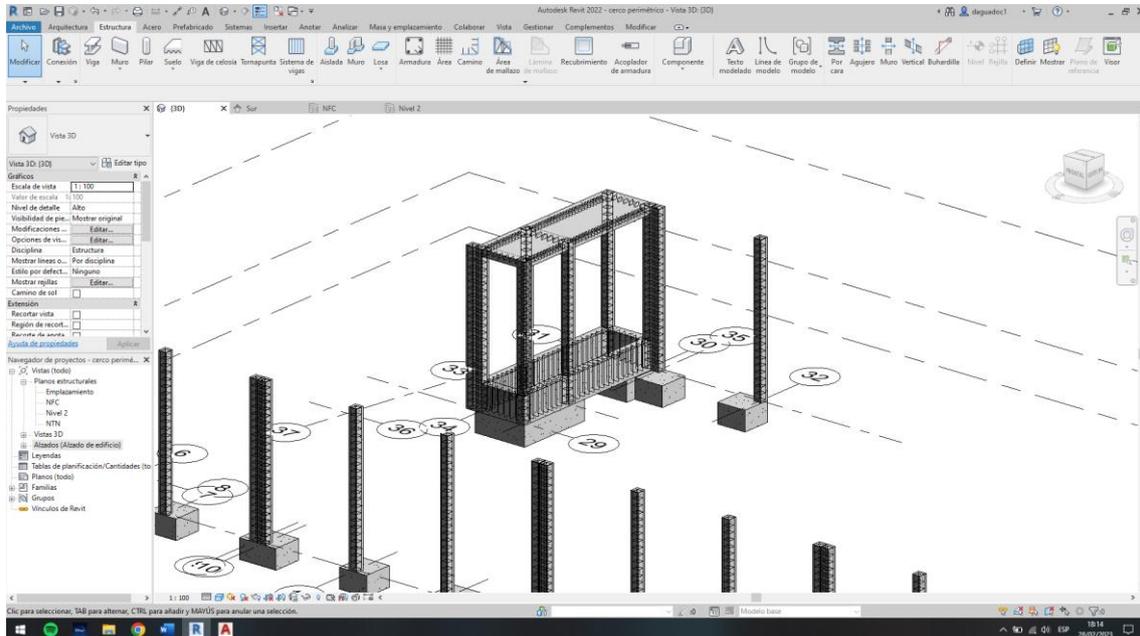
ANEXO 48

Detallado de vigas de cimentación en pórtico de ingreso - Cerco Perimétrico



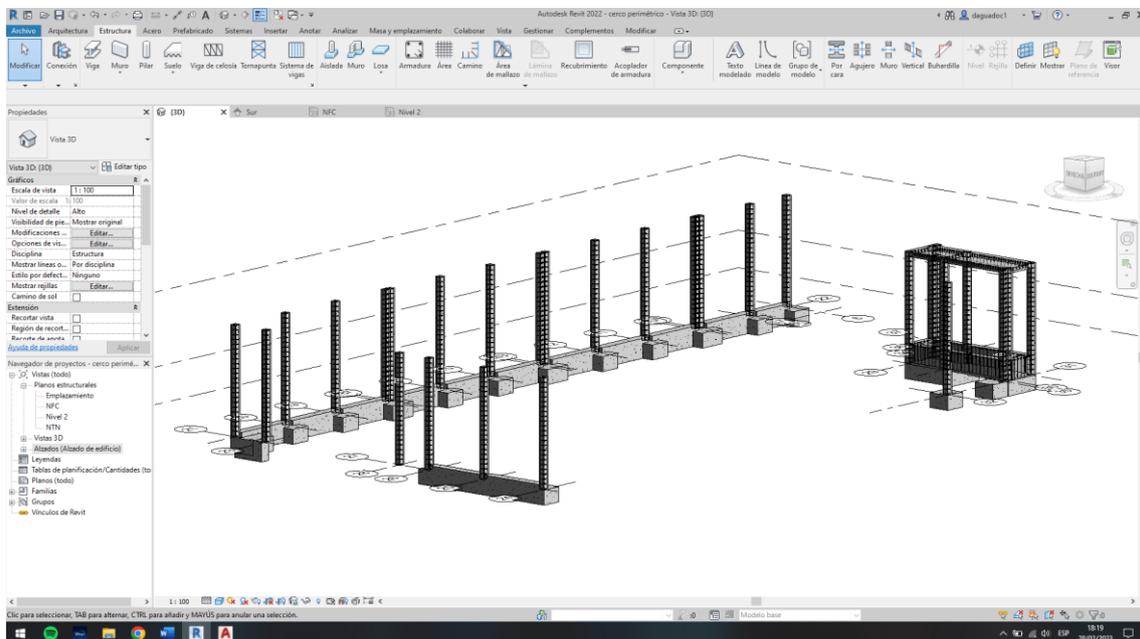
ANEXO 49

Vista 3D de pórtico de ingreso - Cerco Perimétrico



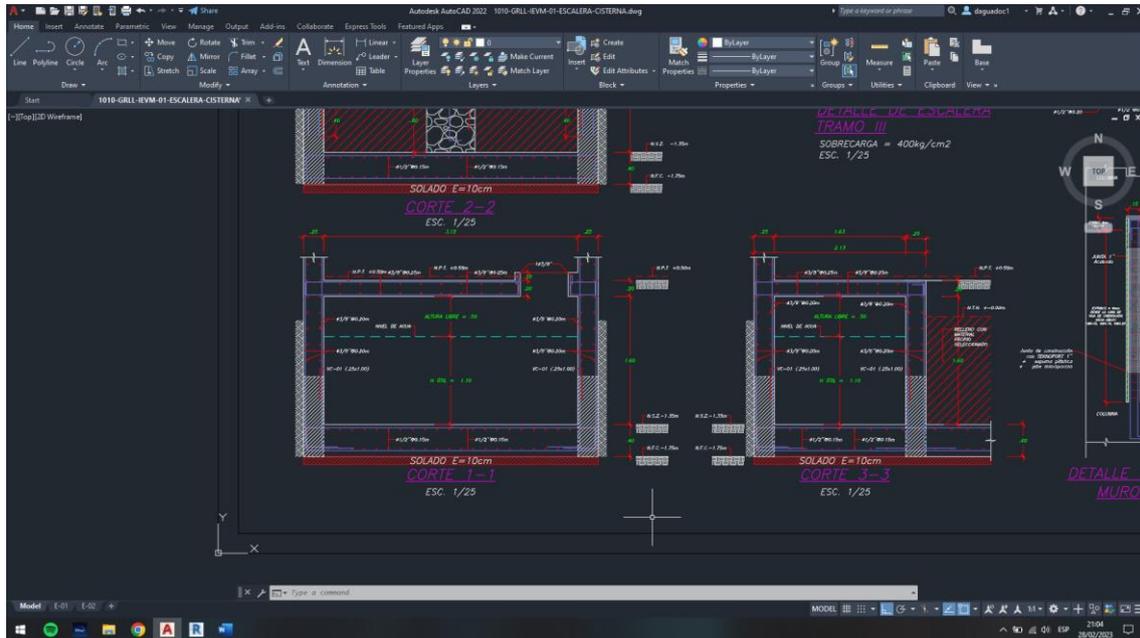
ANEXO 50

Vista 3D - Cerco Perimétrico



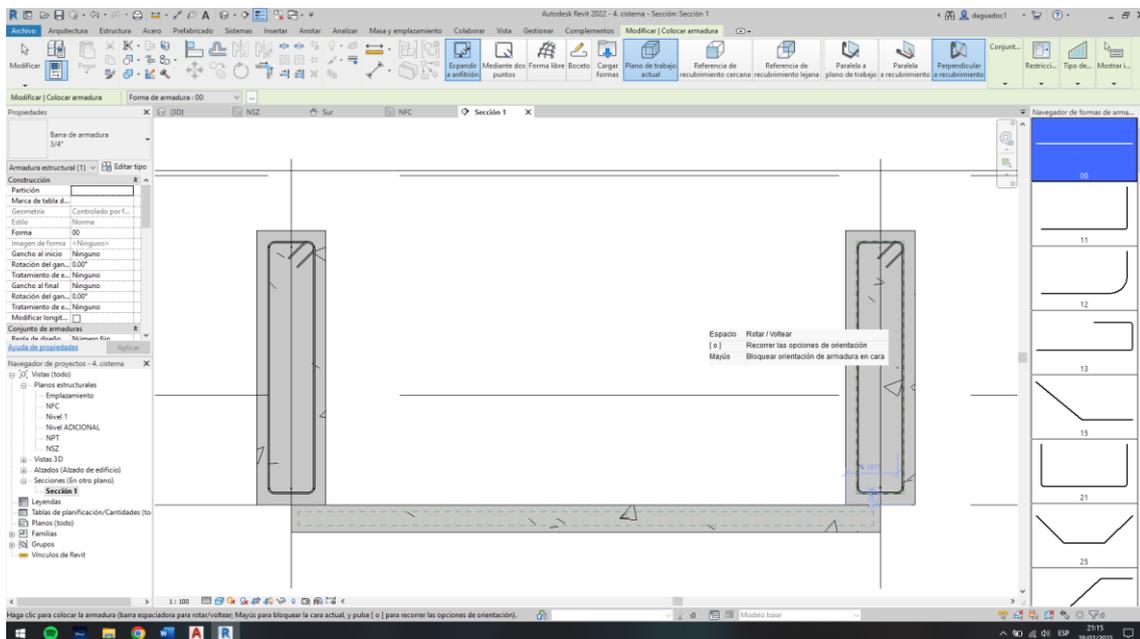
ANEXO 51

Modelado de la Cisterna en AutoCad



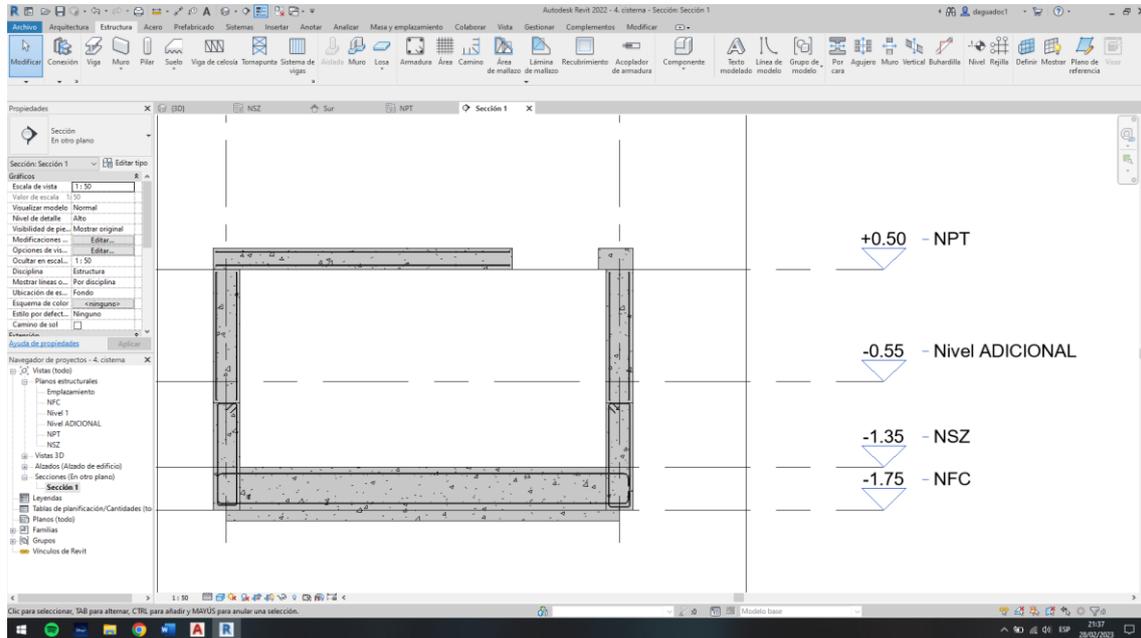
ANEXO 52

Detalle de la cimentación - Cisterna



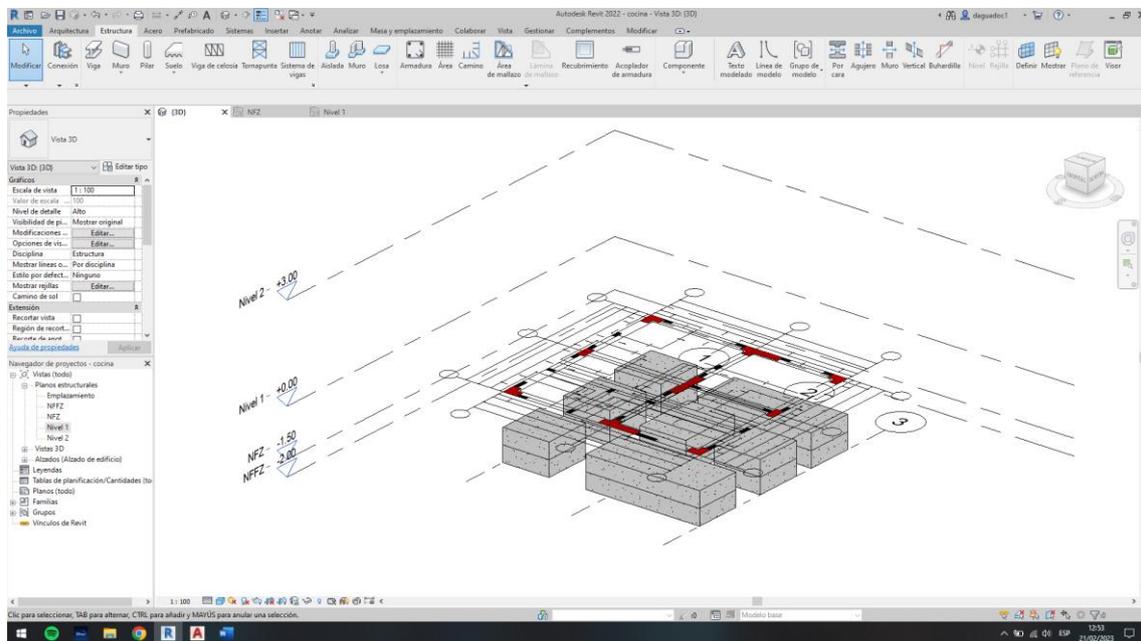
ANEXO 53

Detalle de la cisterna en sección



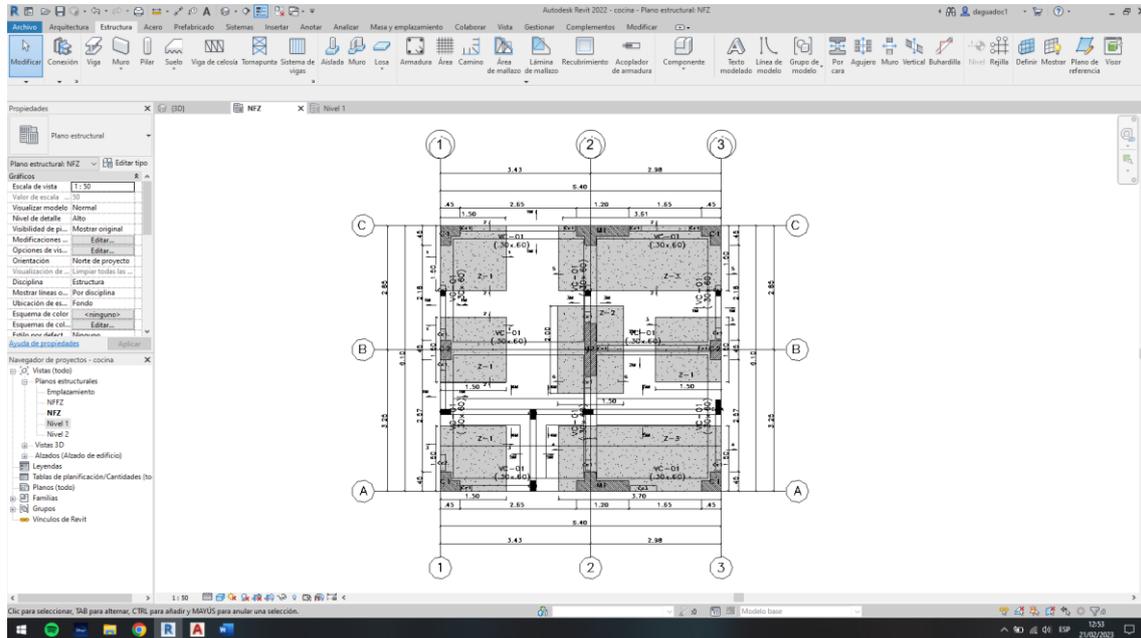
ANEXO 54

Modelado de la Cocina



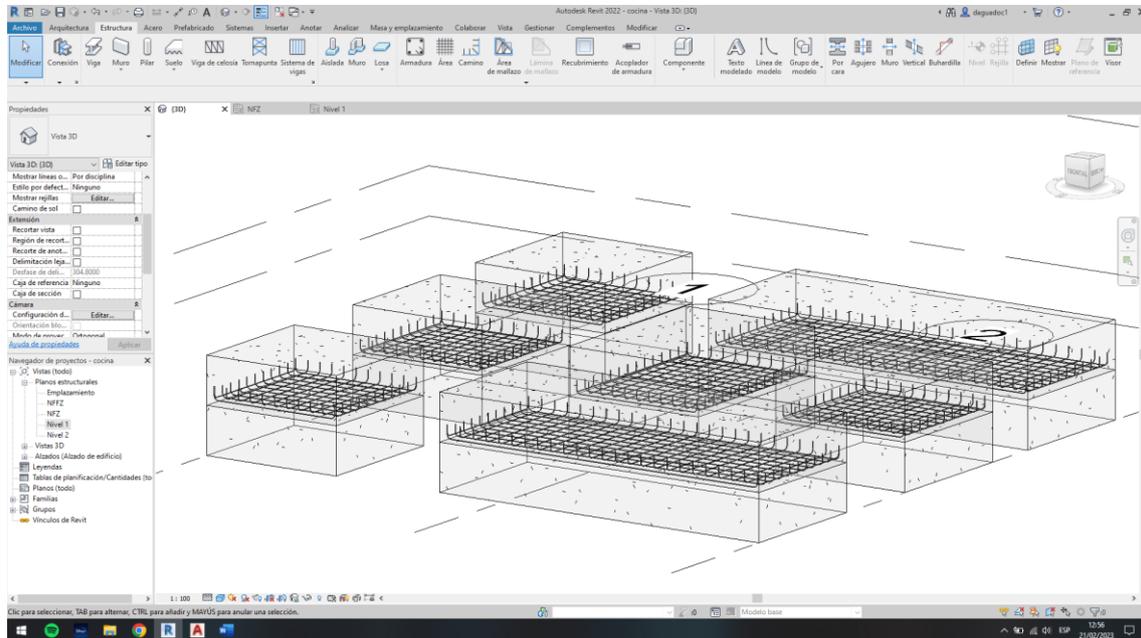
ANEXO 55

Vista de planta - Cocina



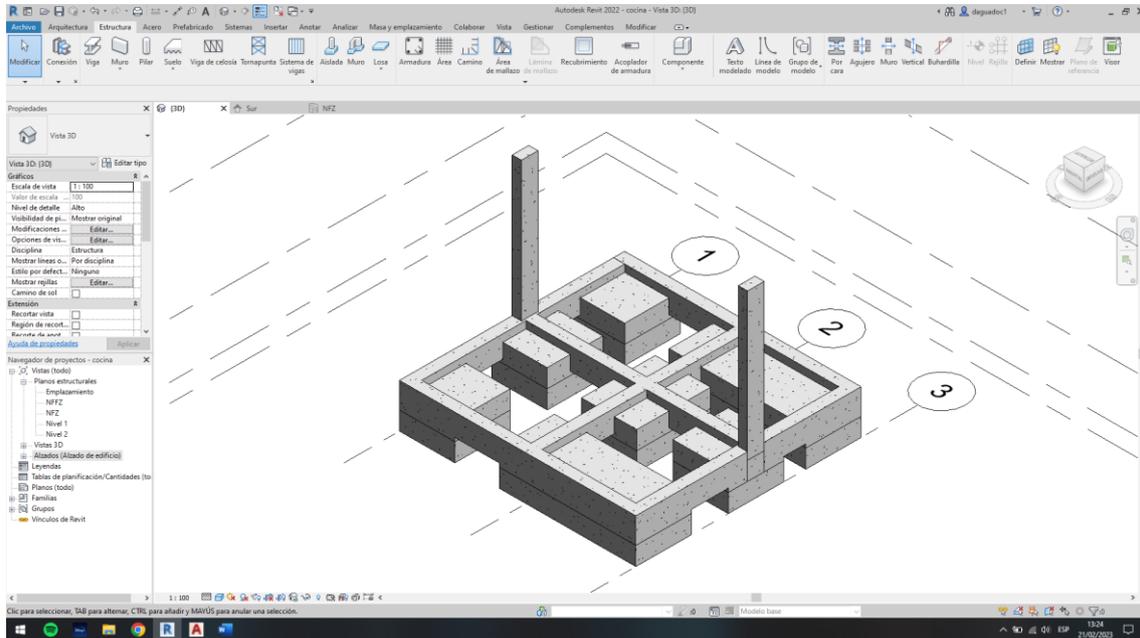
ANEXO 56

Vista 3D de la cimentación - Cocina



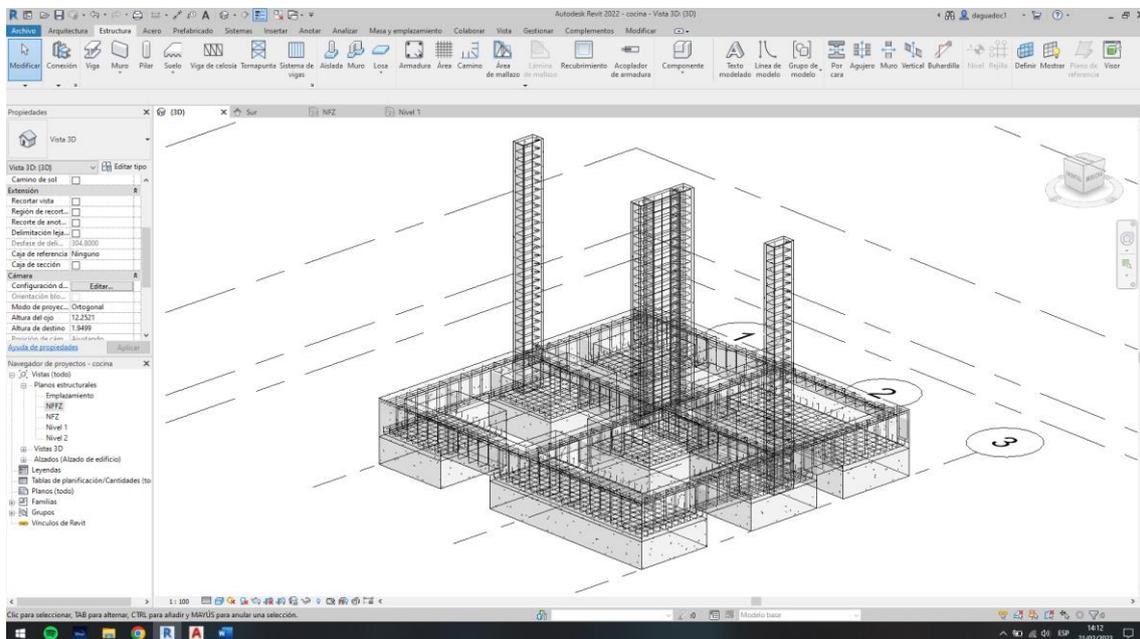
ANEXO 57

Vista 3D de la cimentación finalizada - Cocina



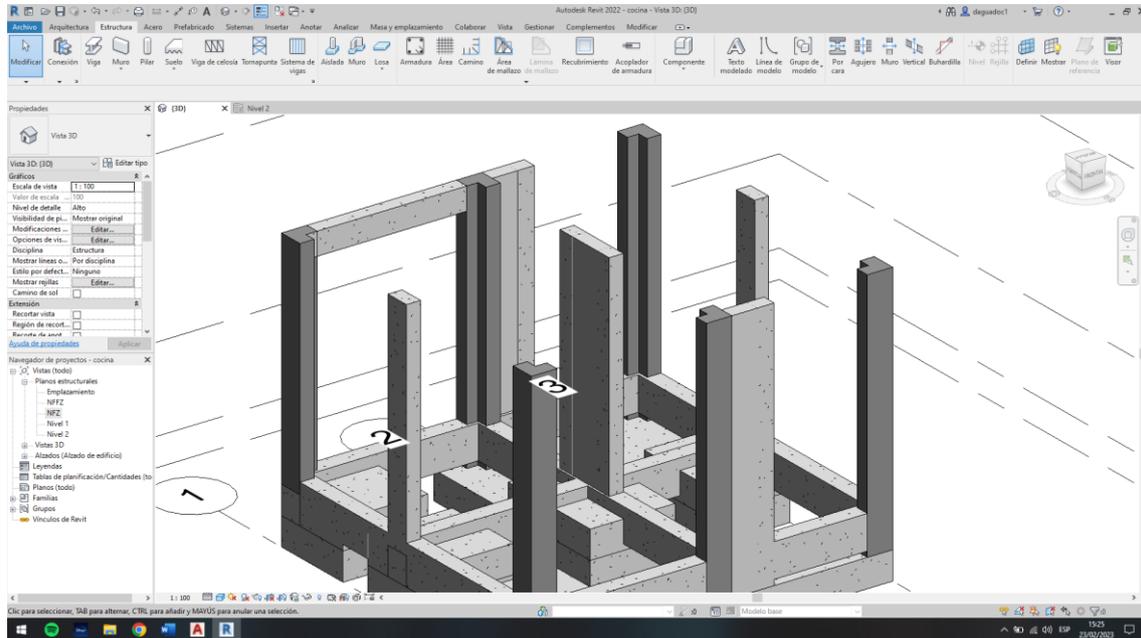
ANEXO 58

Detallado 3D del acero de refuerzo en cimentación - Cocina



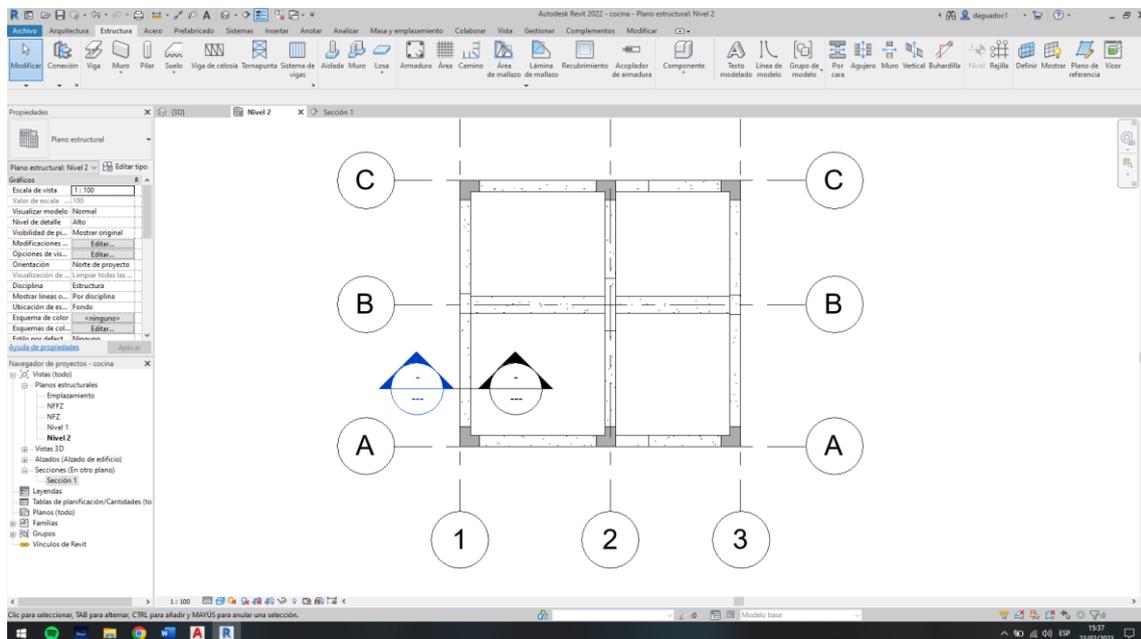
ANEXO 59

Modelamiento de vigas principales - Cocina



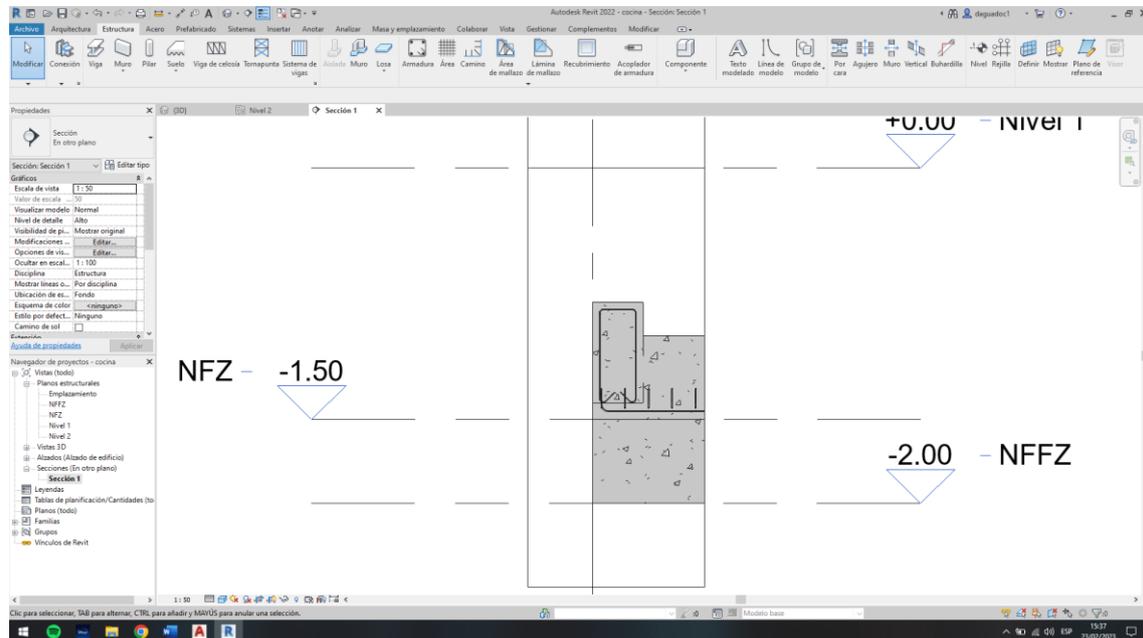
ANEXO 60

Vista en planta del primer techo - Cocina



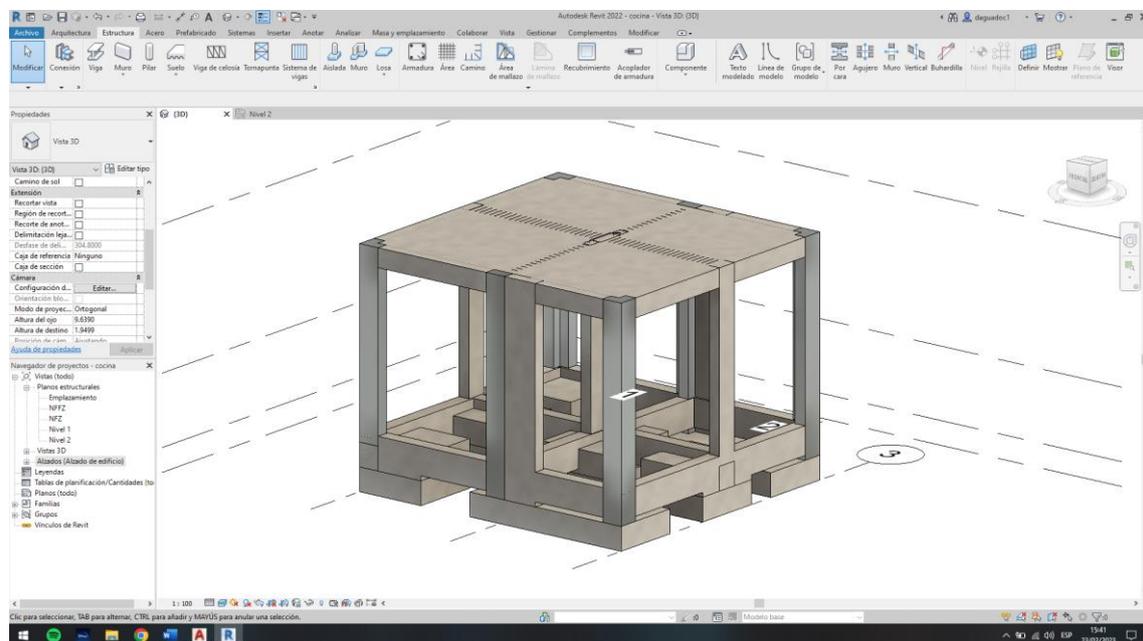
ANEXO 61

Detalle en sección de la cimentación y acero de refuerzo - Cocina



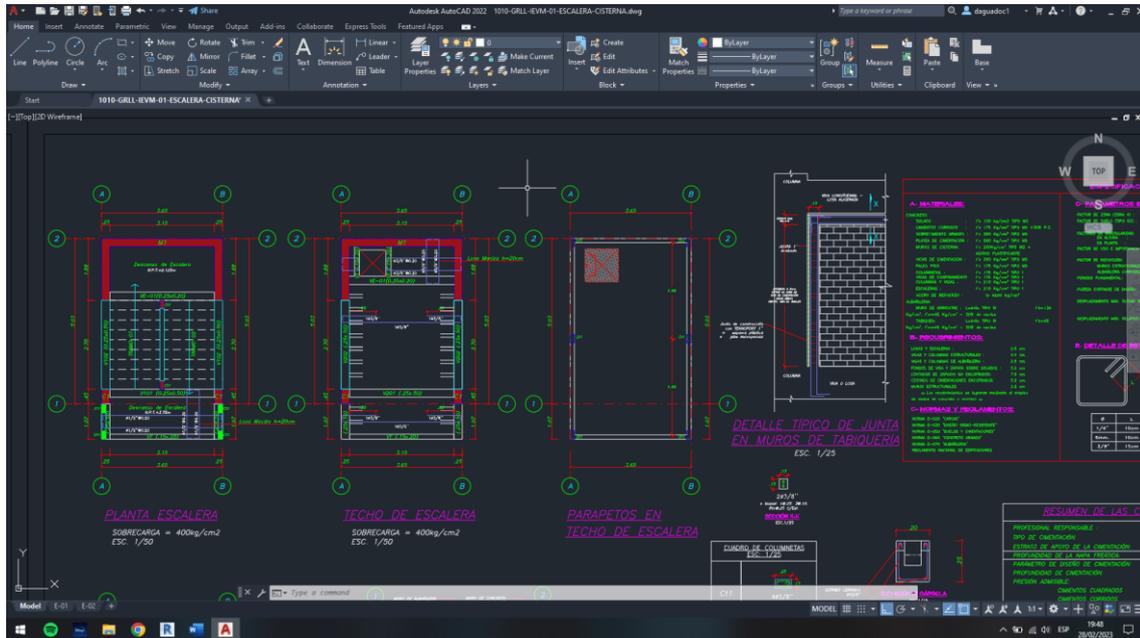
ANEXO 62

Vista 3D final - Cocina



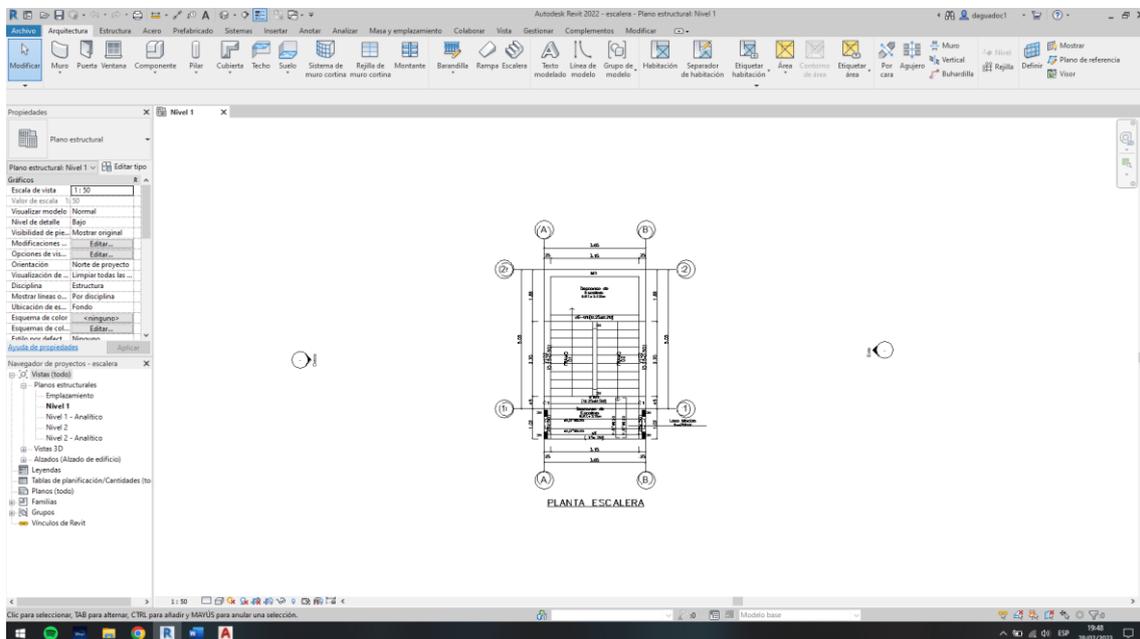
ANEXO 63

Modelado de Escalera – AutoCad



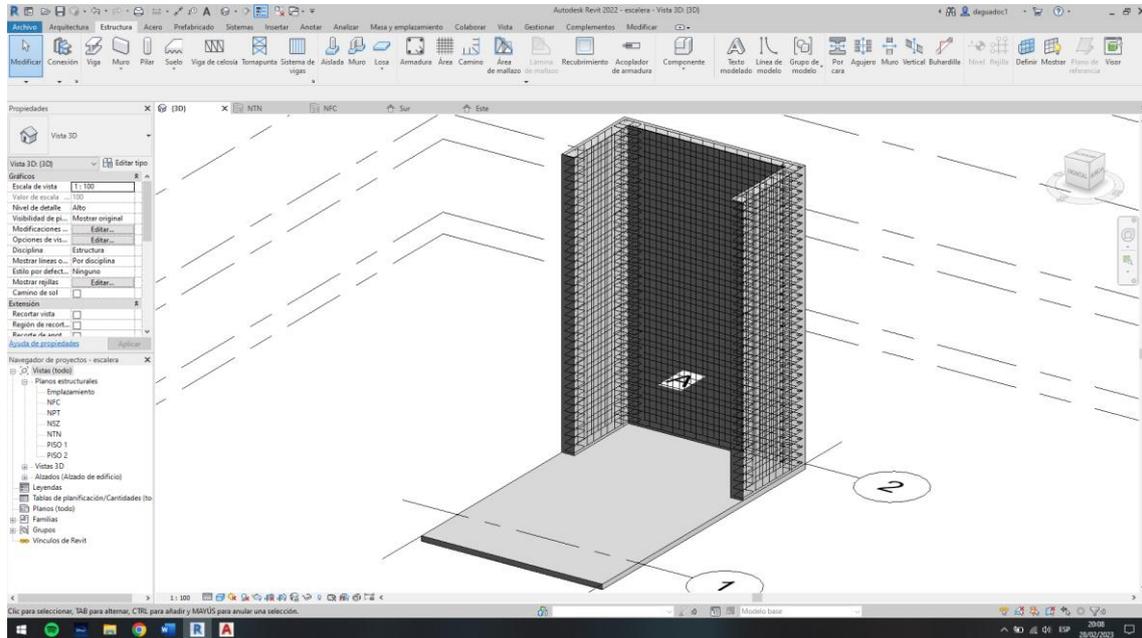
ANEXO 64

Vista en planta - Escalera



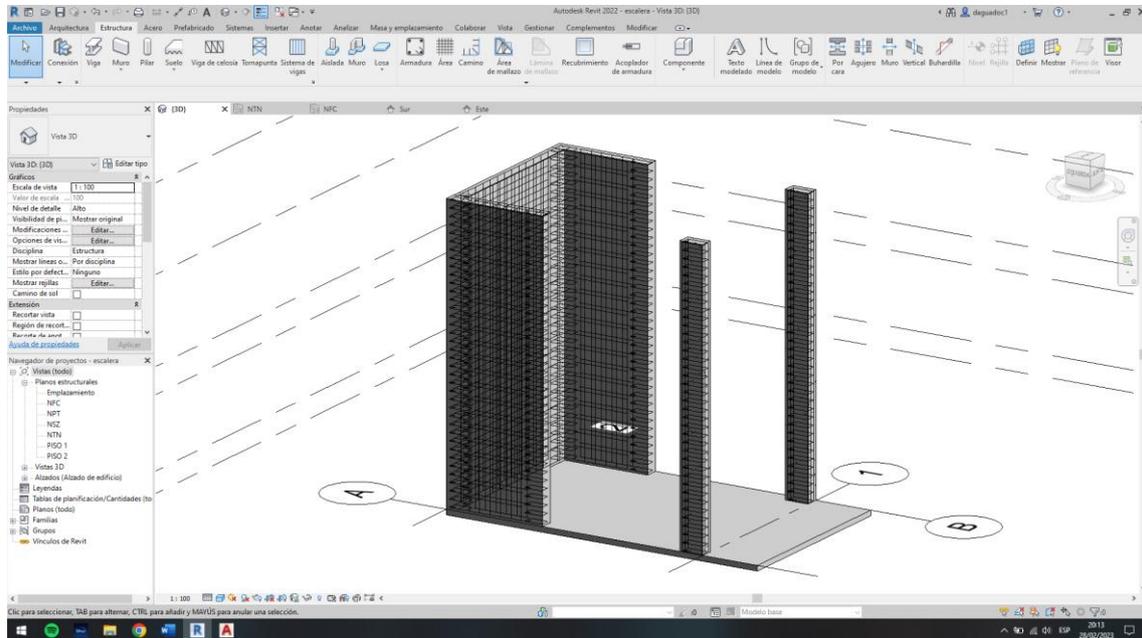
ANEXO 65

Modelado de muro estructural con refuerzo - Escalera



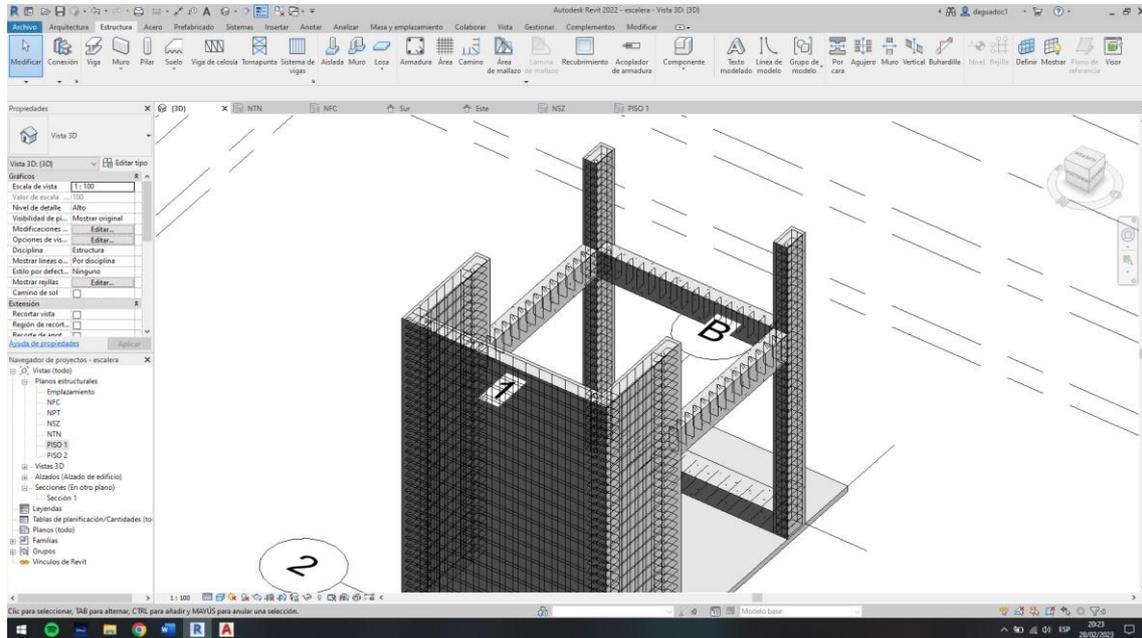
ANEXO 66

Modelado de columnas sección T con refuerzo de acero - Escalera



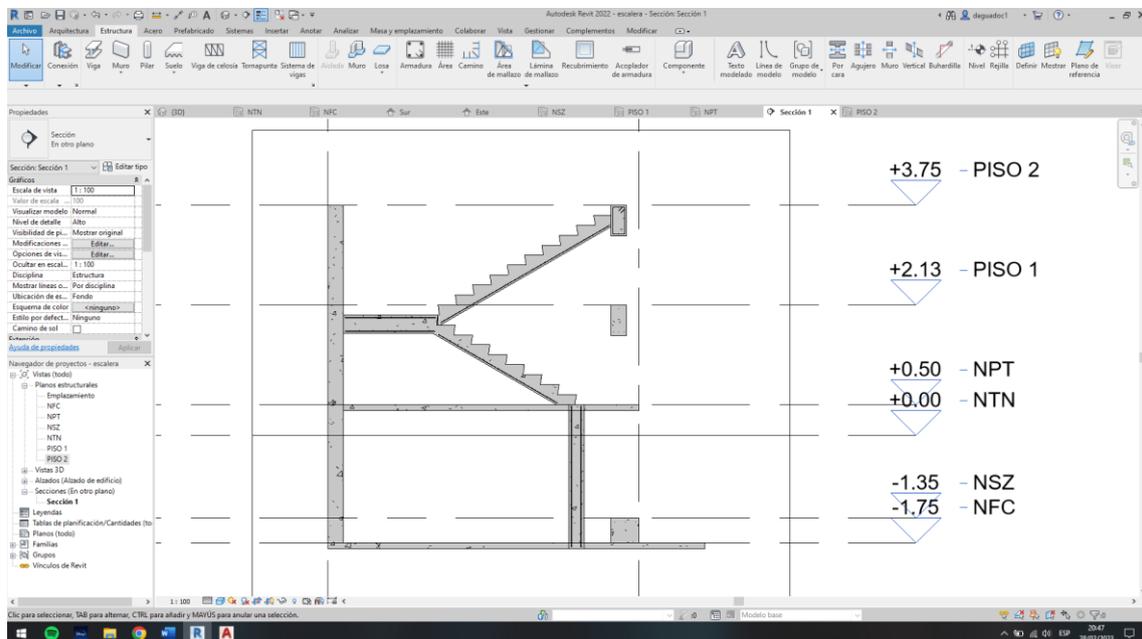
ANEXO 67

Modelado de vigas principales con refuerzo de acero - Escalera



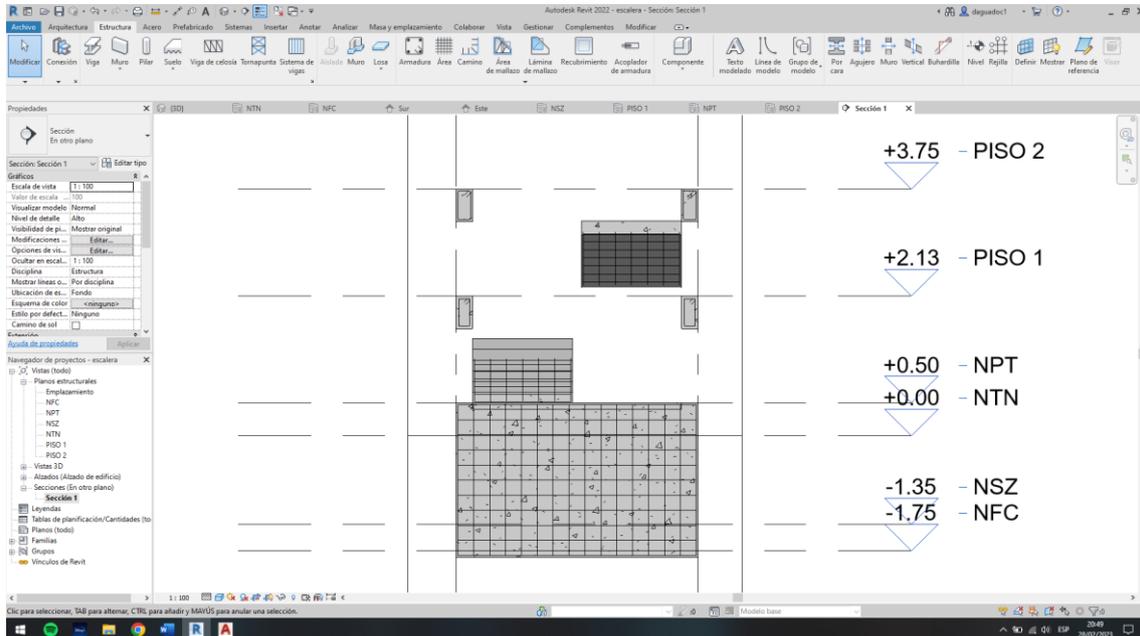
ANEXO 68

Vista de sección 1 - Escalera



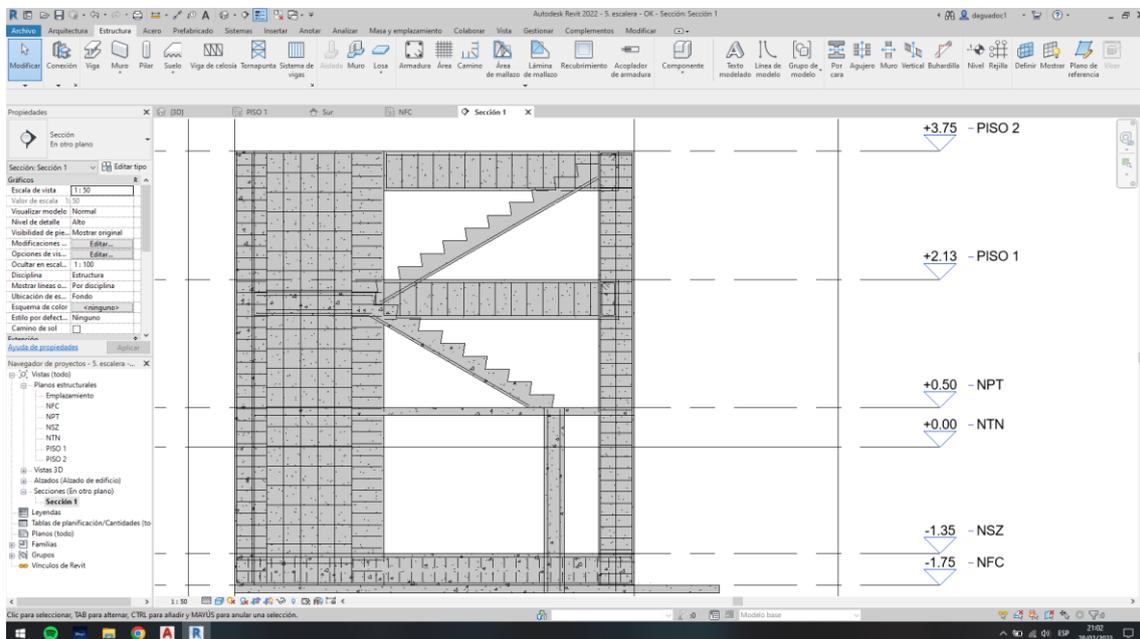
ANEXO 69

Vista de sección 2 - Escalera



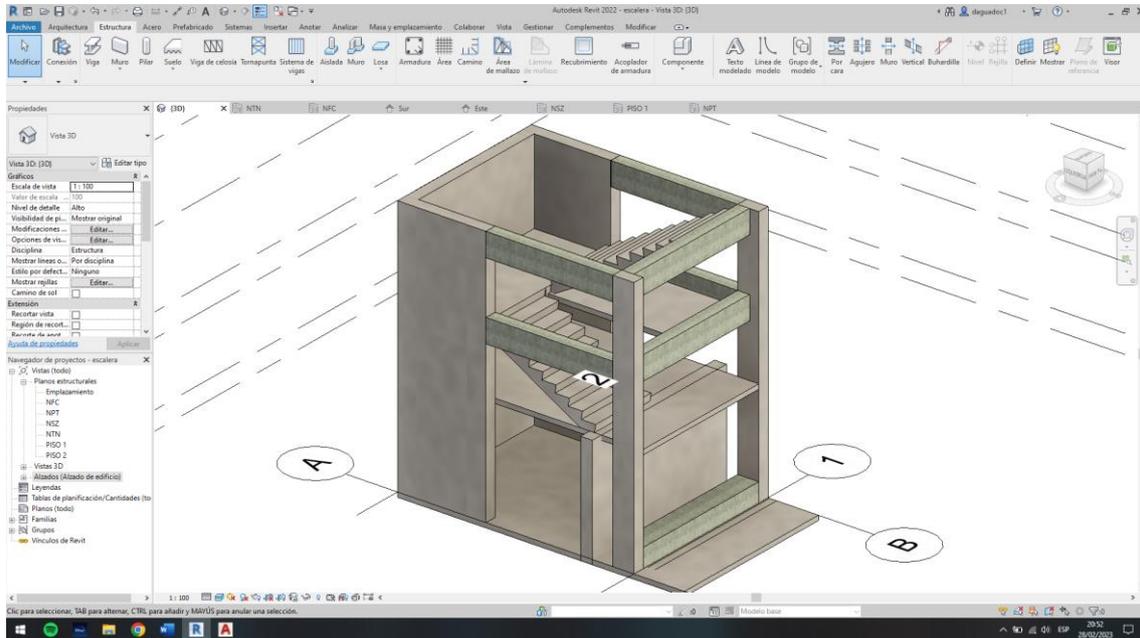
ANEXO 70

Vista de sección del acero de refuerzo - Escalera



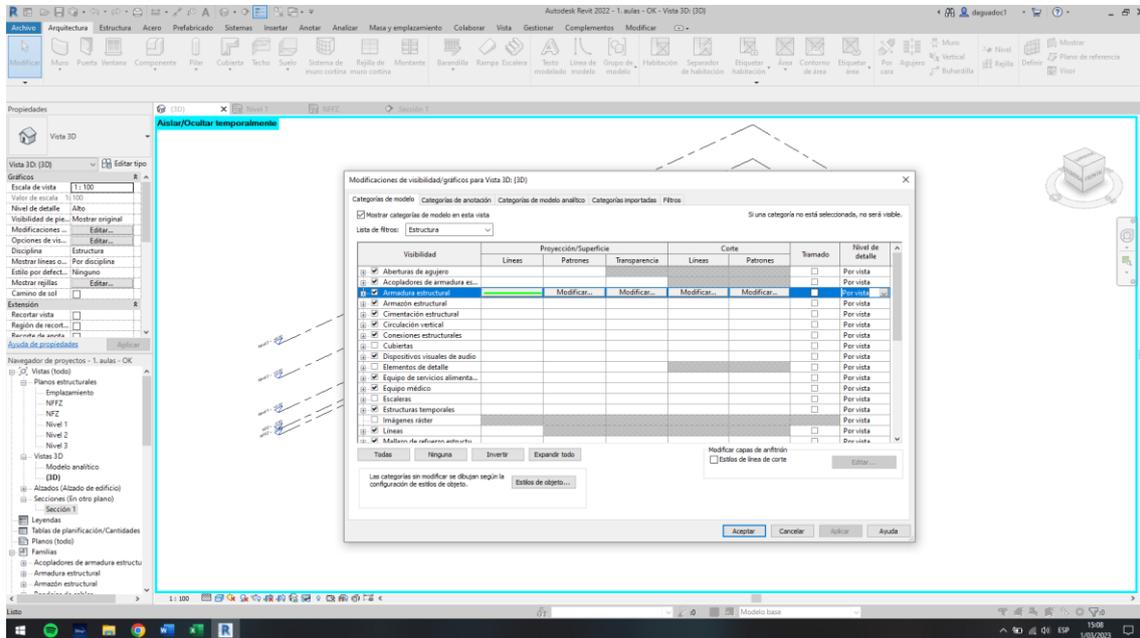
ANEXO 71

Vista 3D final - Escalera



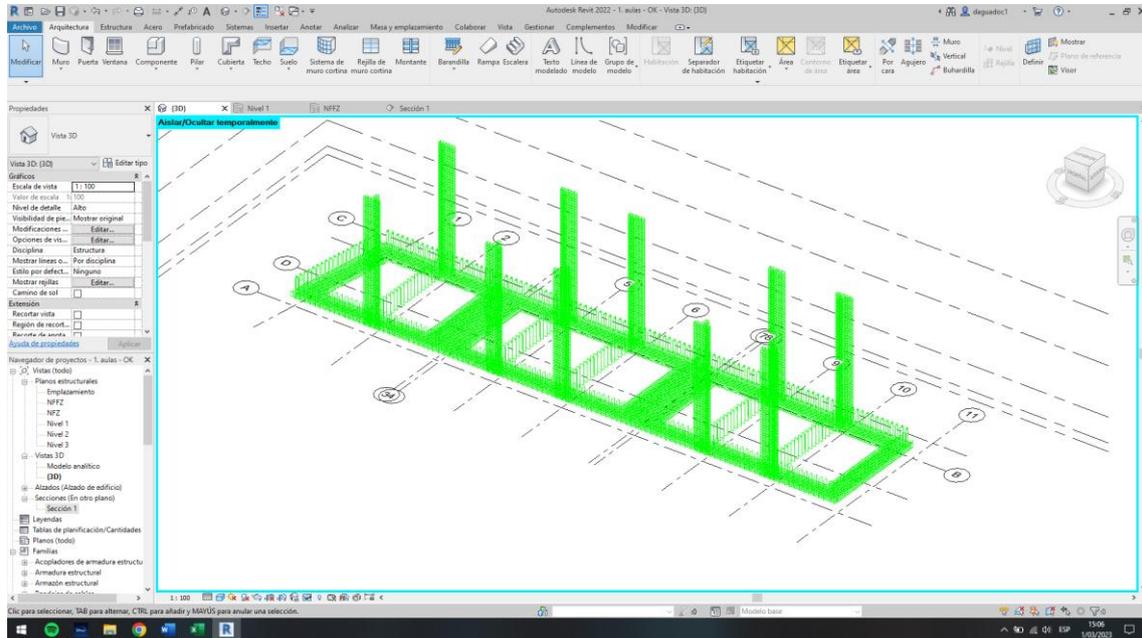
ANEXO 72

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas – Armadura estructural



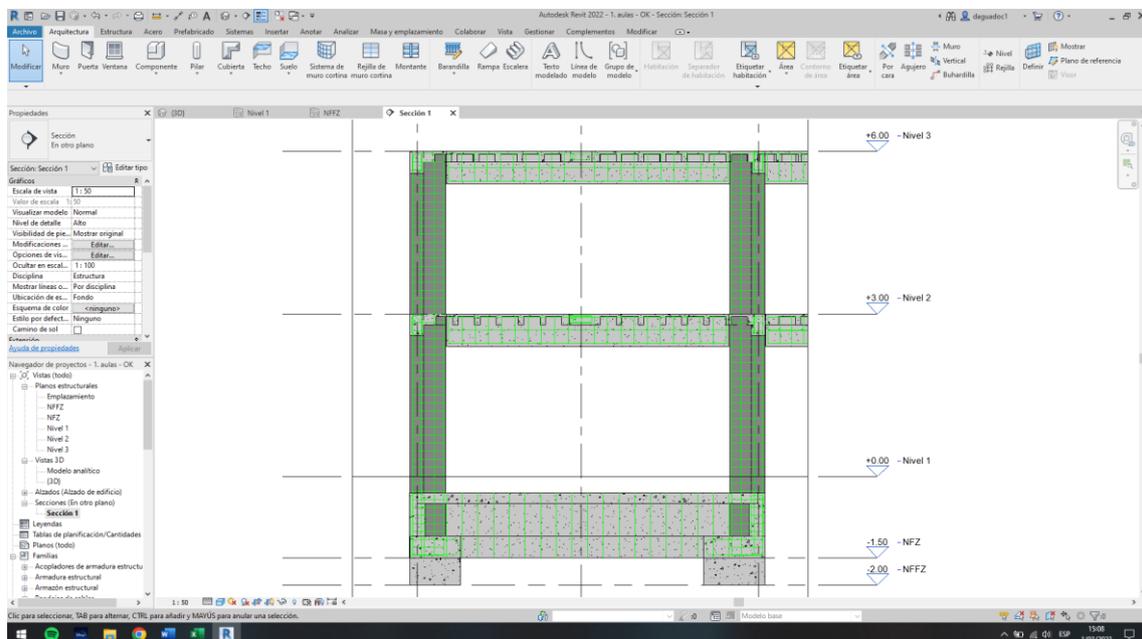
ANEXO 73

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D de la armadura estructural



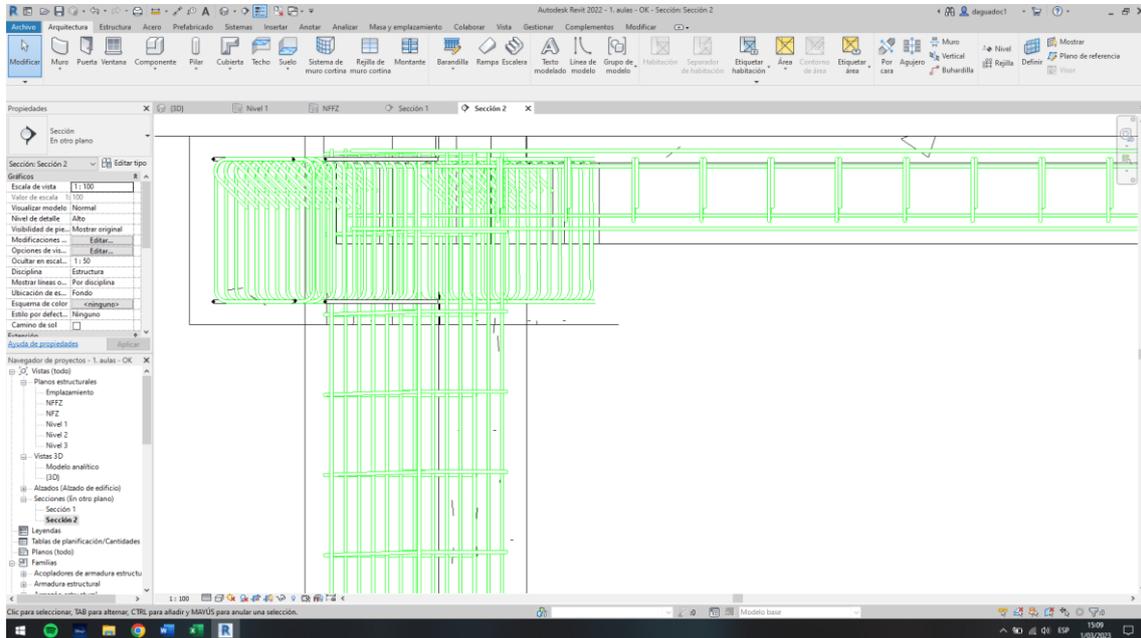
ANEXO 74

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista de sección de la armadura estructural



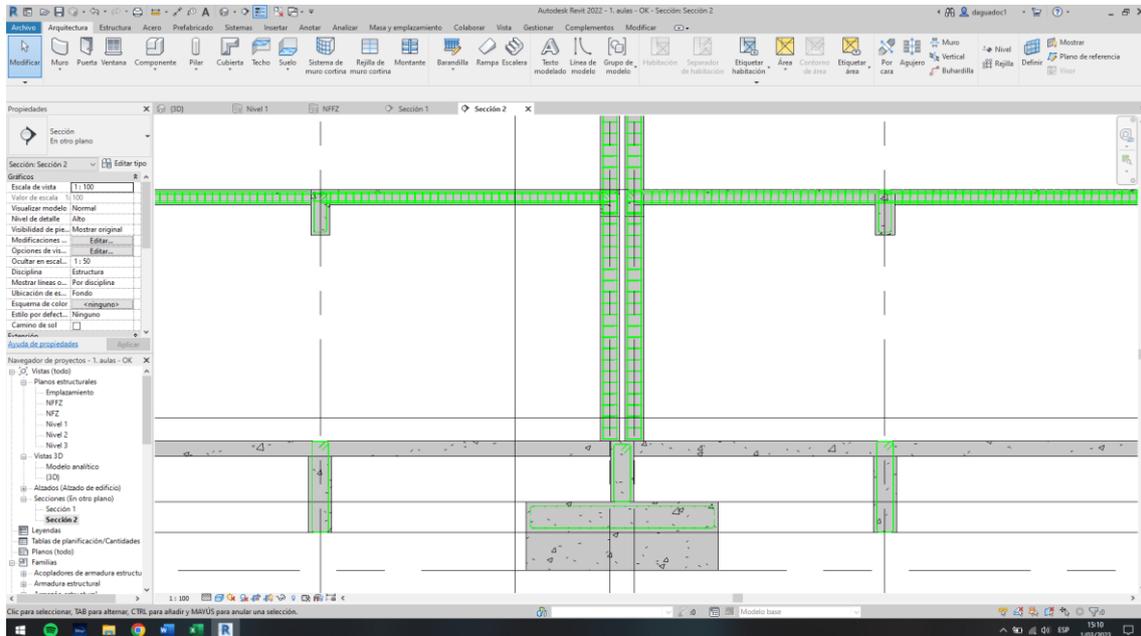
ANEXO 75

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista de sección del detallado de la armadura



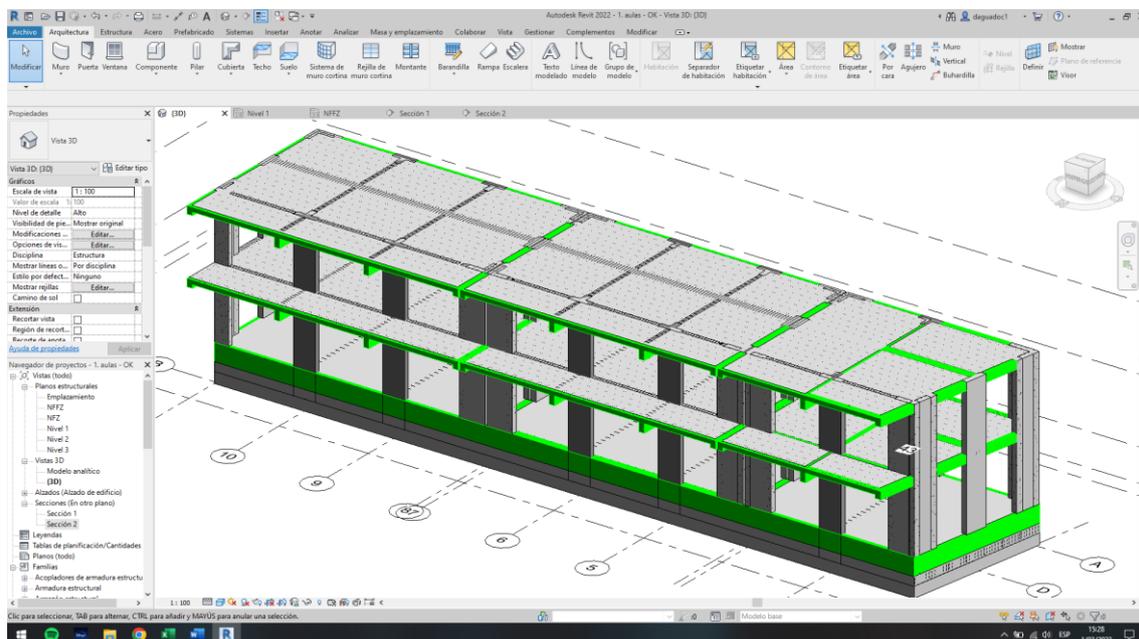
ANEXO 76

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista de sección del detallado de vigas principales



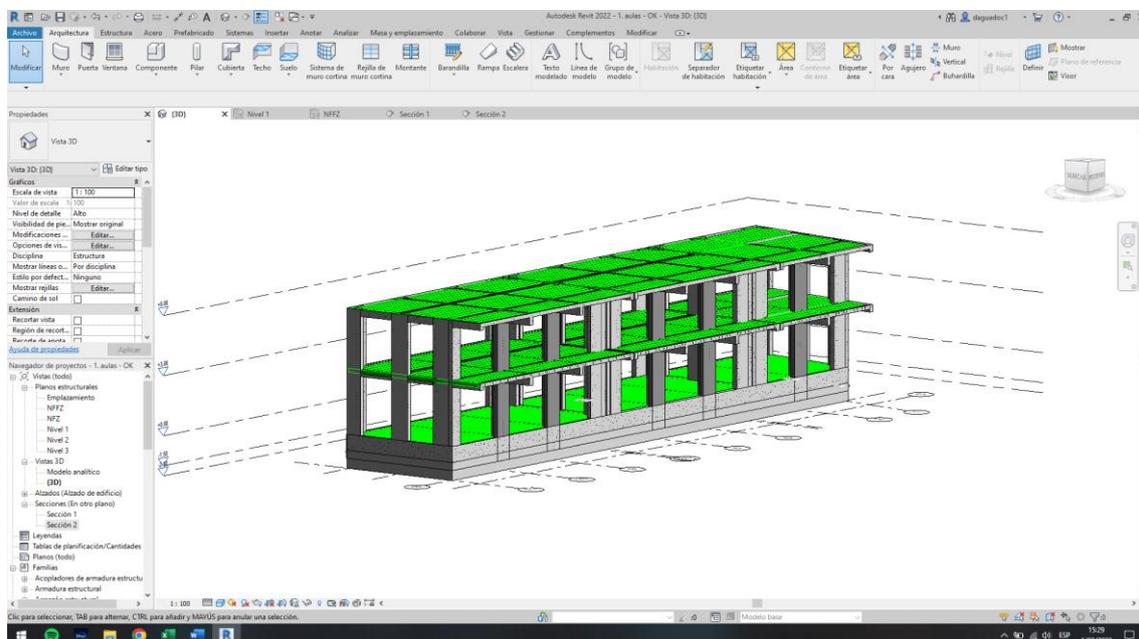
ANEXO 77

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D de las Vigas estructurales



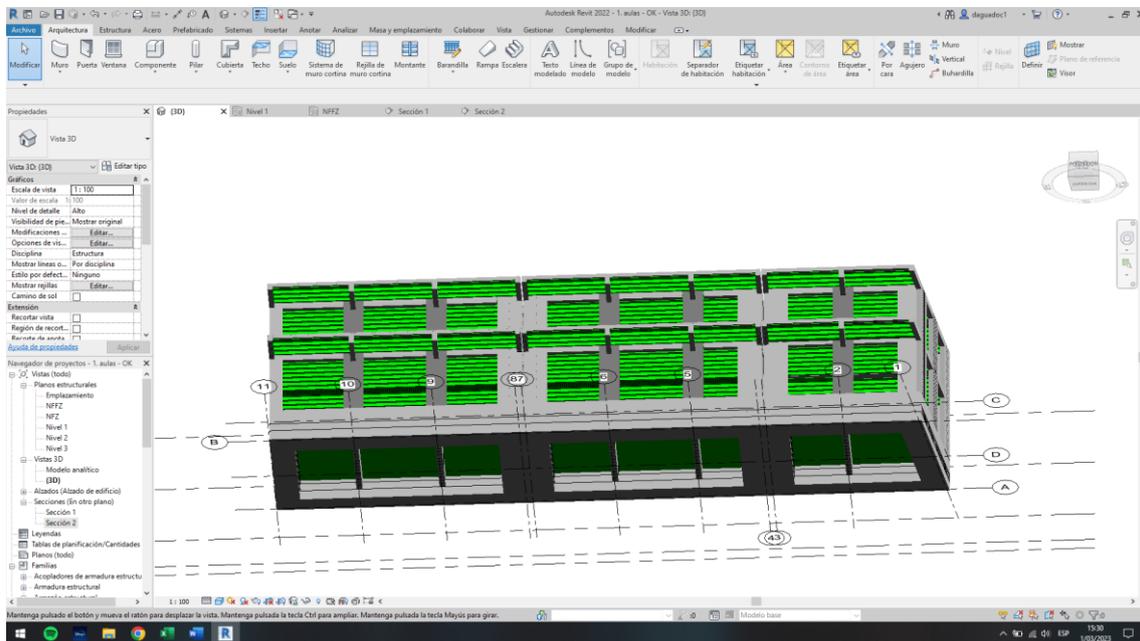
ANEXO 78

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D Losas macizas y aligeradas



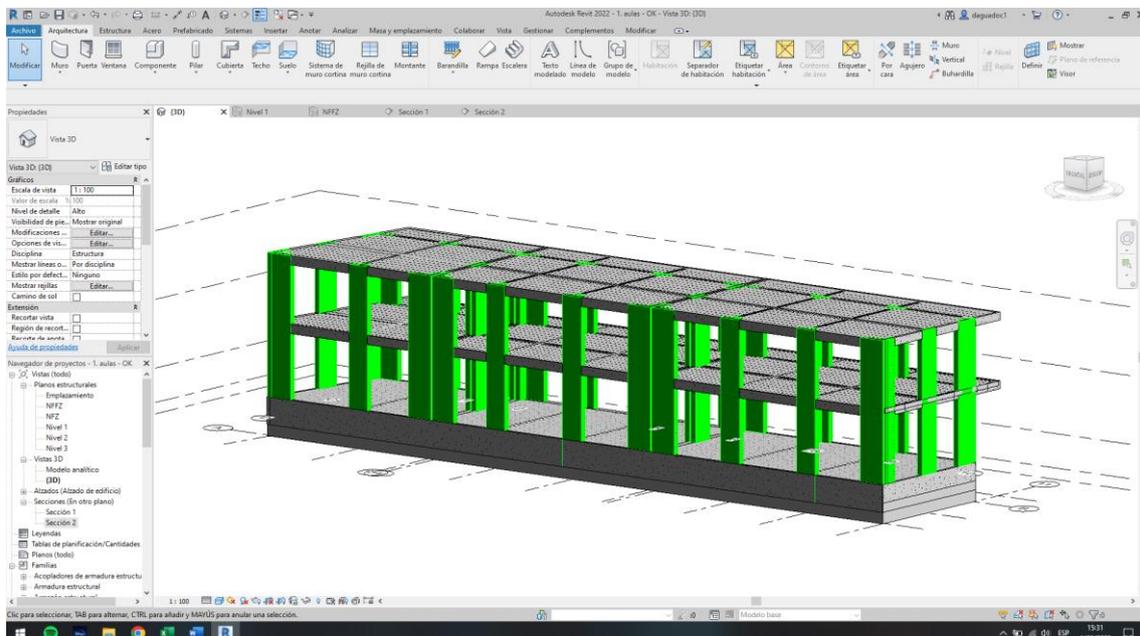
ANEXO 79

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D de la parte inferior de las losas macizas y aligeradas



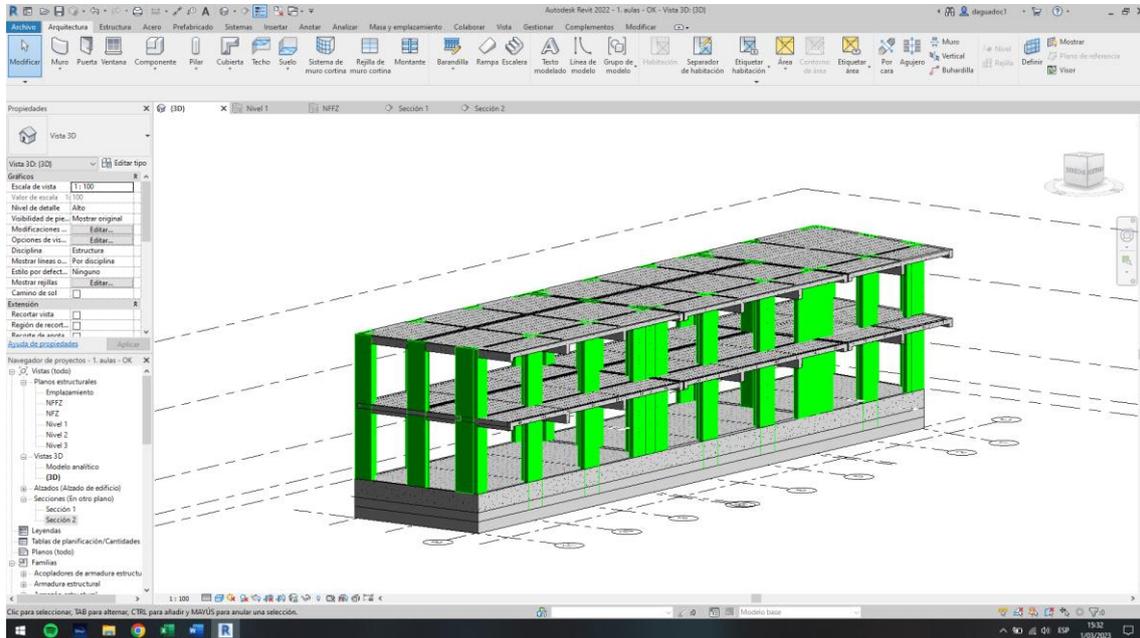
ANEXO 80

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D 1 de columnas y muros estructurales



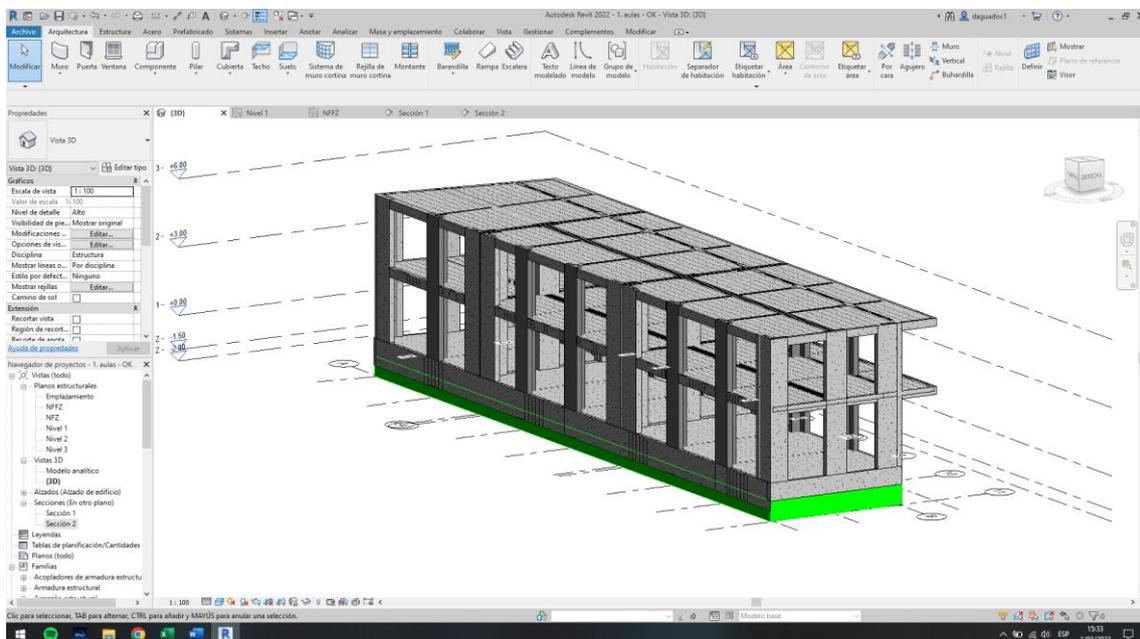
ANEXO 81

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D 2 de columnas y muros estructurales



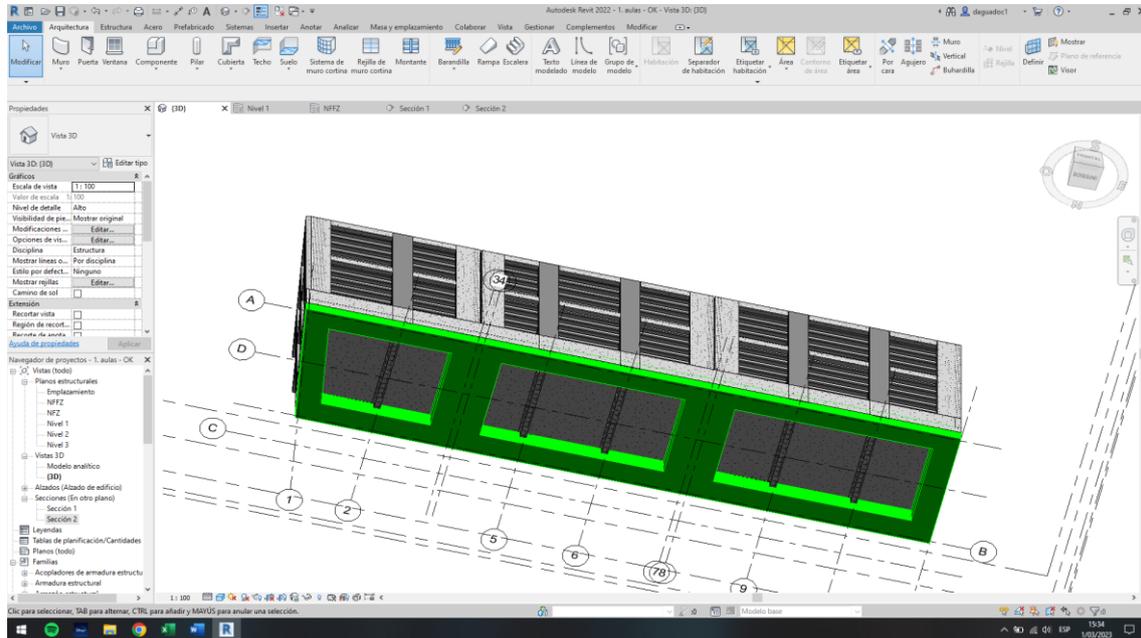
ANEXO 82

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D 1 de la cimentación



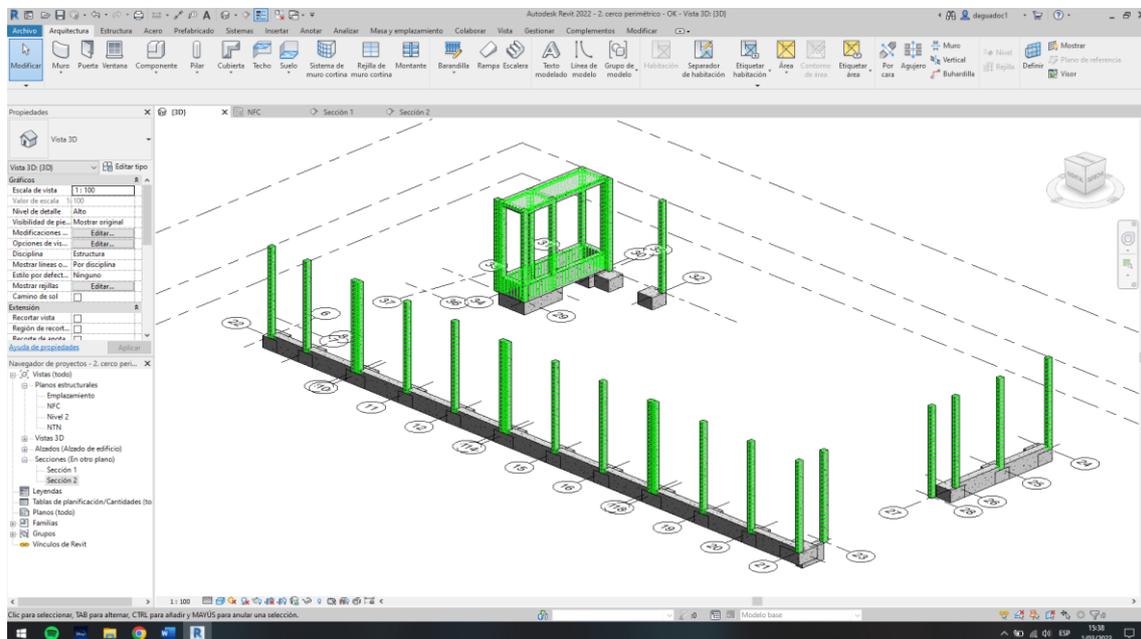
ANEXO 83

Aplicación de filtros: Pabellón de aulas - Vista 3D 2 de la cimentación



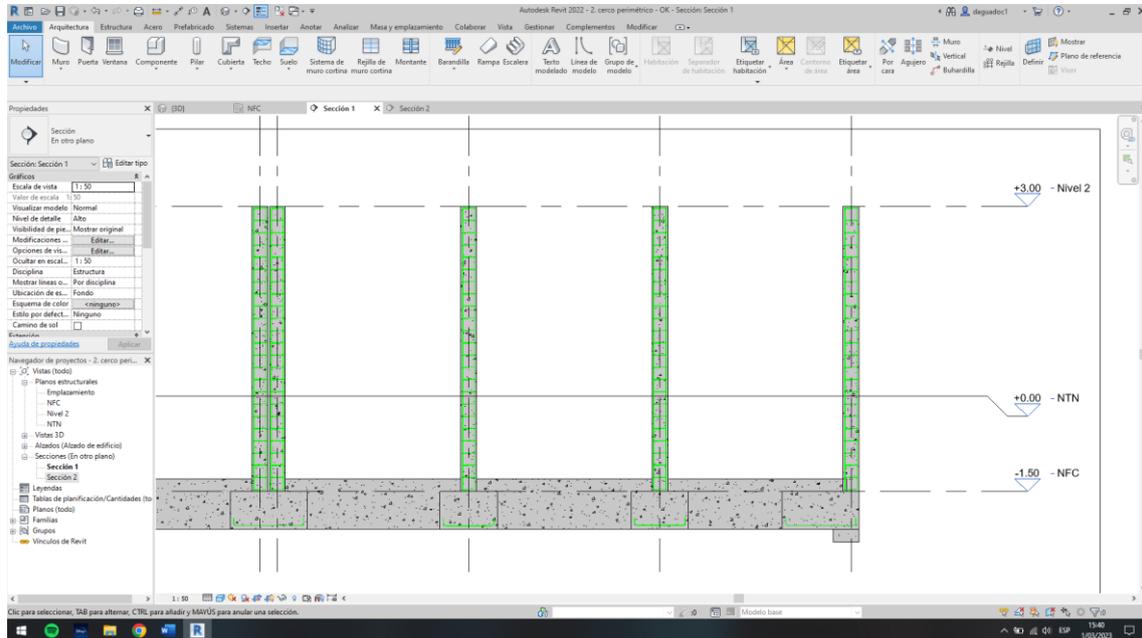
ANEXO 84

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Armadura estructural



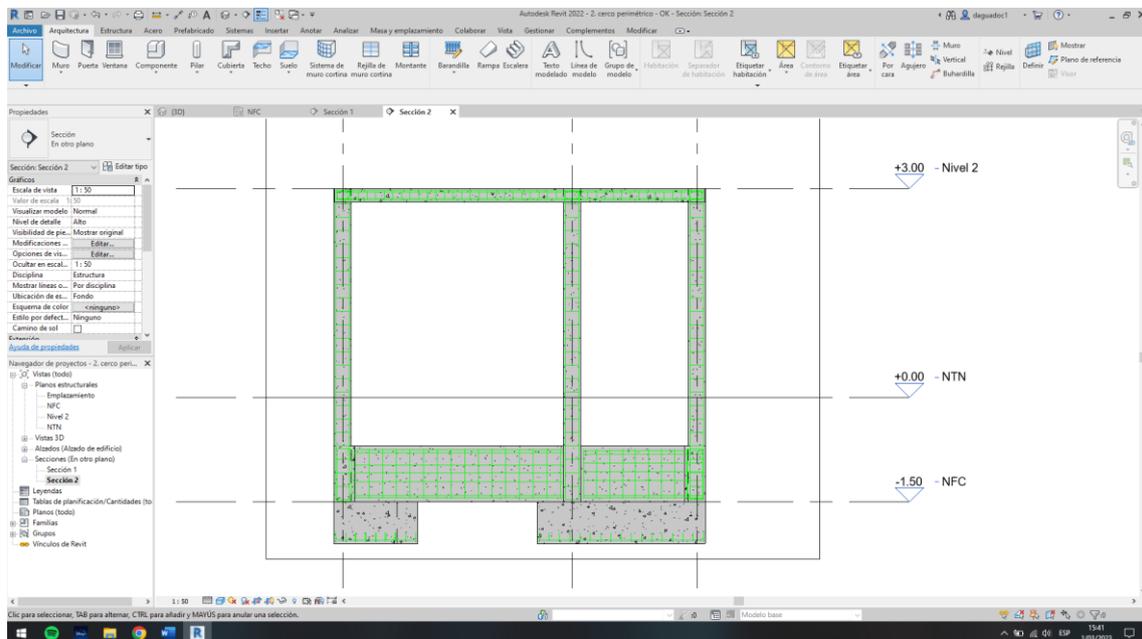
ANEXO 85

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista de sección 1 de la armadura estructural



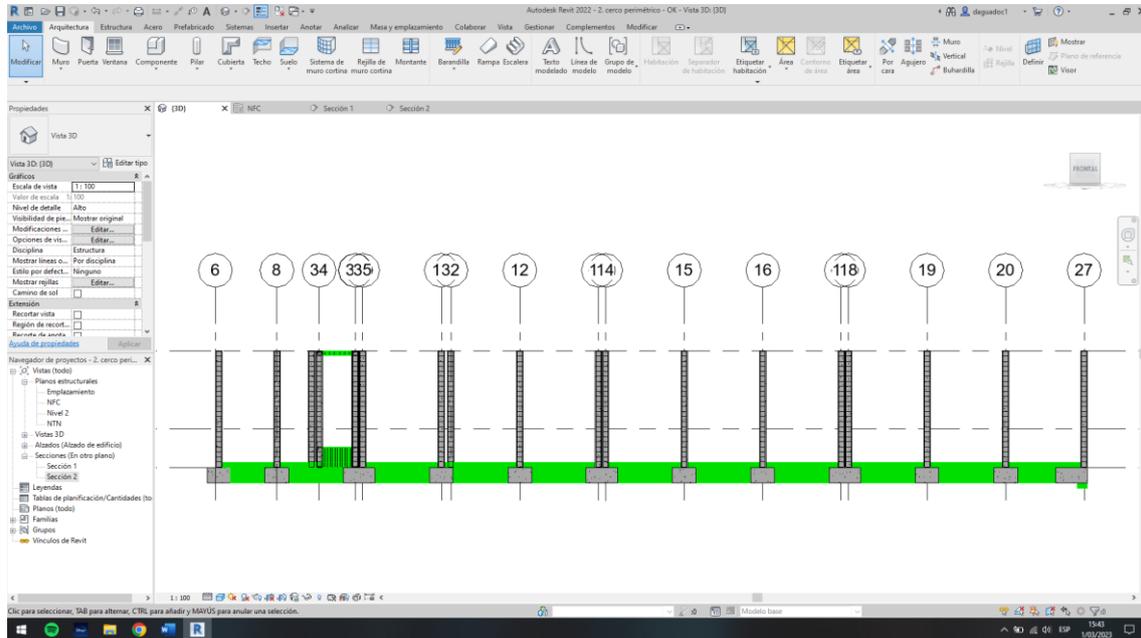
ANEXO 86

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista de sección 2 de la armadura estructural



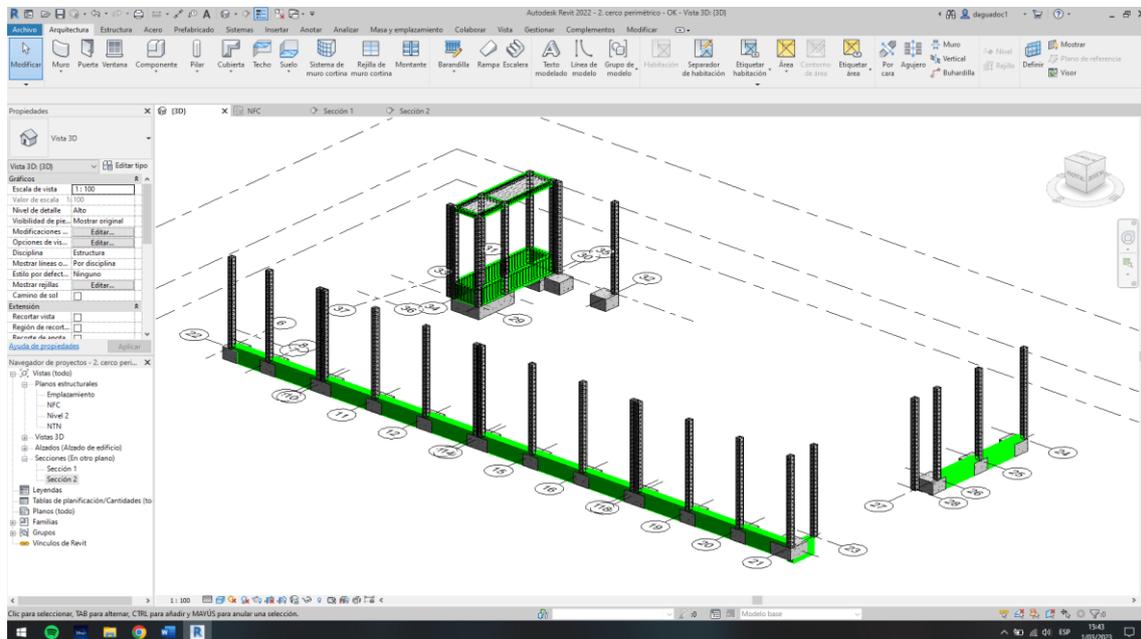
ANEXO 87

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vigas de cimentación



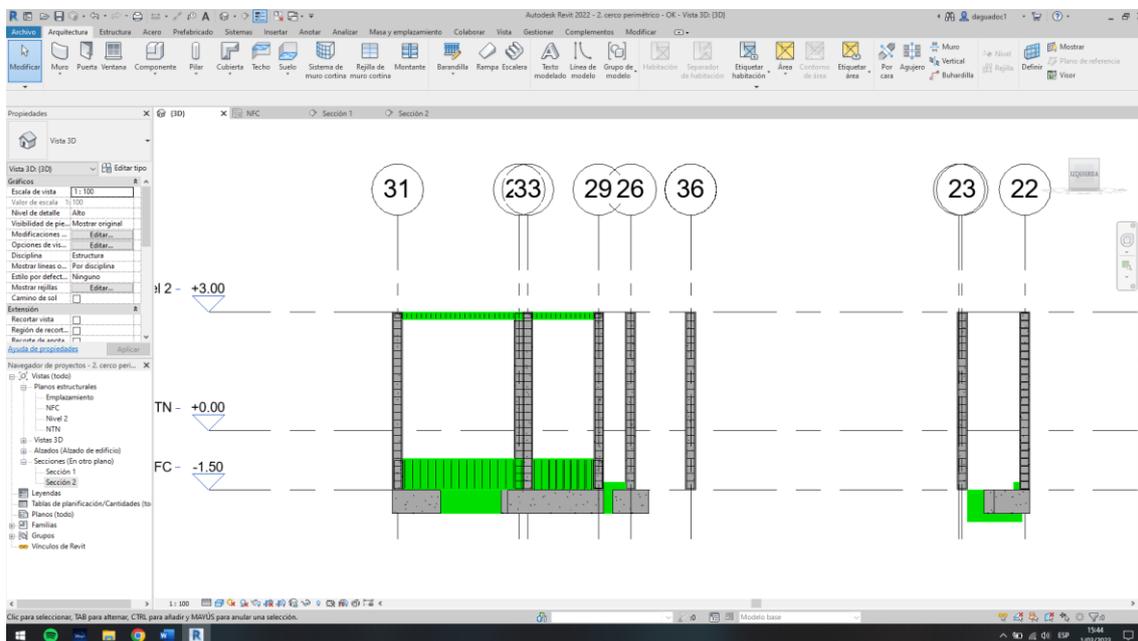
ANEXO 88

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Modelo 3D de Vigas de cimentación y vigas principales



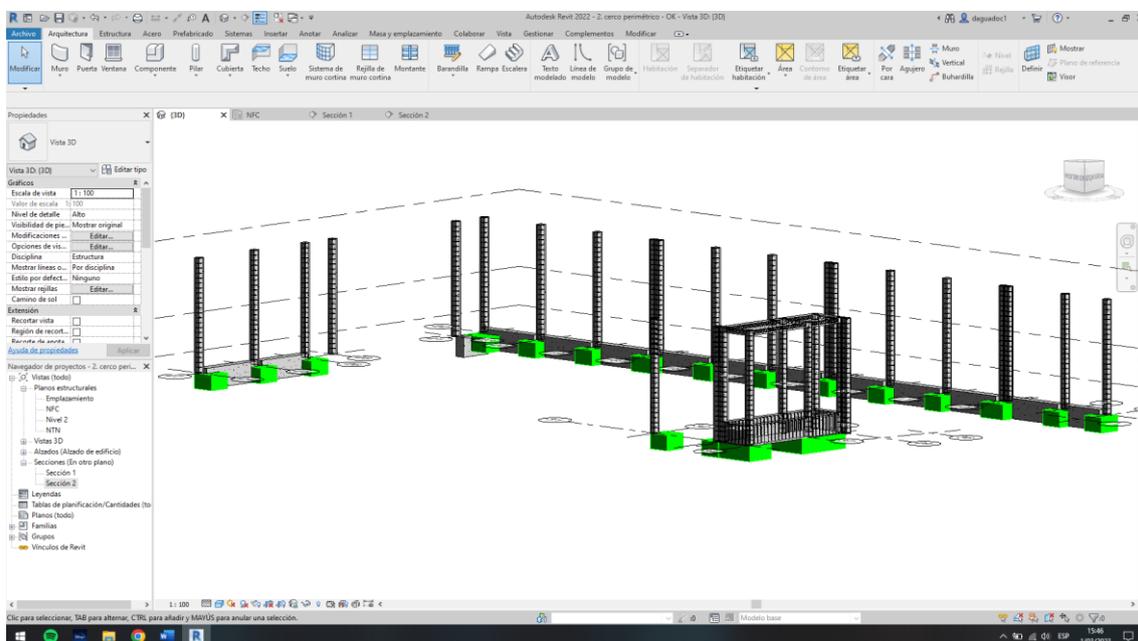
ANEXO 89

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista de sección de Vigas Principales y Vigas de cimentación



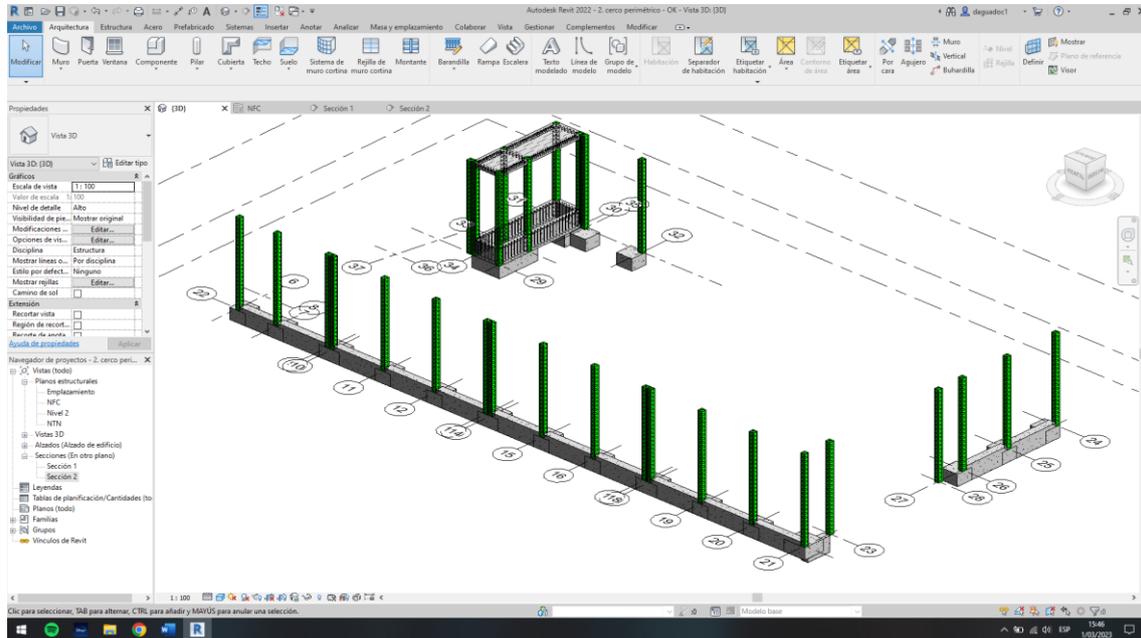
ANEXO 90

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista 3D de Zapatas



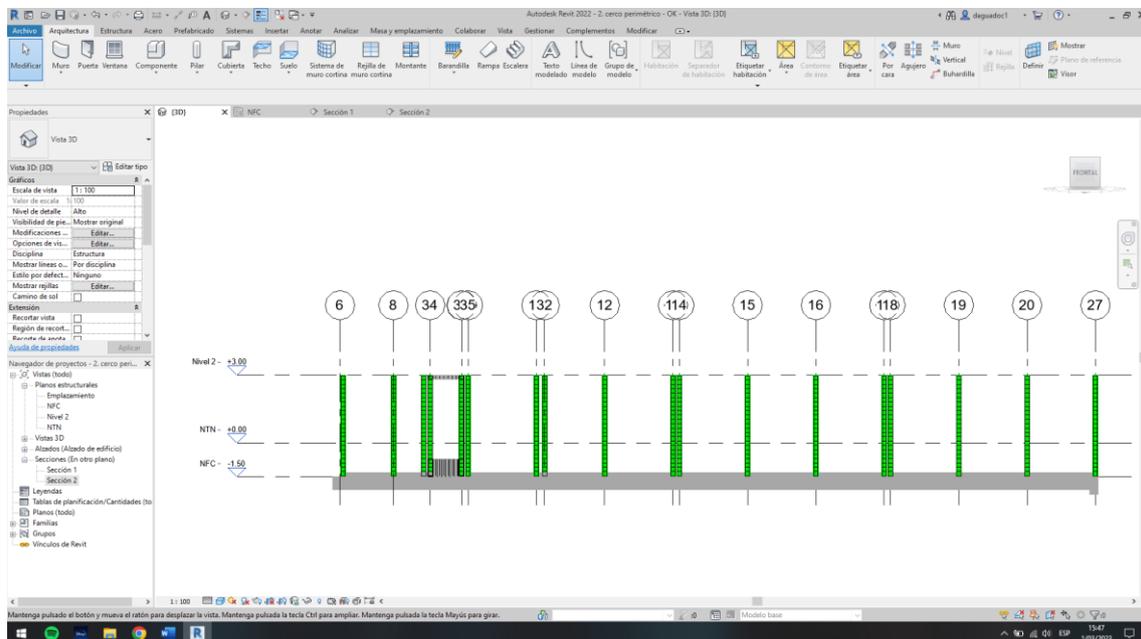
ANEXO 91

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista 3D de columnas



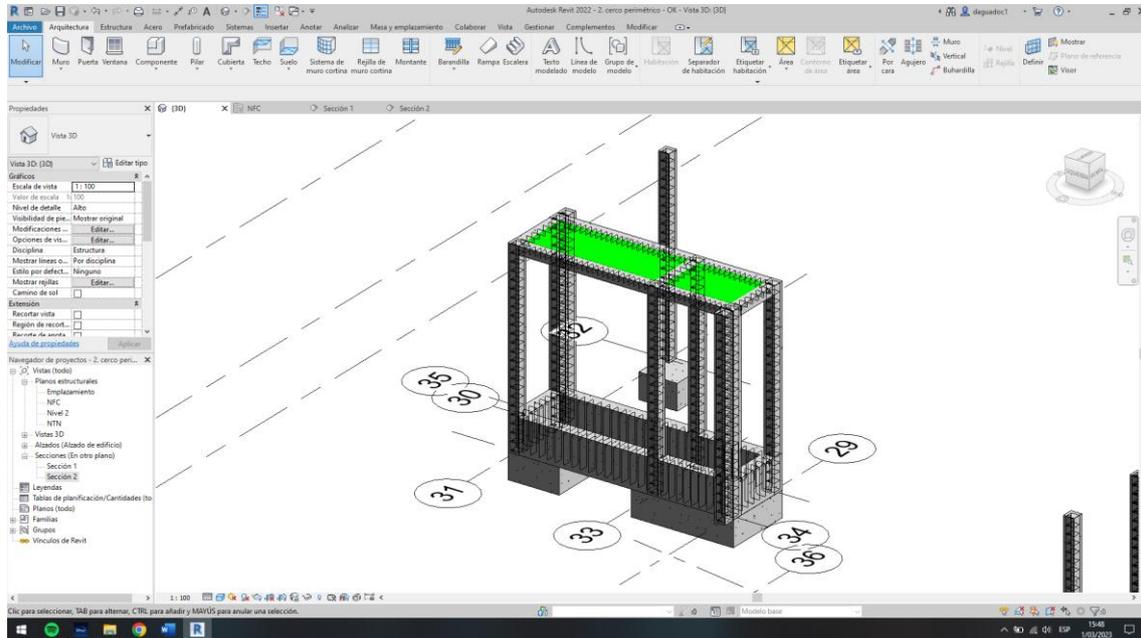
ANEXO 92

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista de sección de columnas



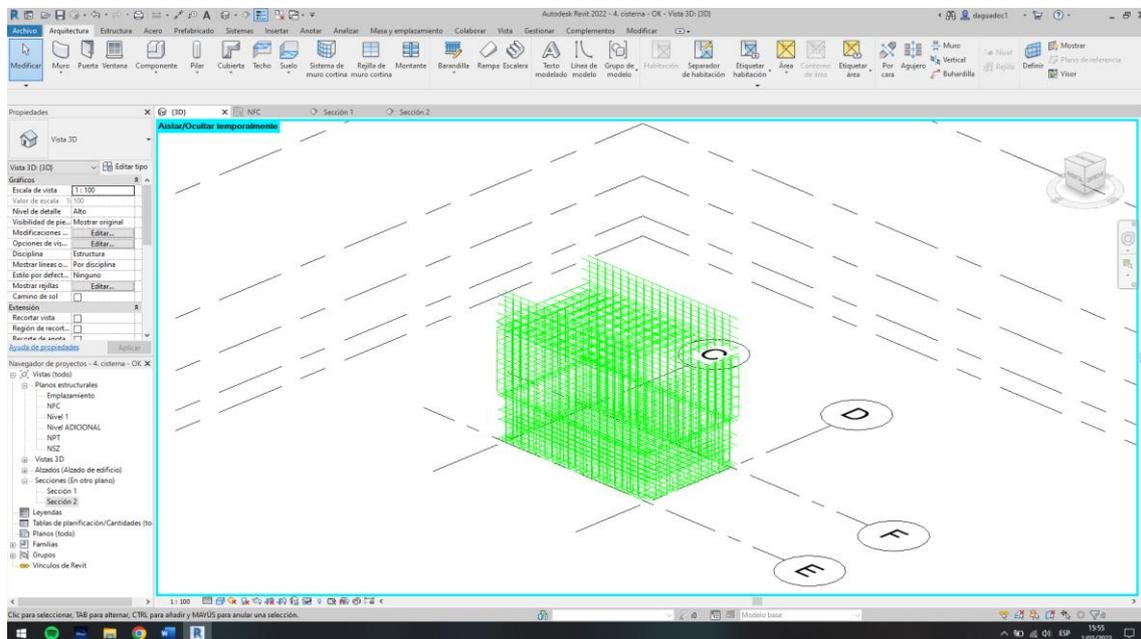
ANEXO 93

Aplicación de filtros: Cerco Perimétrico - Vista 3D de Losa Maciza



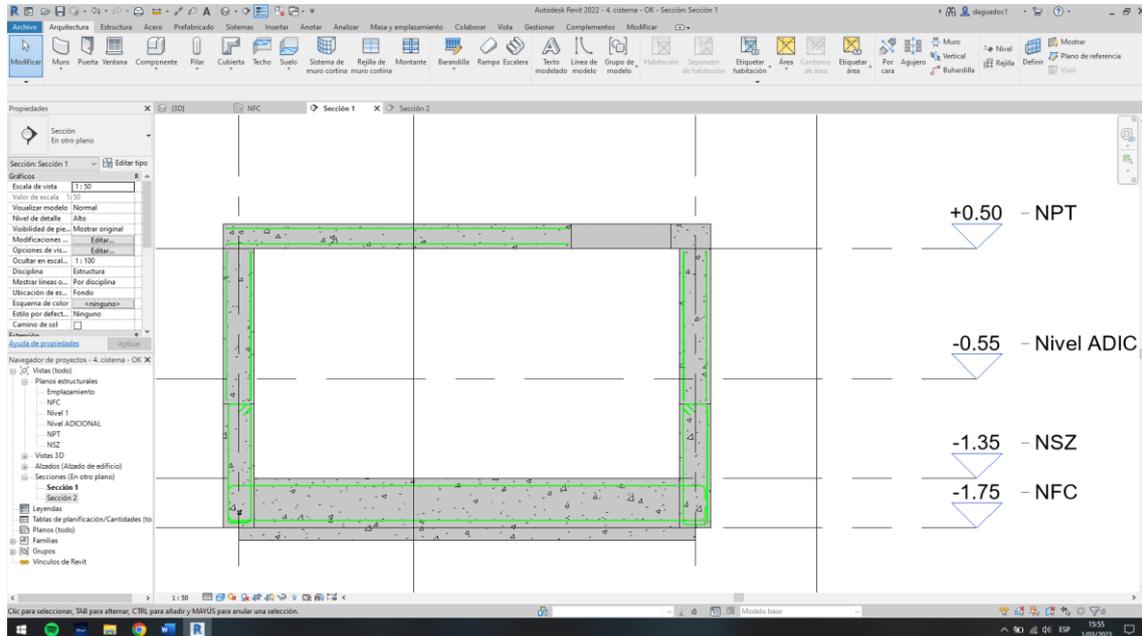
ANEXO 94

Aplicación de filtros: Cisterna - Armadura Estructural



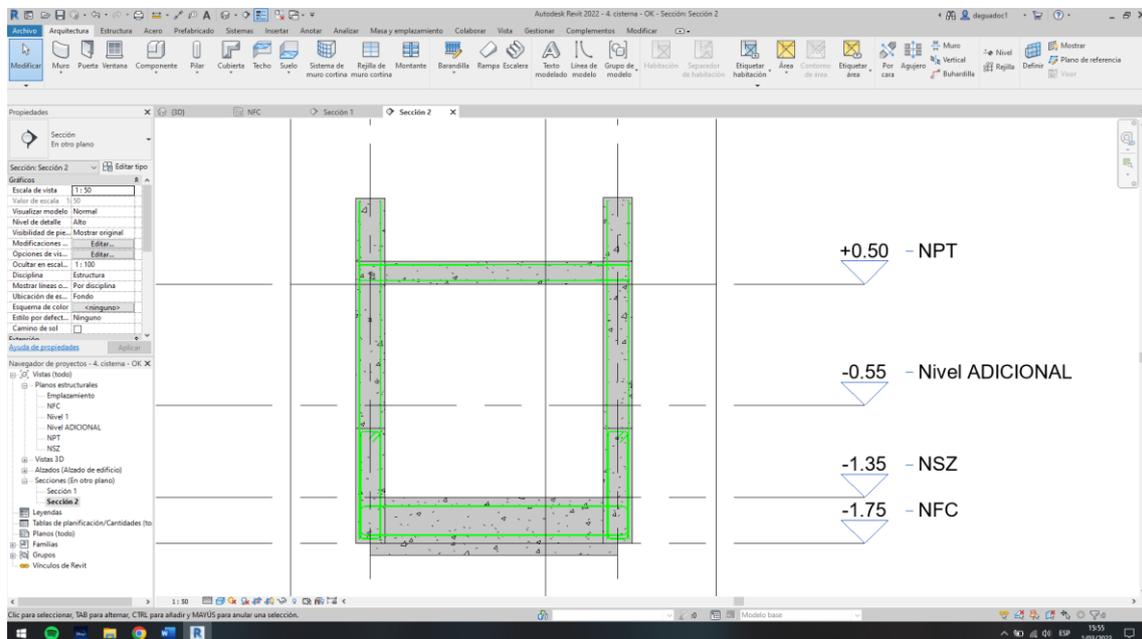
ANEXO 95

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 1 de la armadura estructural



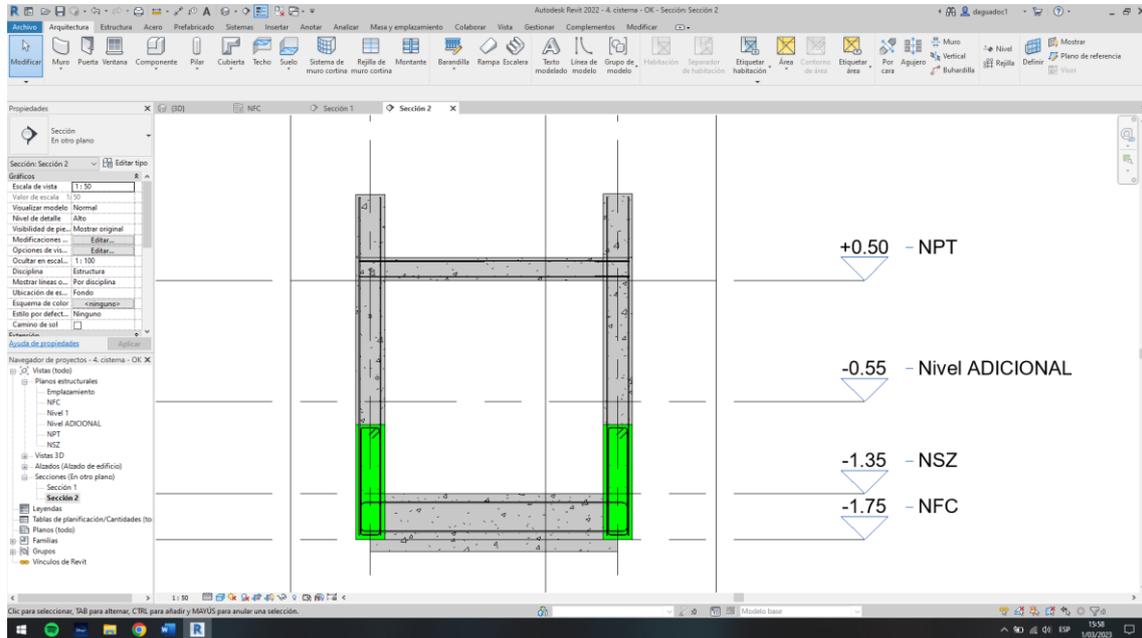
ANEXO 96

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 2 de la armadura estructural



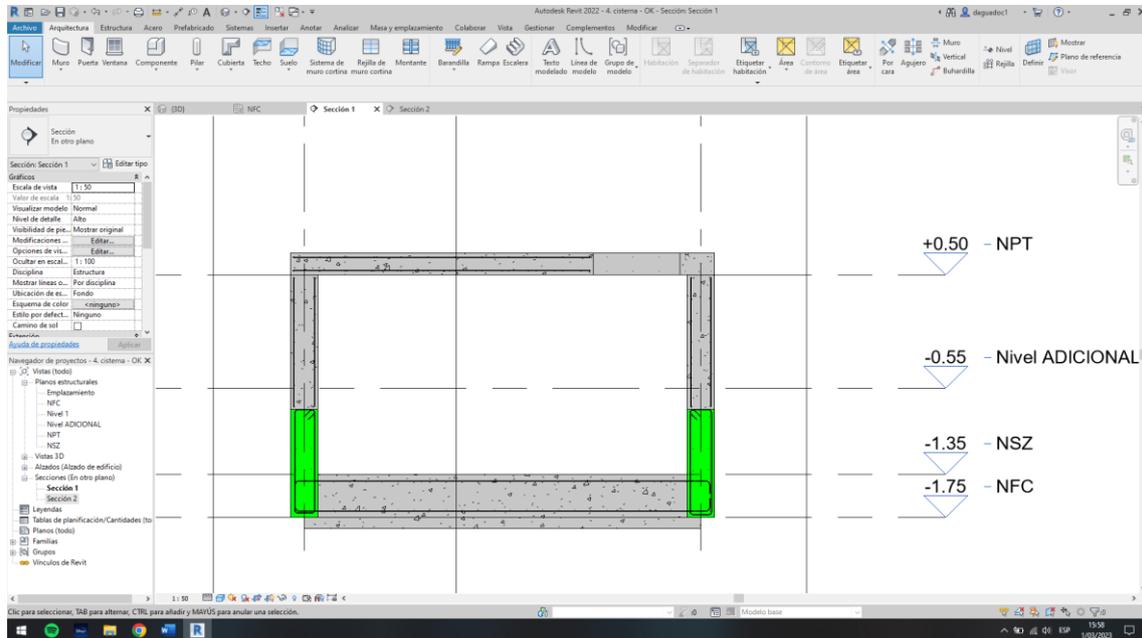
ANEXO 97

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 1 de Vigas de Cimentación



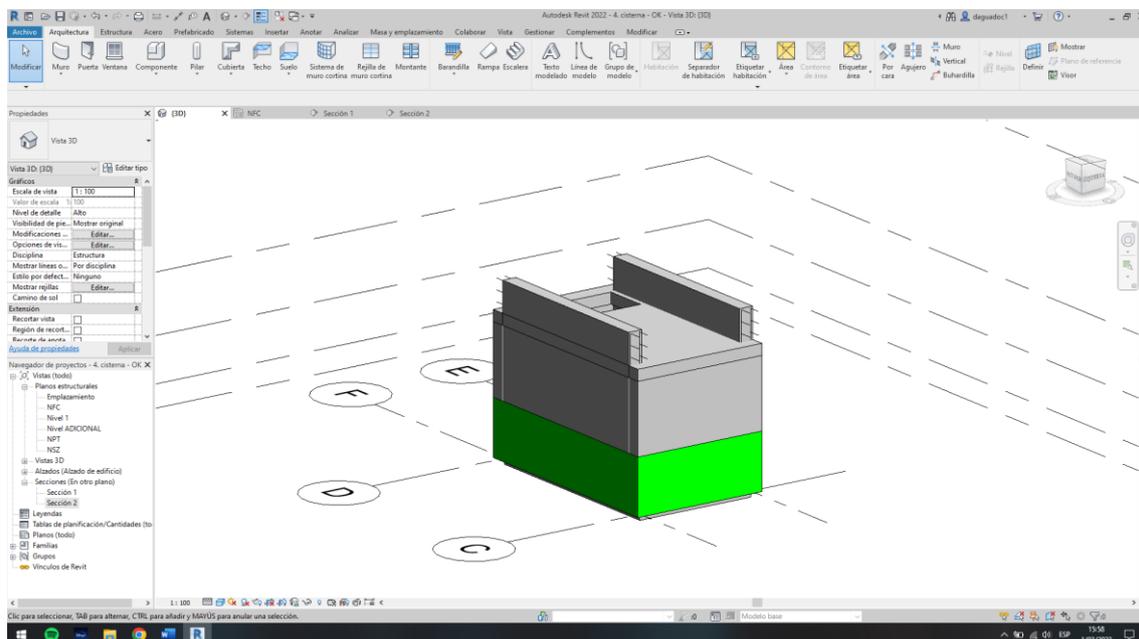
ANEXO 98

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 2 de Vigas de Cimentación



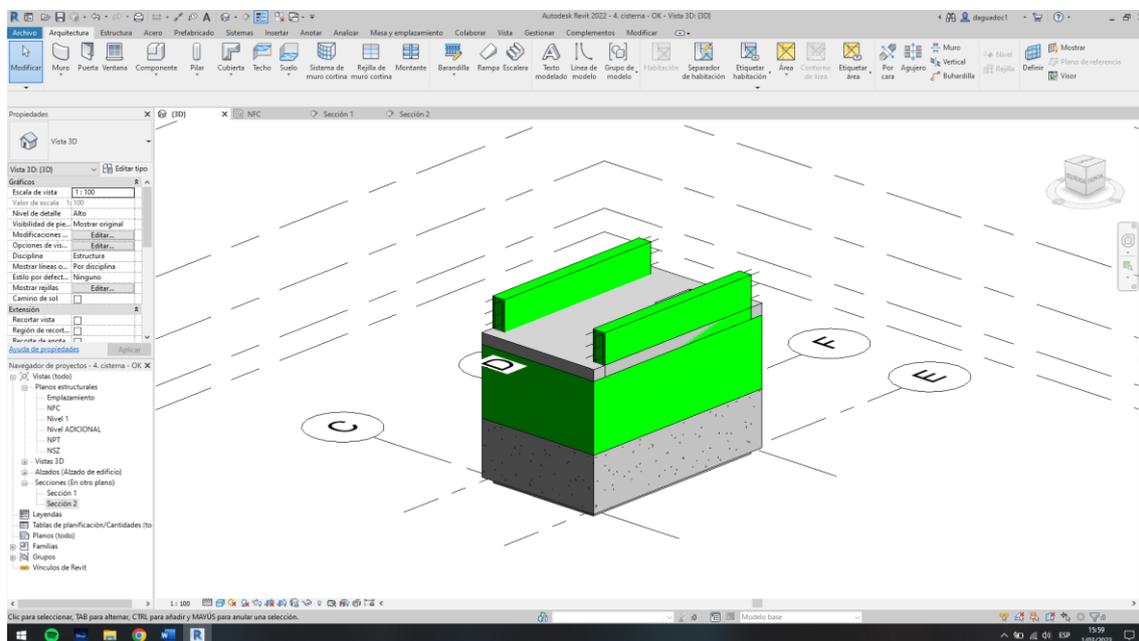
ANEXO 99

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista 3D de Vigas de cimentación



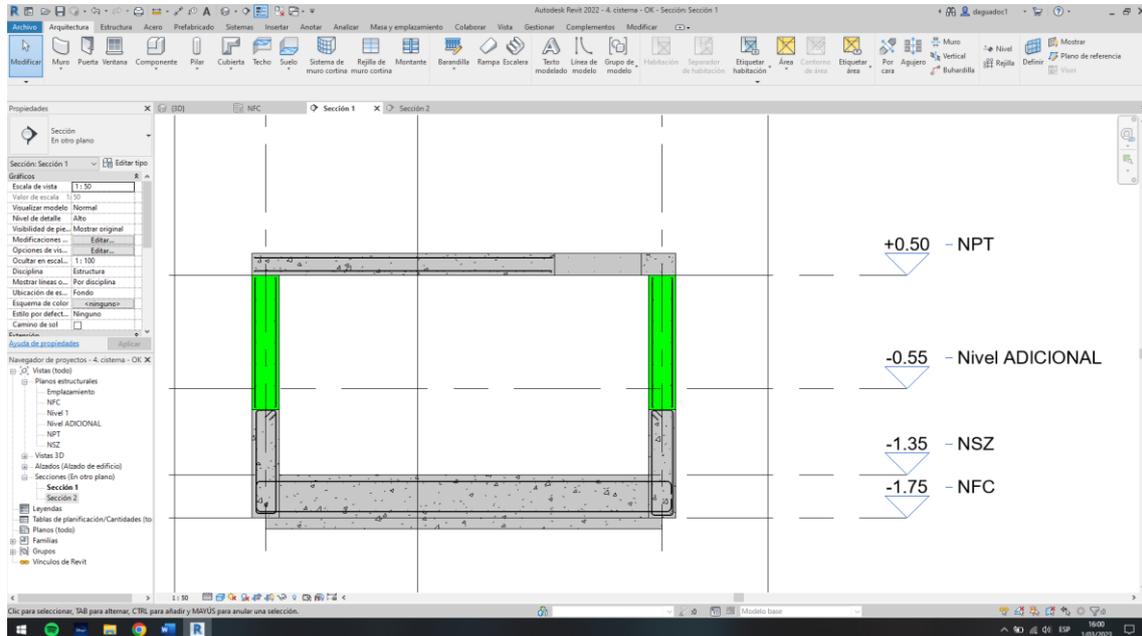
ANEXO 100

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista 3D de Muros Estructurales



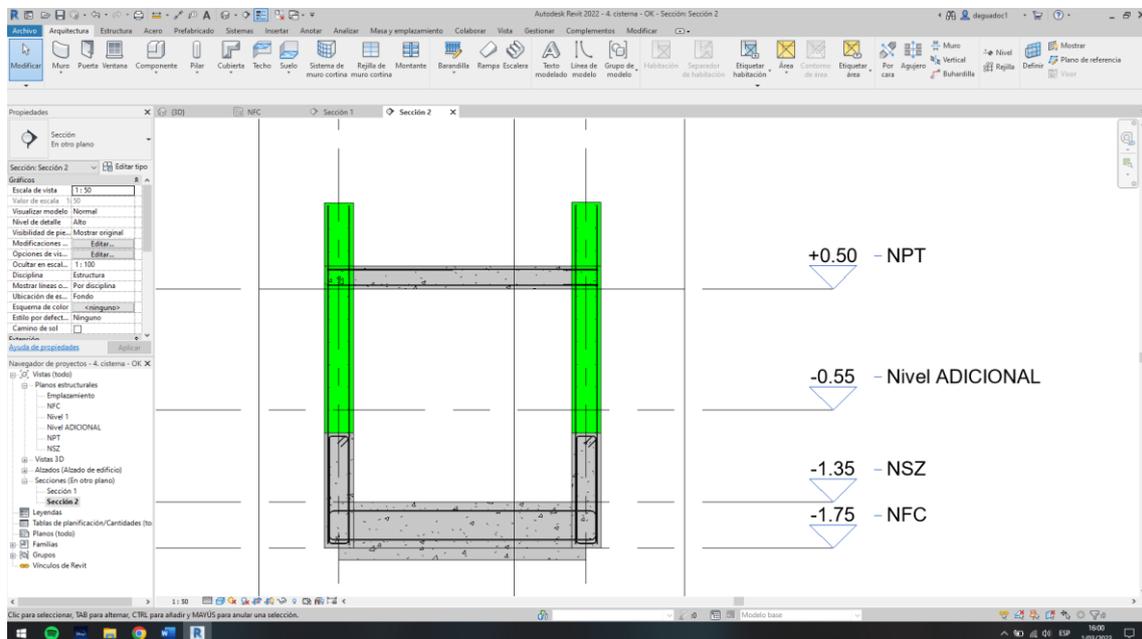
ANEXO 101

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 1 de Muros Estructurales



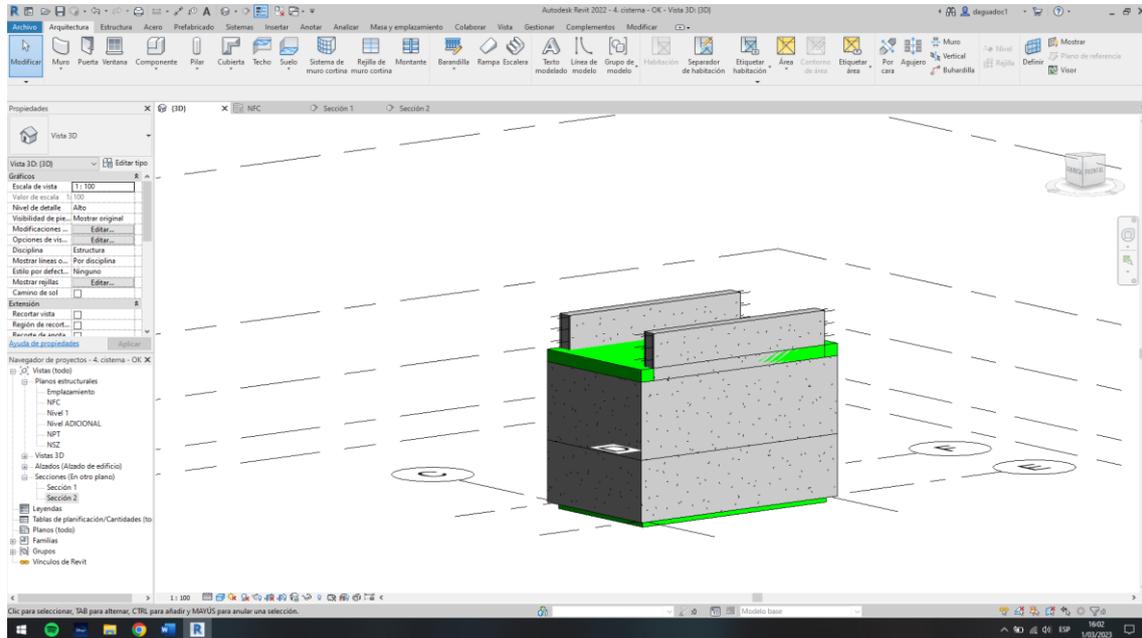
ANEXO 102

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista de sección 2 de Muros Estructurales



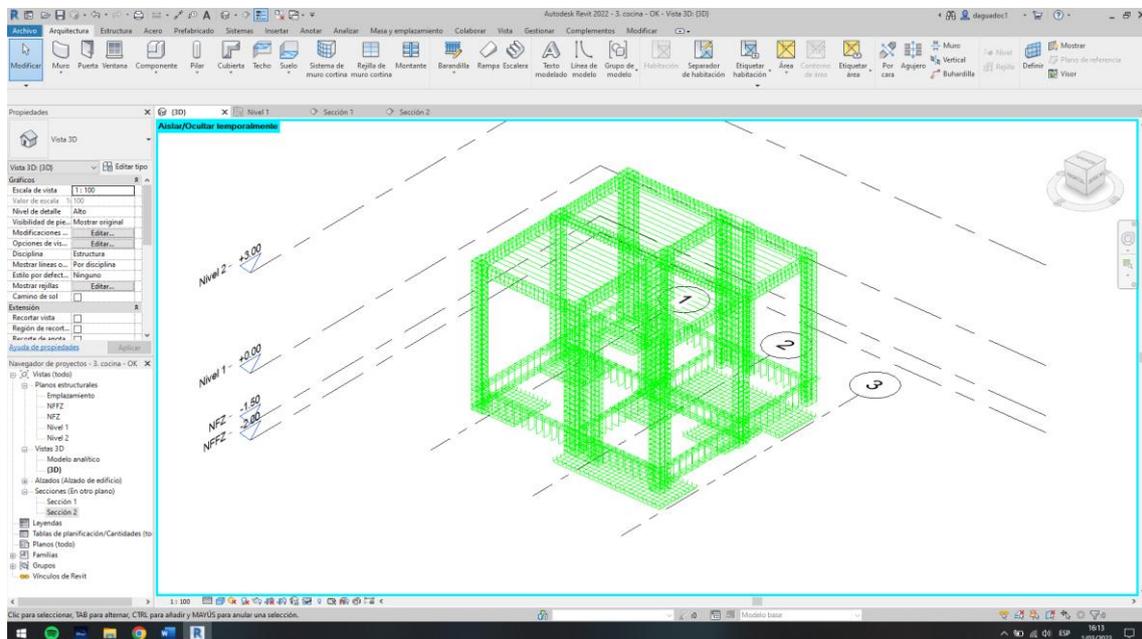
ANEXO 103

Aplicación de filtros: Cisterna - Vista 3D de Losas Macizas



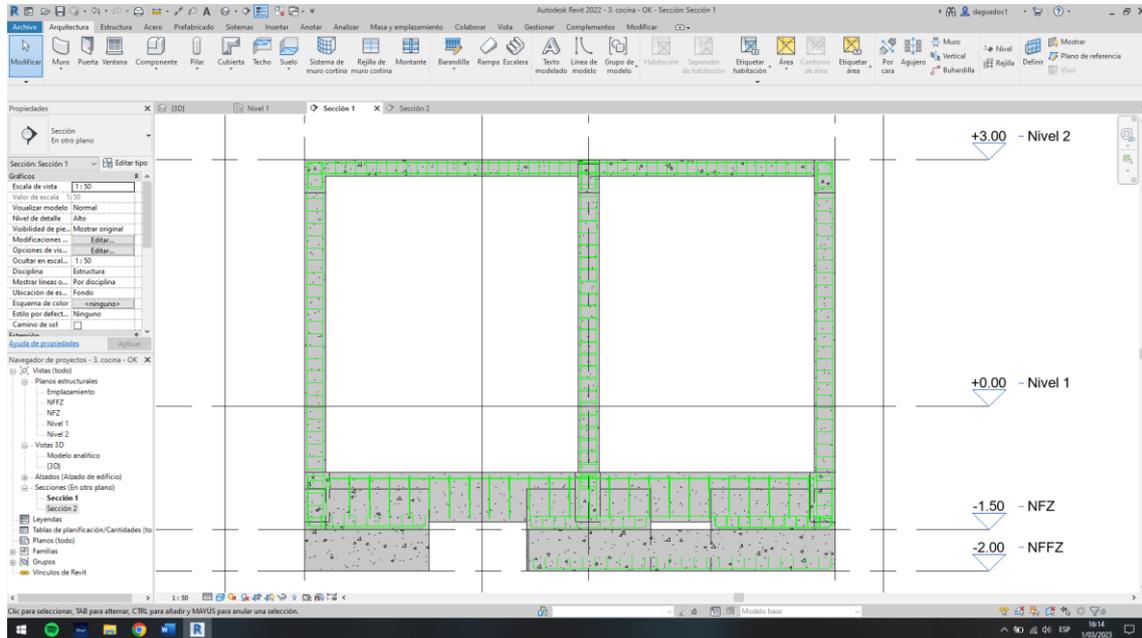
ANEXO 104

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D de Armadura Estructural



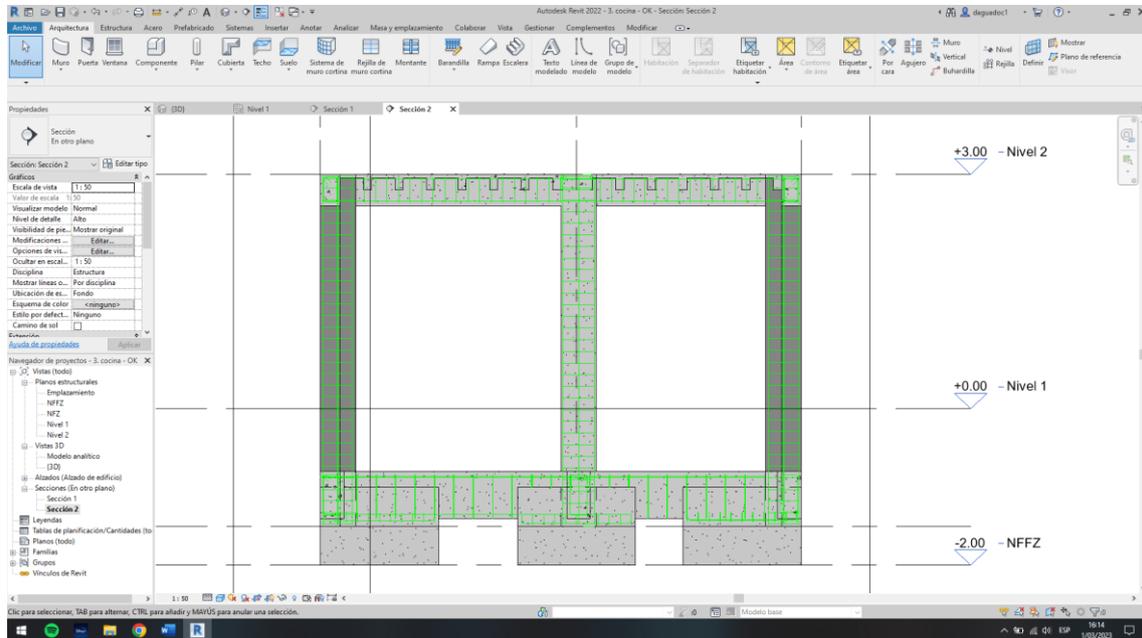
ANEXO 105

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 1 de Sección Armadura Estructural



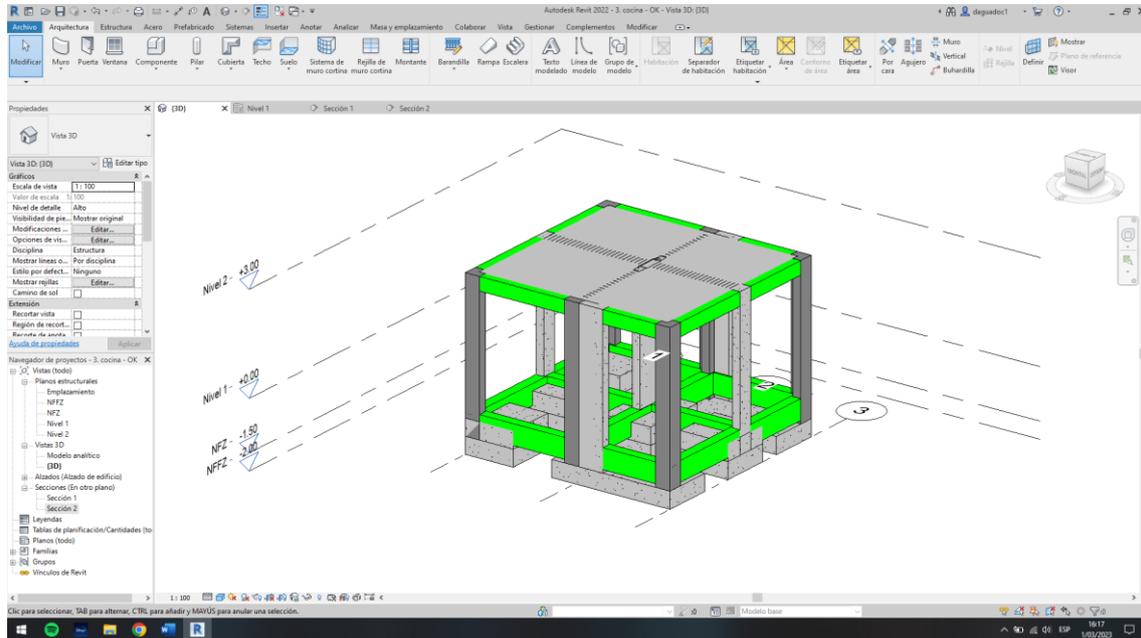
ANEXO 106

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 2 de Sección Armadura Estructural



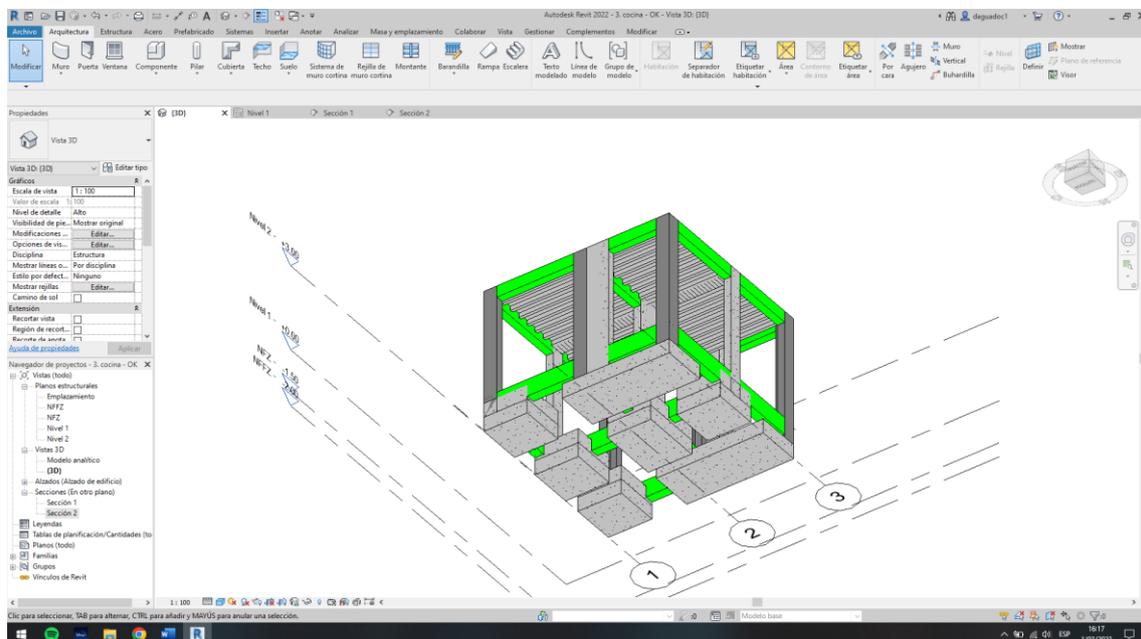
ANEXO 107

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D Vigas principales y vigas de cimentación



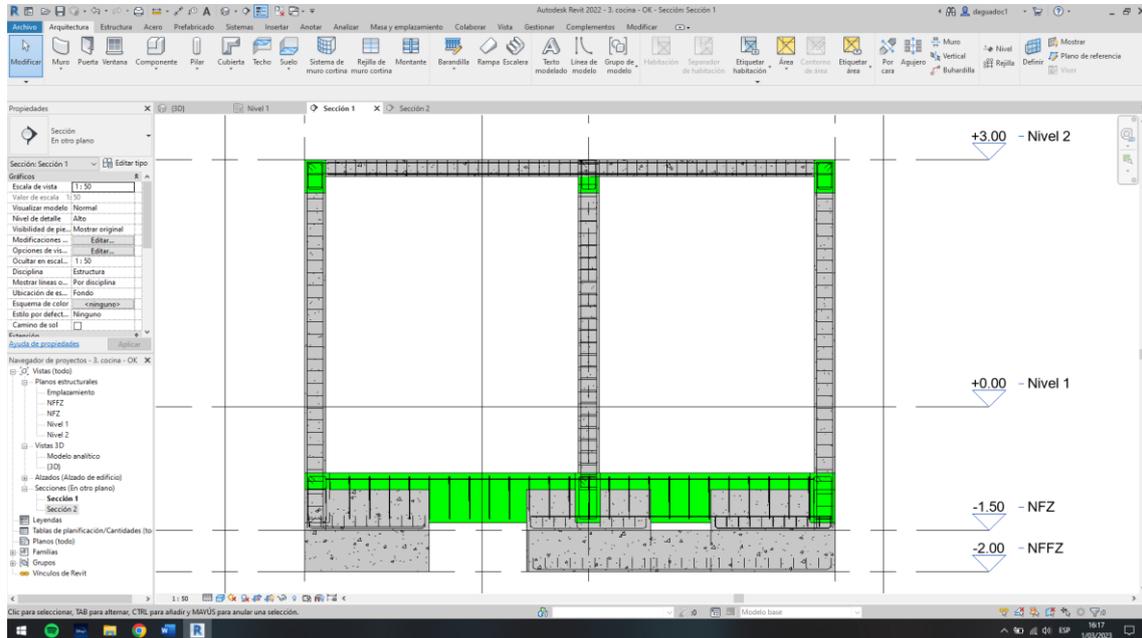
ANEXO 108

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D inferior Vigas principales y vigas de cimentación



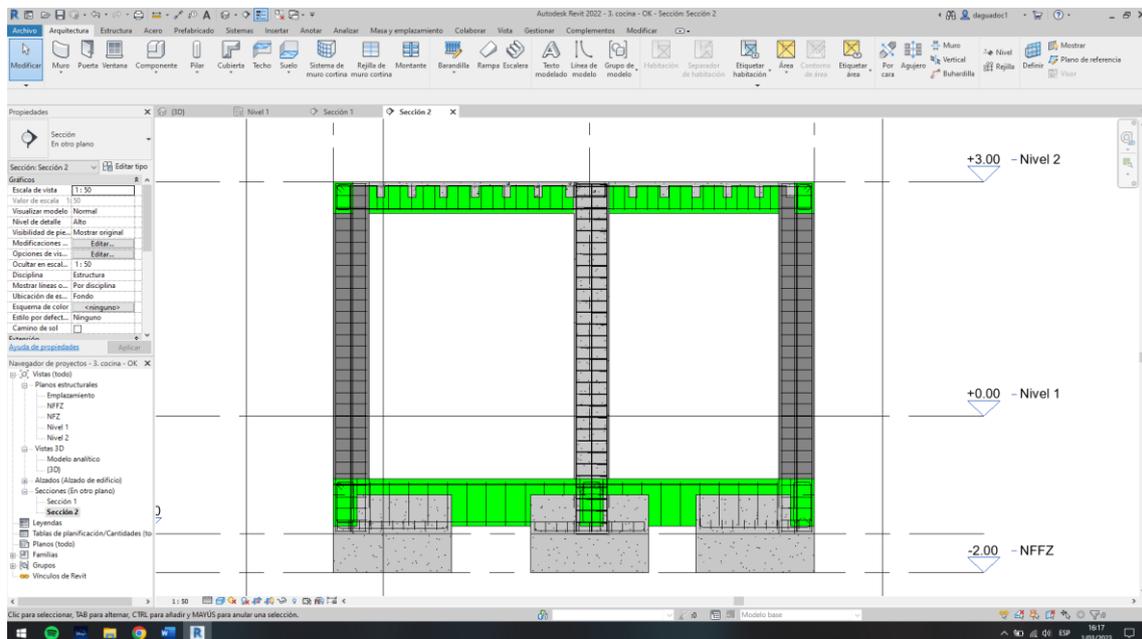
ANEXO 109

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 1 Vigas principales y vigas de cimentación



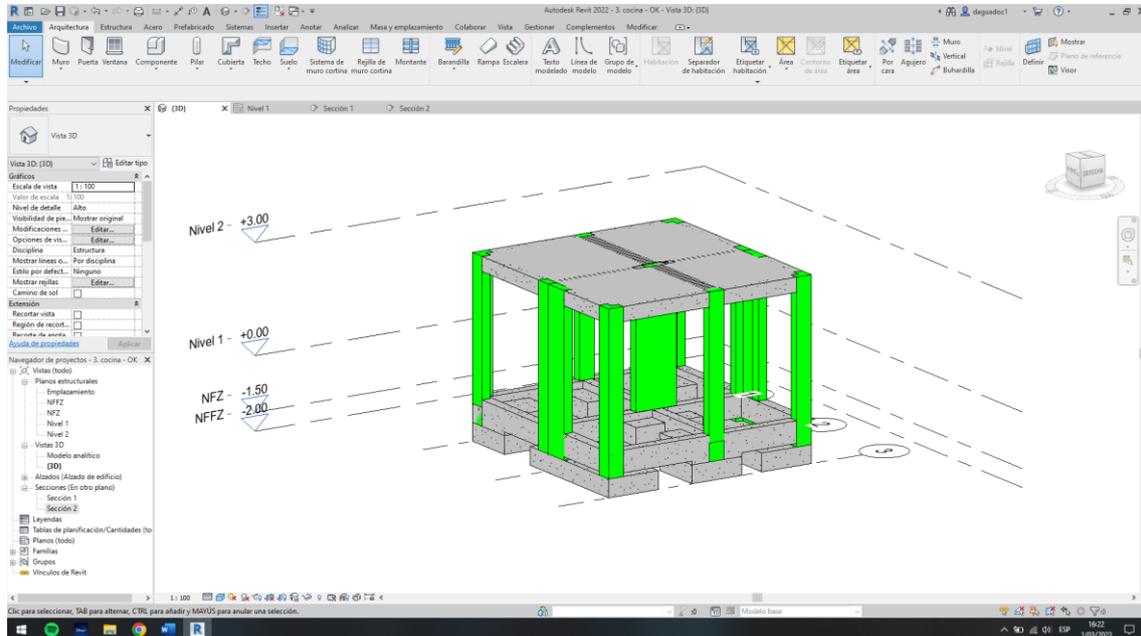
ANEXO 110

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 2 Vigas principales y vigas de cimentación



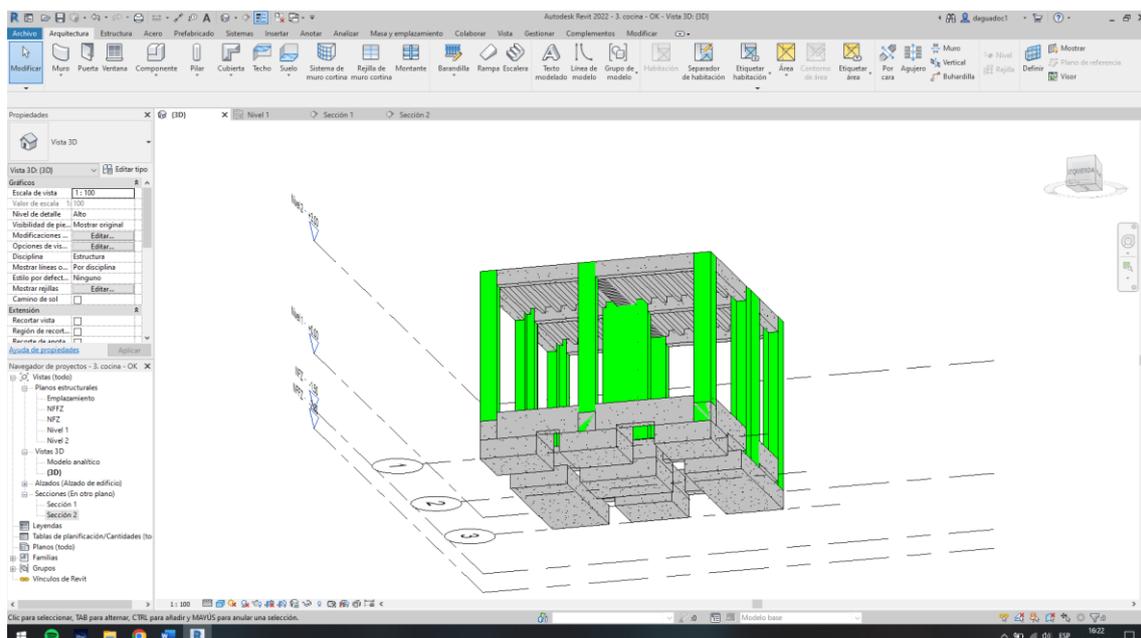
ANEXO 111

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D Columnas y Muros Estructurales



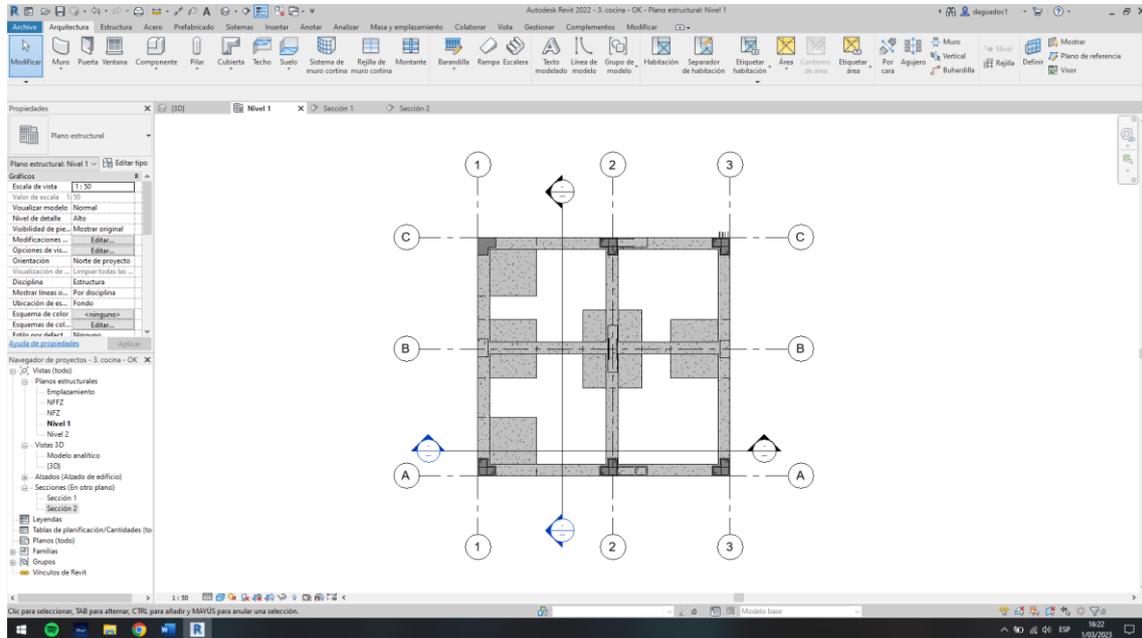
ANEXO 112

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D inferior Columnas y Muros Estructurales



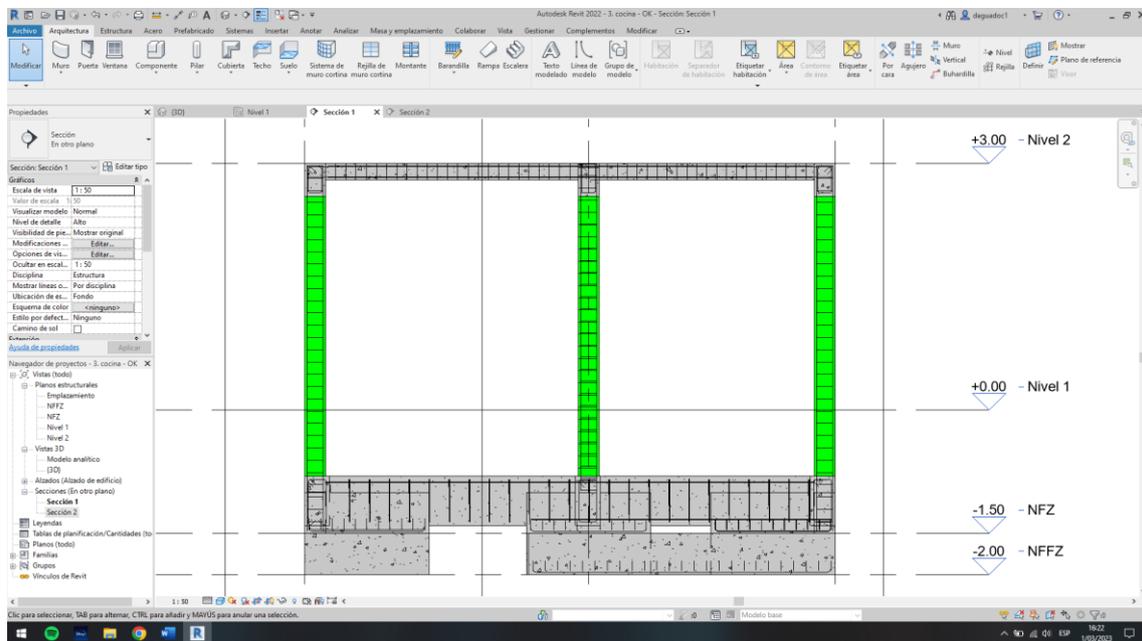
ANEXO 113

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Planta



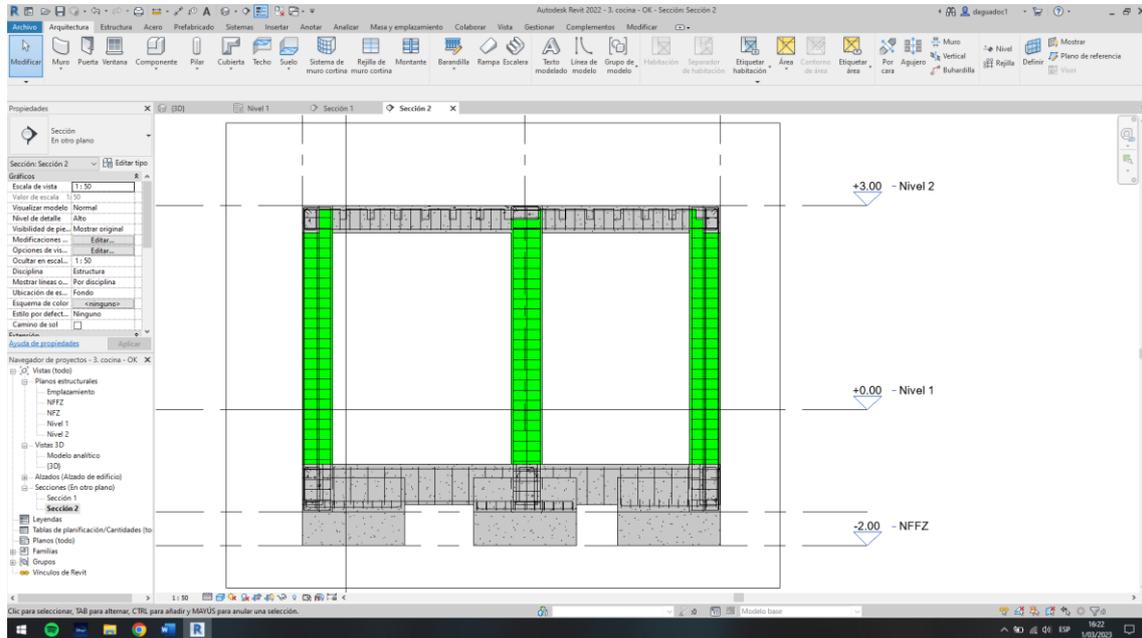
ANEXO 114

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 1 Columnas y Muros Estructurales



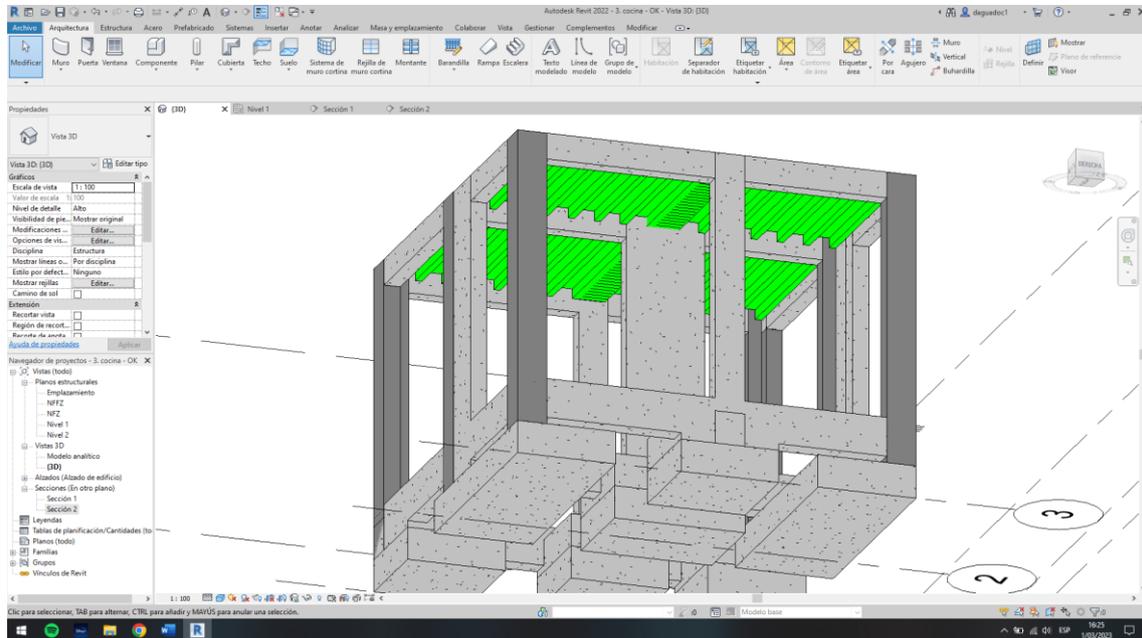
ANEXO 115

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 2 Columnas y Muros Estructurales



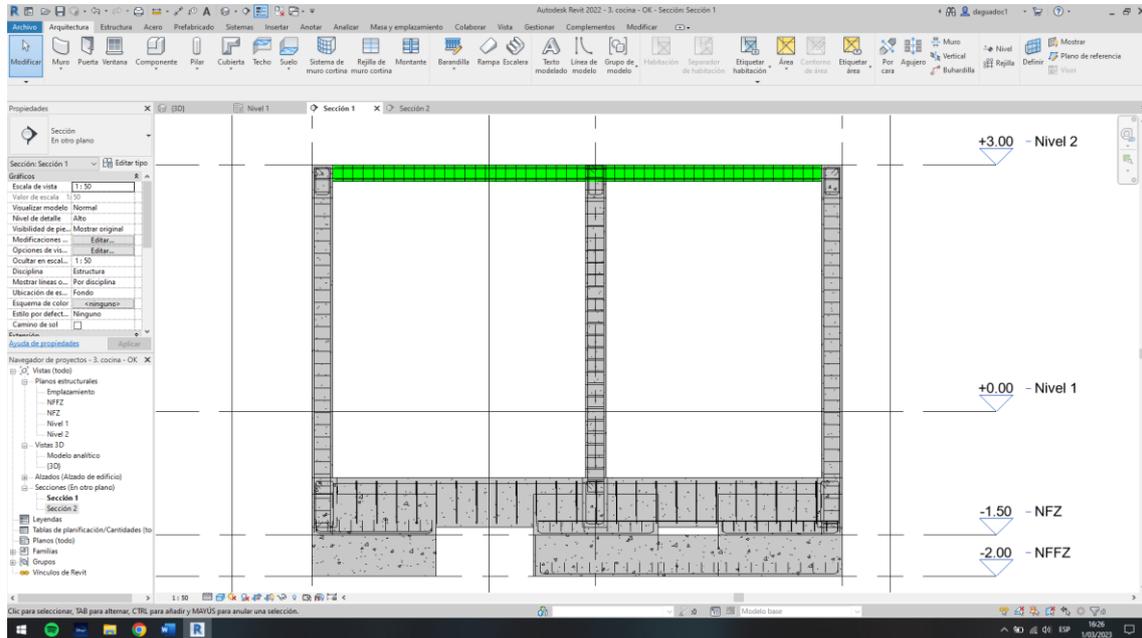
ANEXO 116

Aplicación de filtros: Cocina - Vista 3D Losa aligerada



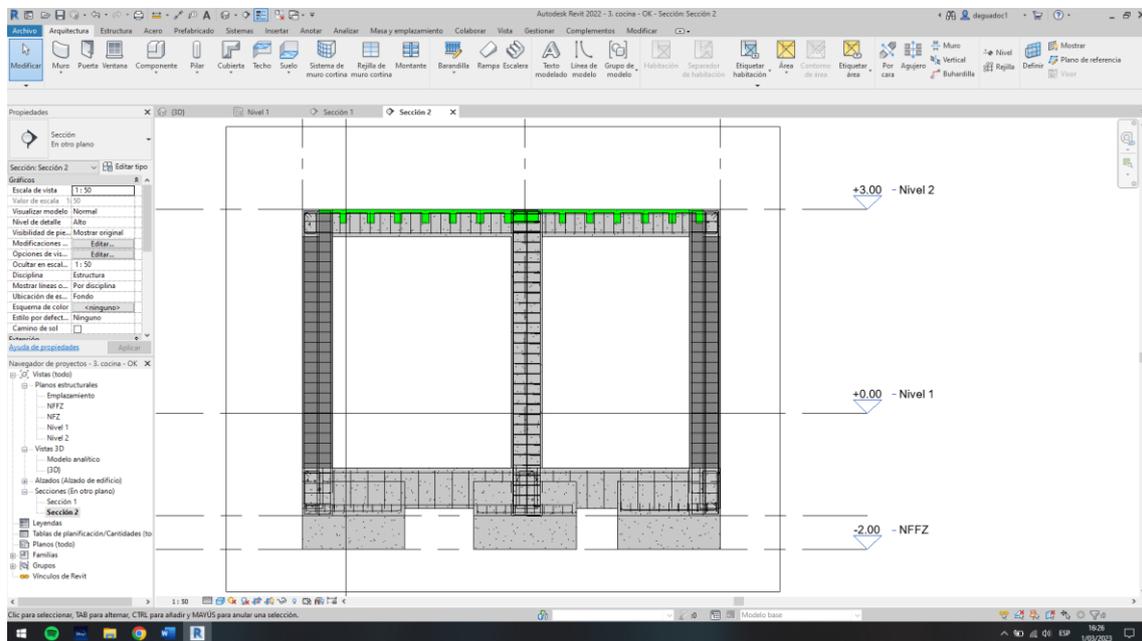
ANEXO 117

Aplicación de filtros: Cocina - Vista Sección 1 Losa Aligerada



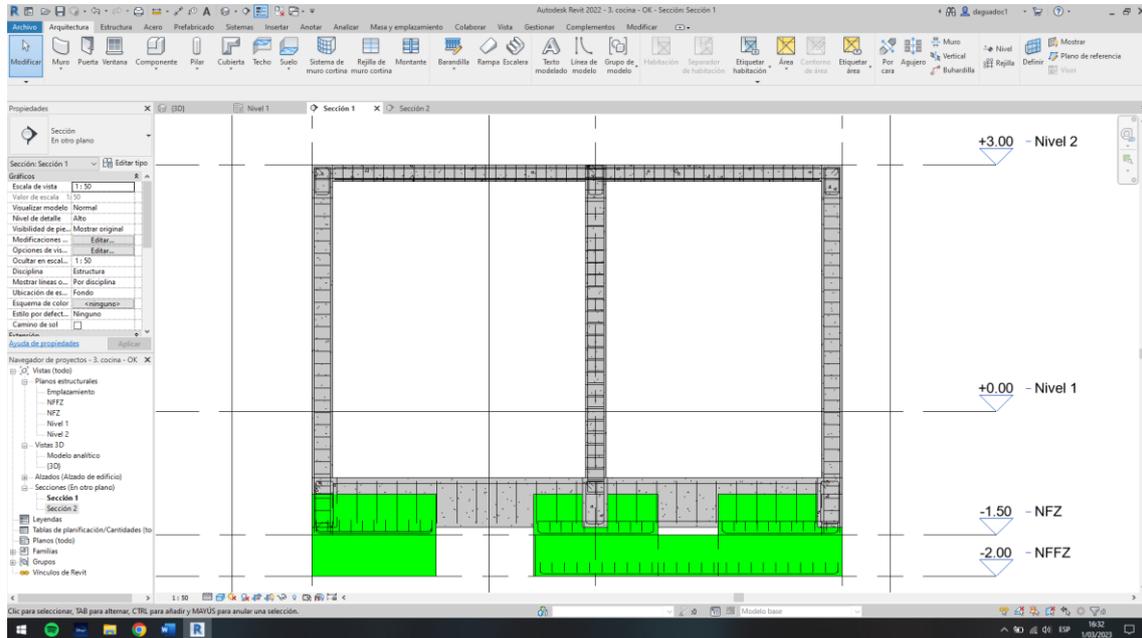
ANEXO 118

Vista Sección 2 Losa Aligerada



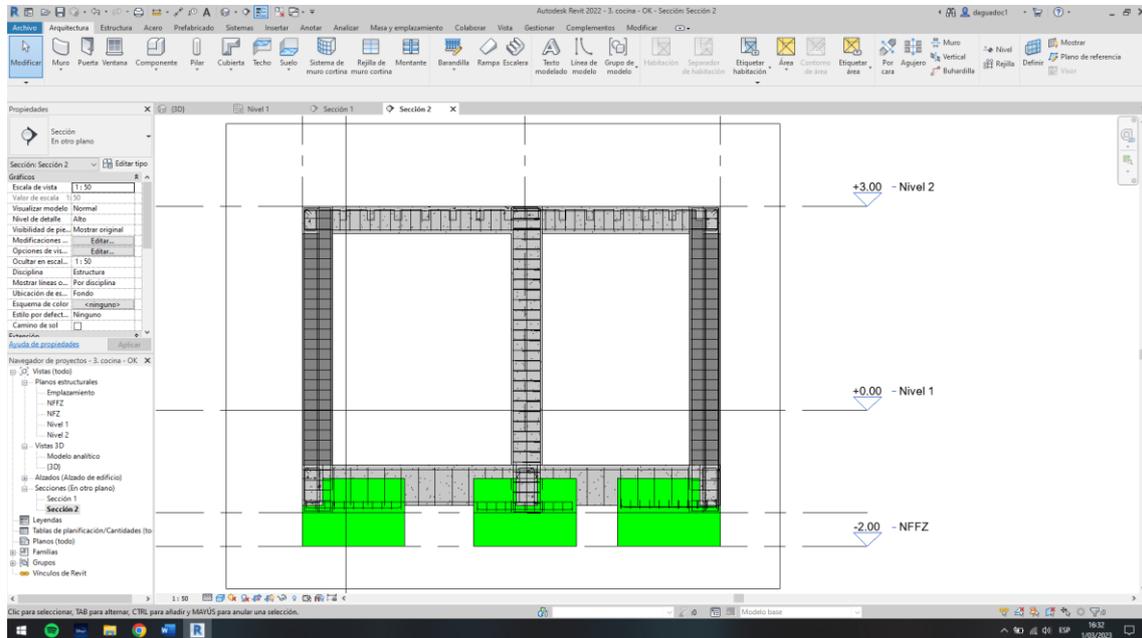
ANEXO 121

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 1 Cimentación aislada



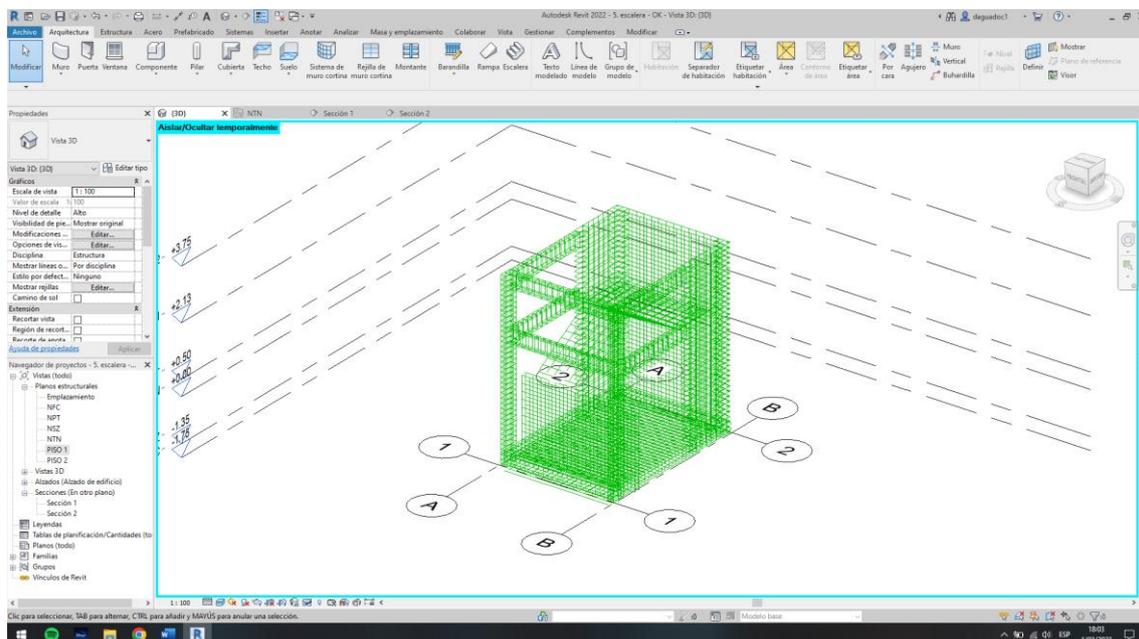
ANEXO 122

Aplicación de filtros: Cocina - Vista de Sección 2 Cimentación aislada



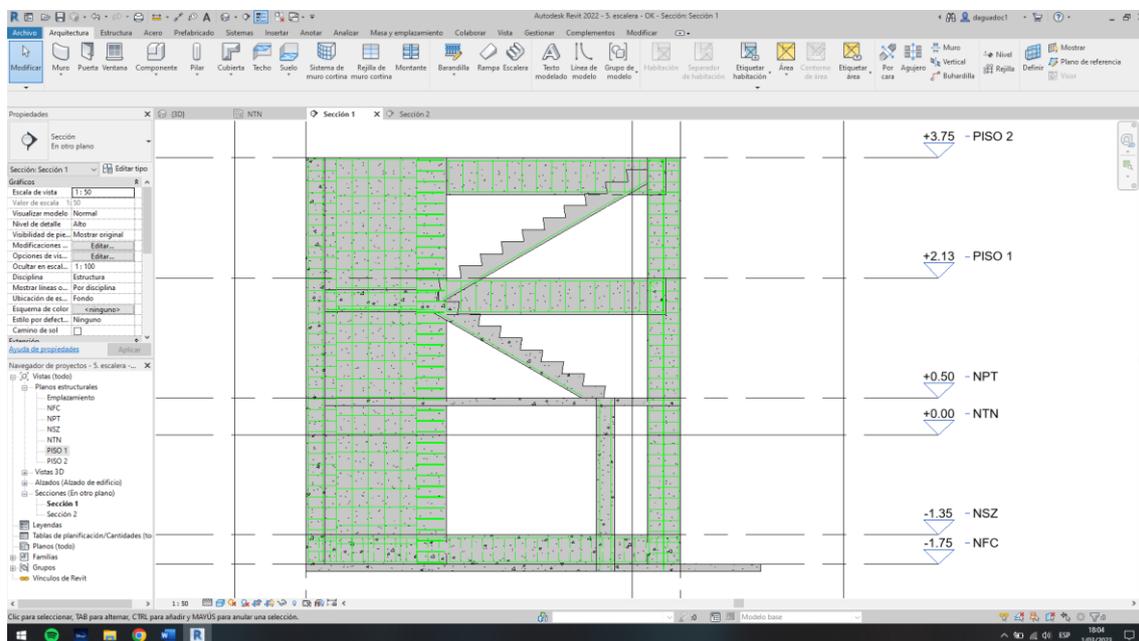
ANEXO 123

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D de Armadura Estructural



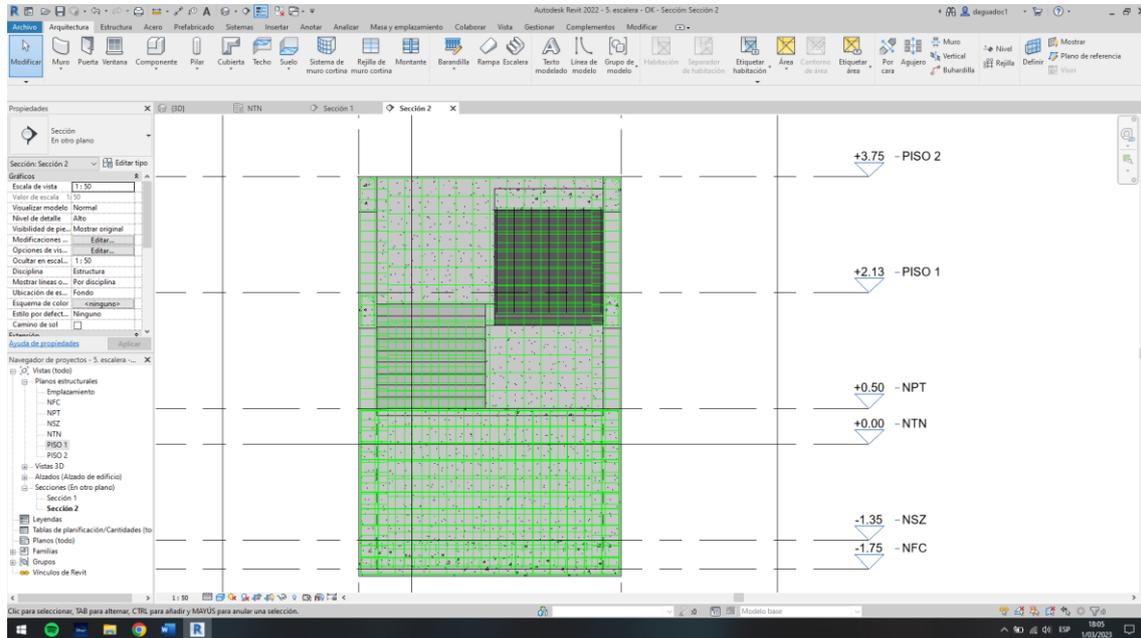
ANEXO 124

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 1 Armadura Estructural



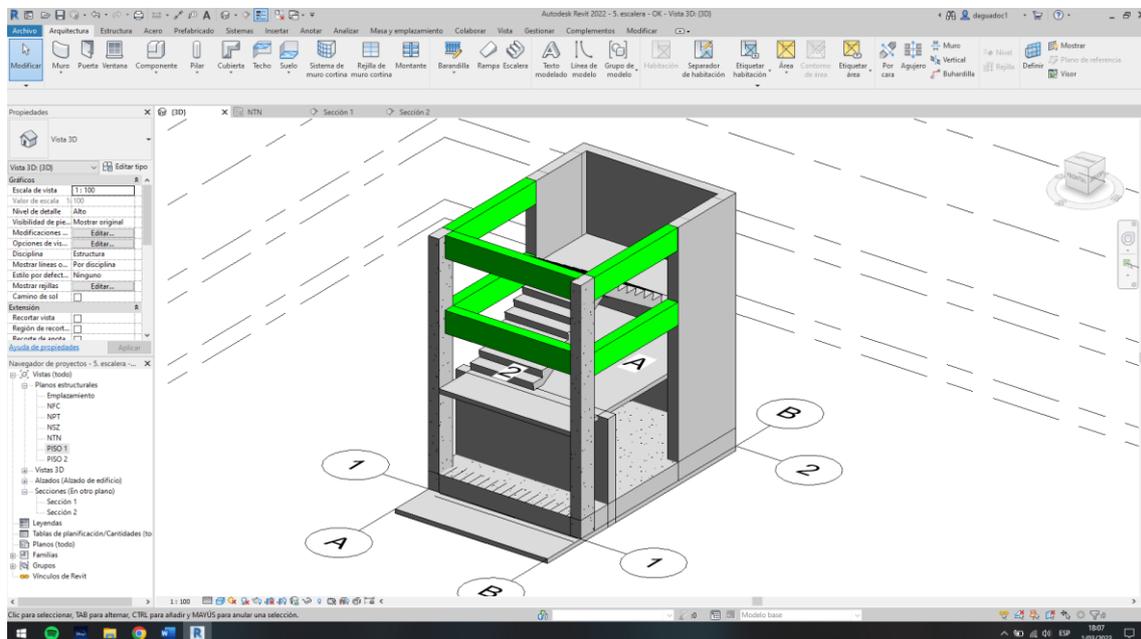
ANEXO 125

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 2 Armadura Estructural



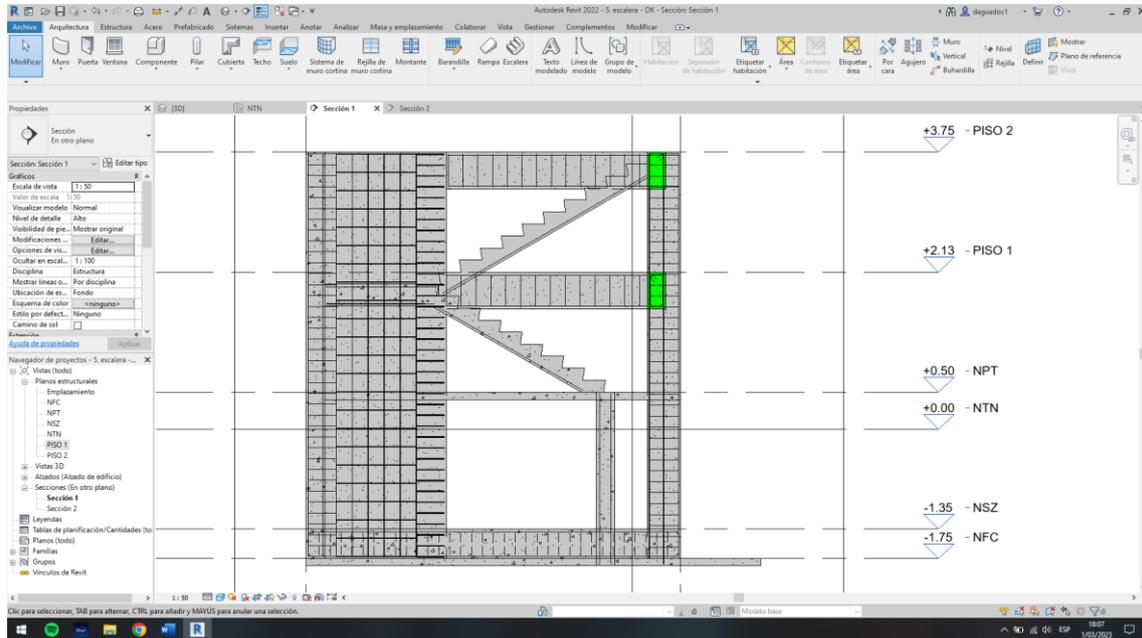
ANEXO 126

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D Vigas Principales



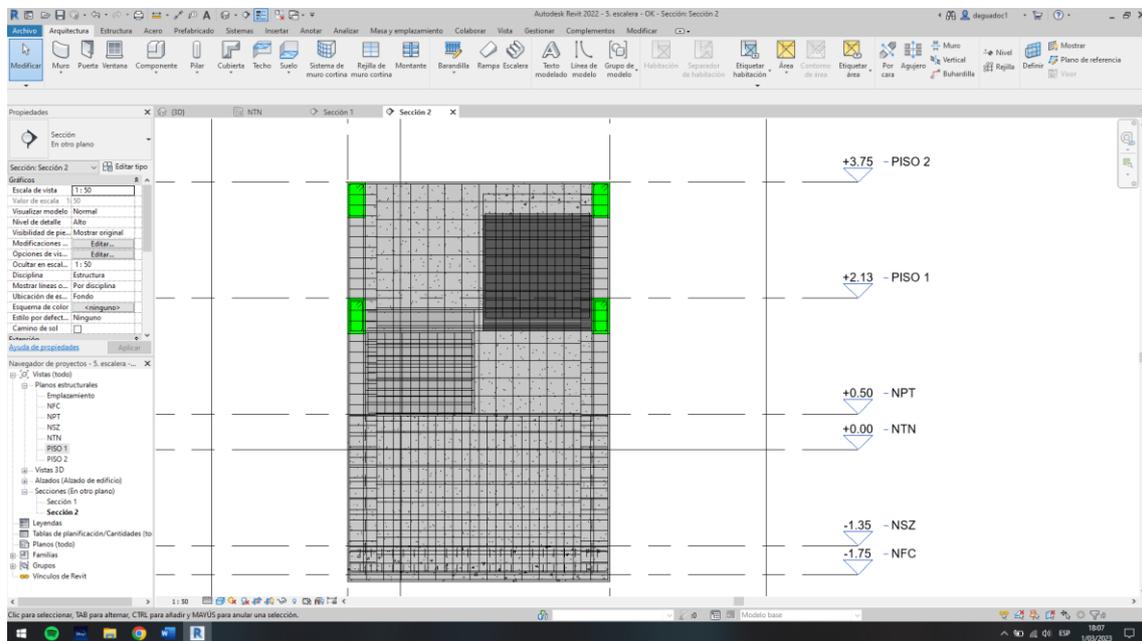
ANEXO 127

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 1 Vigas Principales



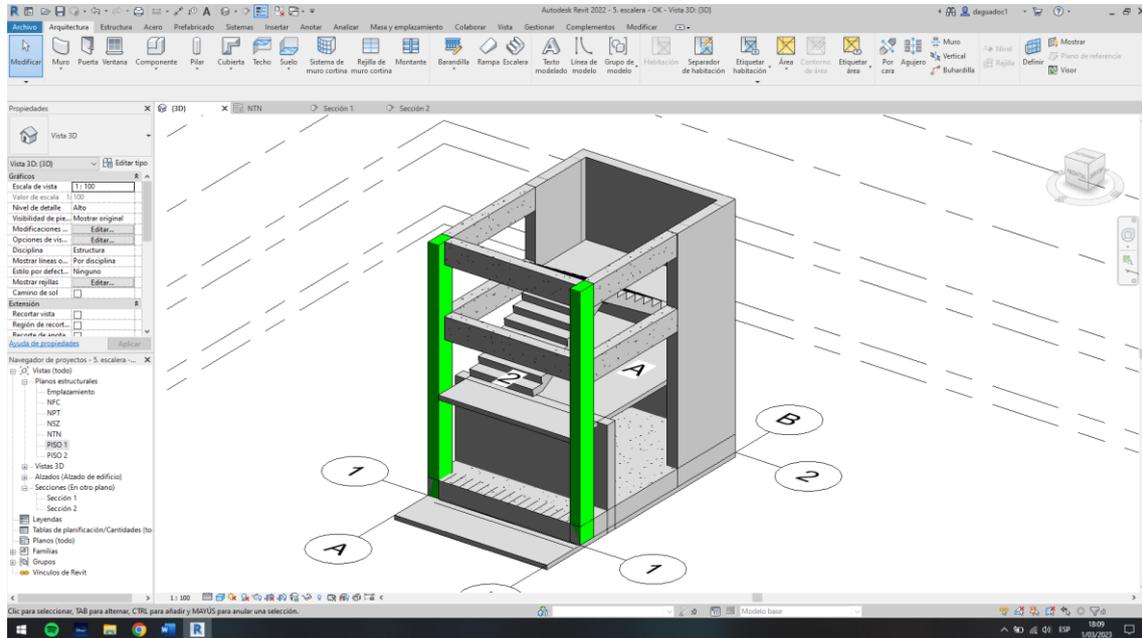
ANEXO 128

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 2 Vigas Principales



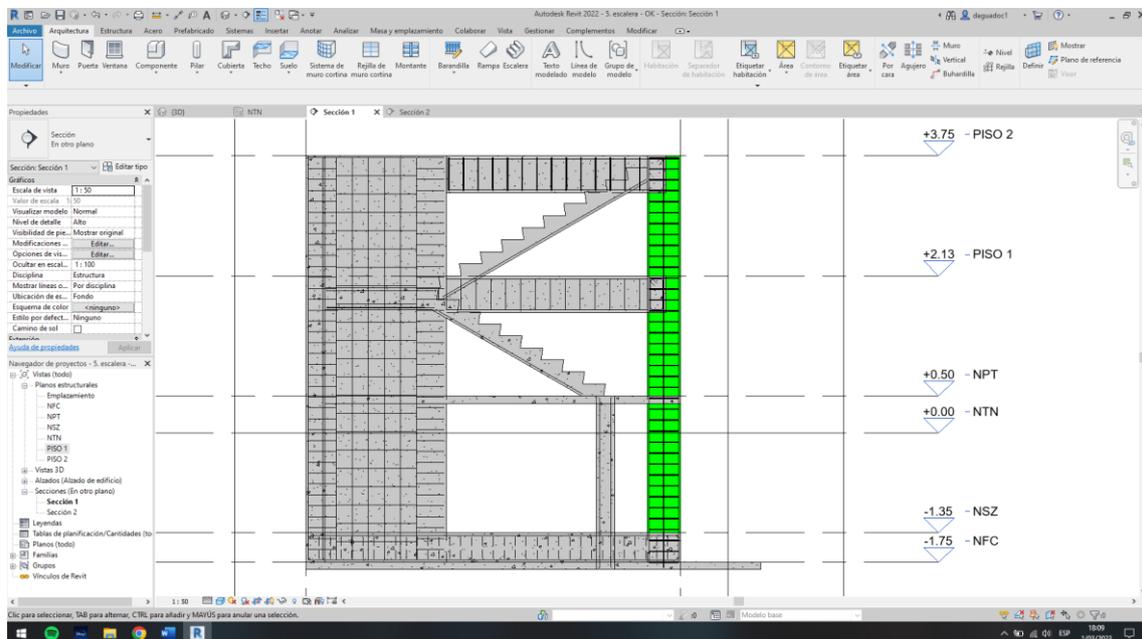
ANEXO 129

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D Columnas Principales



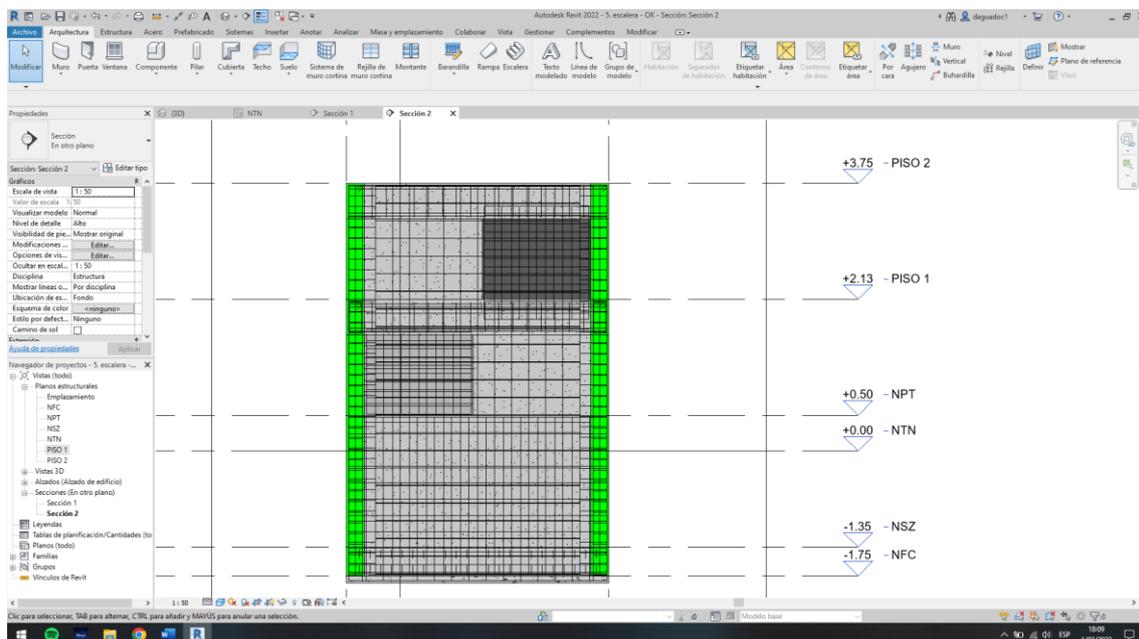
ANEXO 130

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 1 Columnas Principales



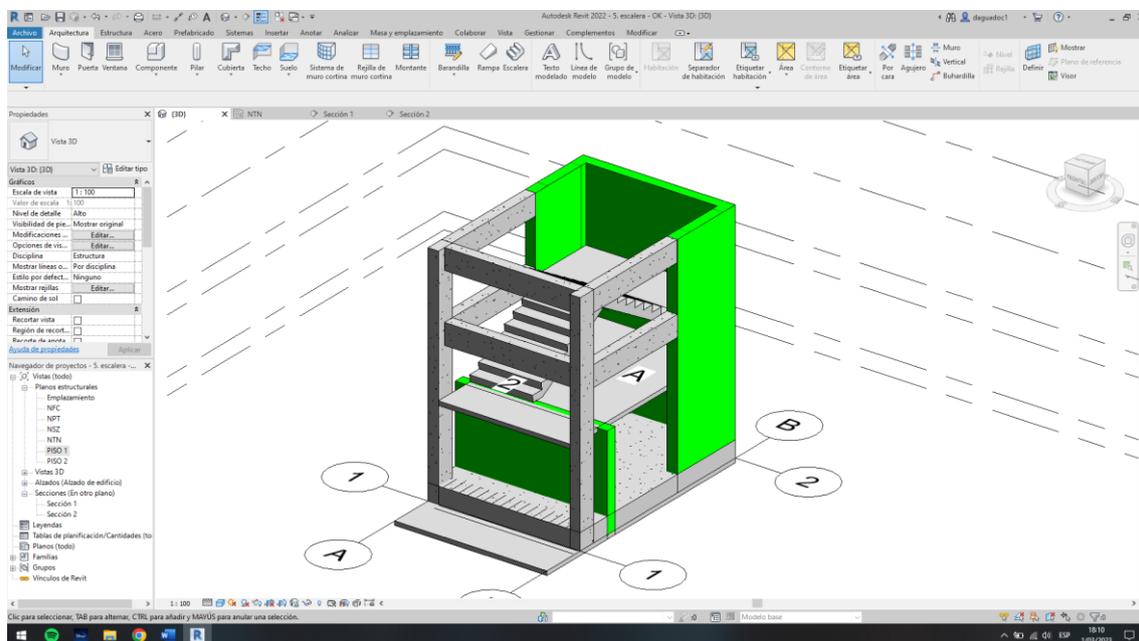
ANEXO 131

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 2 Columnas Principales



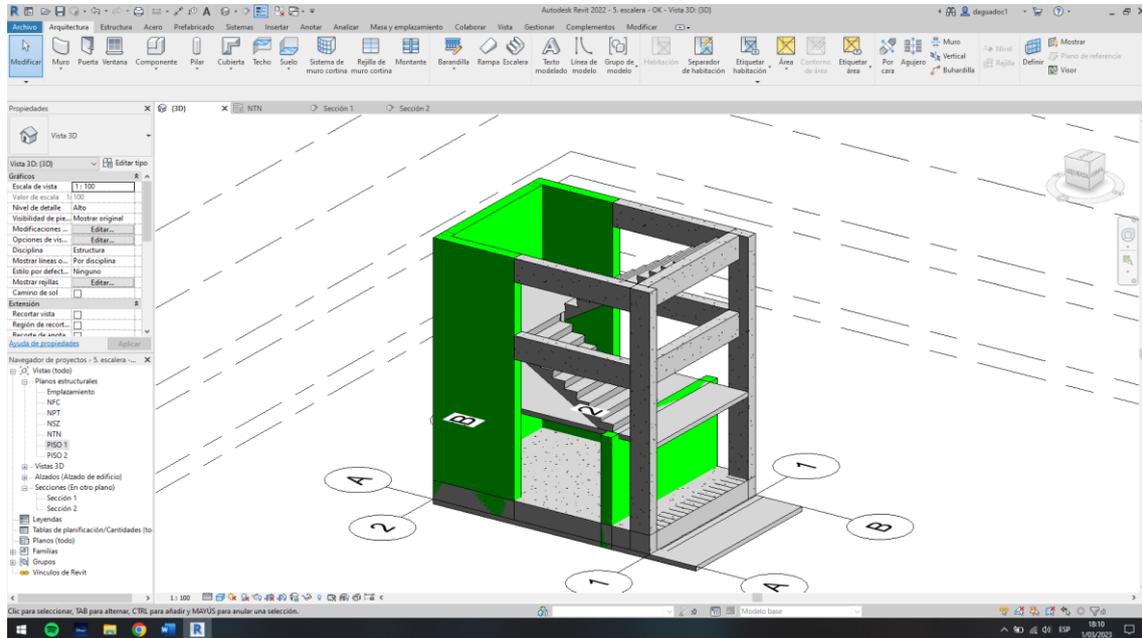
ANEXO 132

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D 1 Muros Estructurales



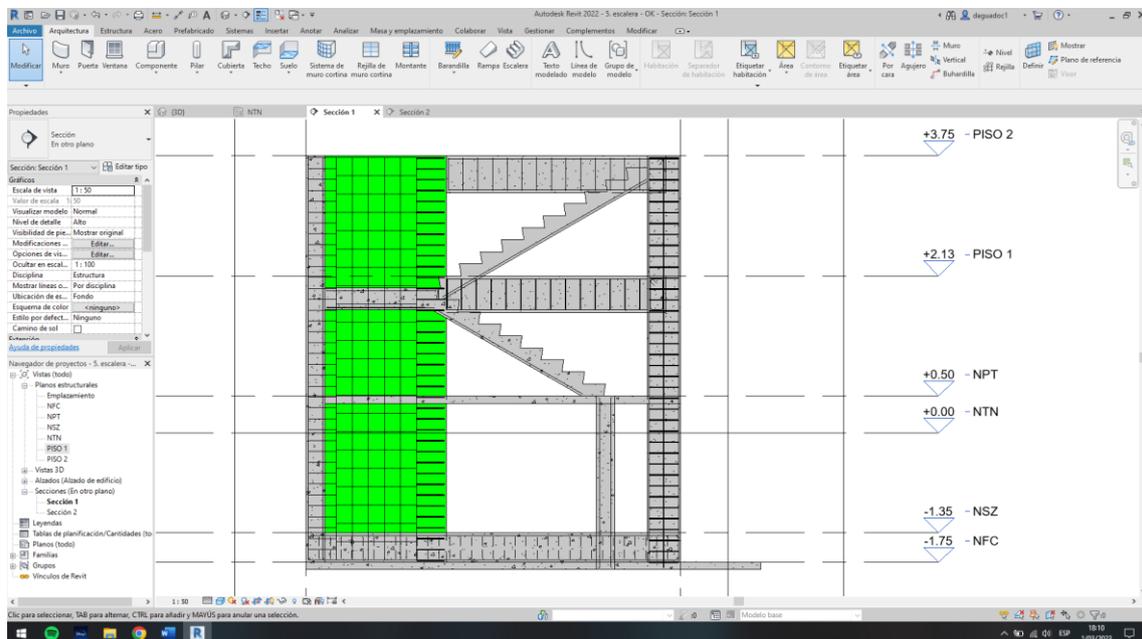
ANEXO 133

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D 2 Muros Estructurales



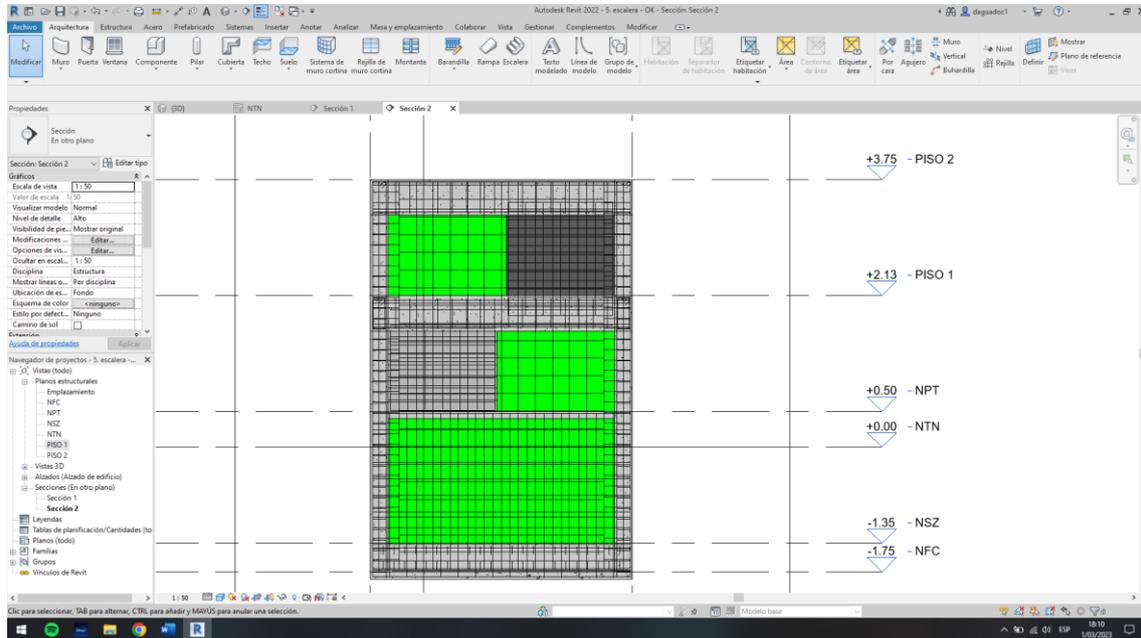
ANEXO 134

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 1 Muros Estructurales



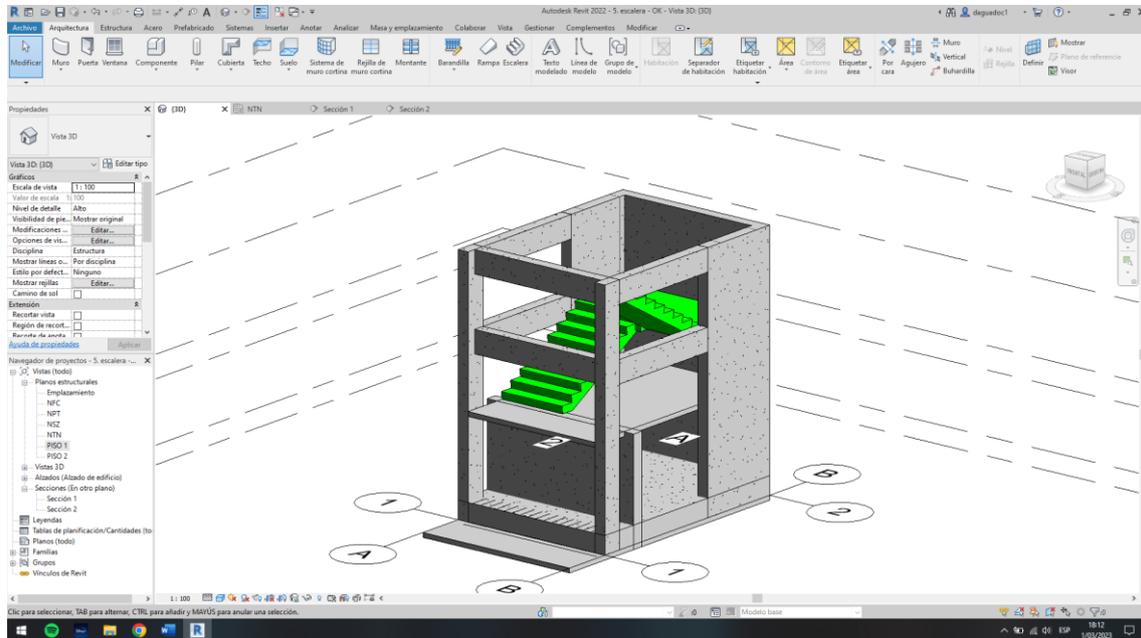
ANEXO 135

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 2 Muros Estructurales



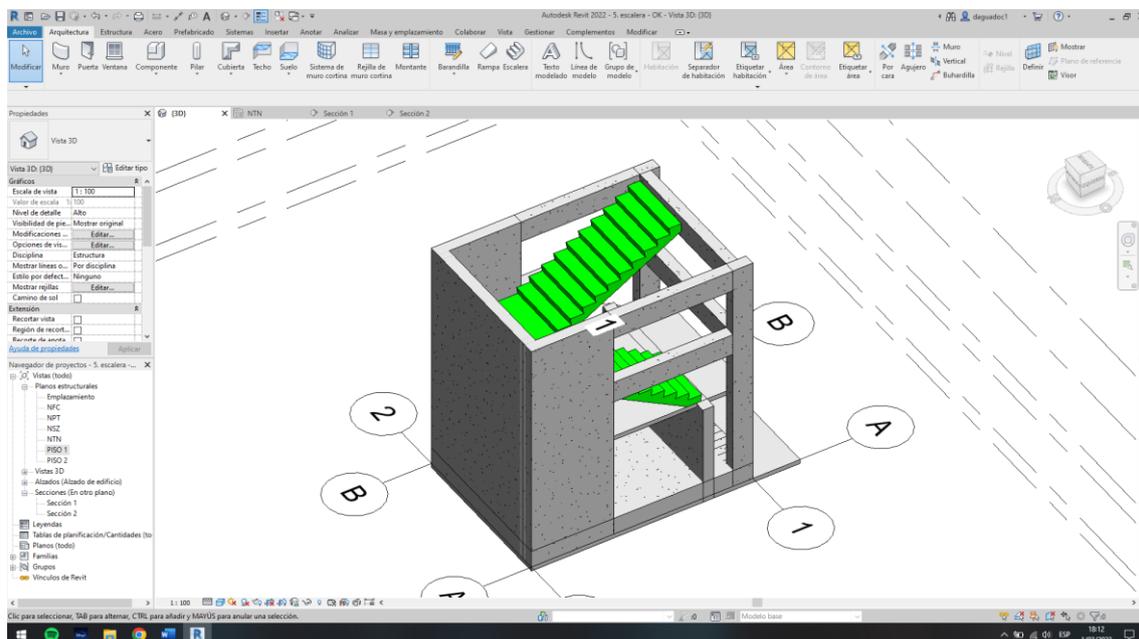
ANEXO 136

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D 1 Estructura de escalera



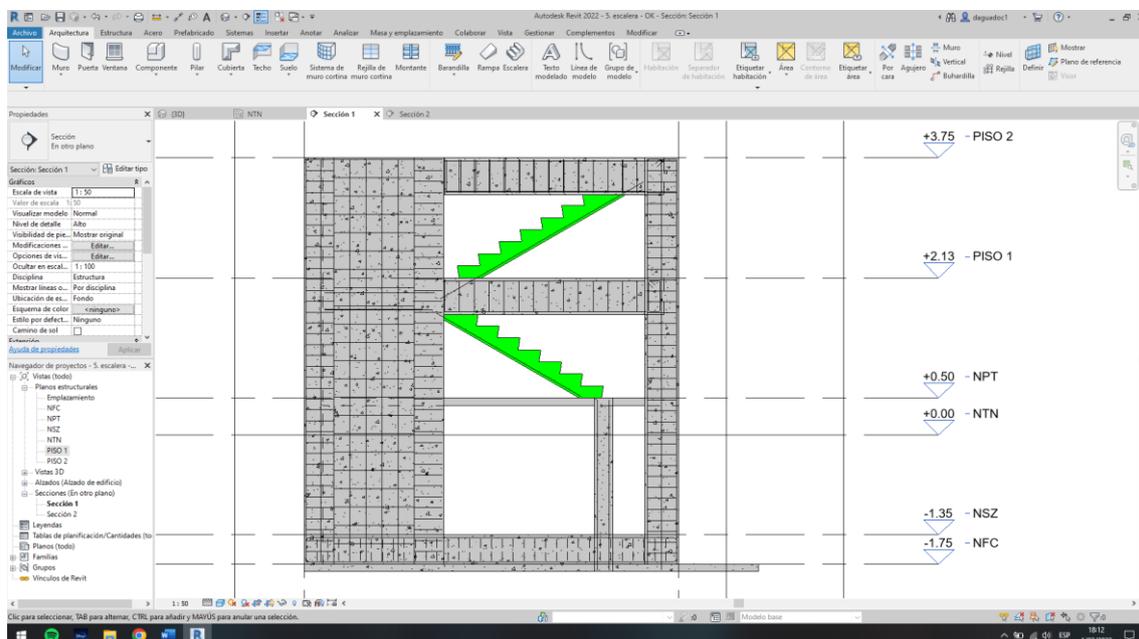
ANEXO 137

Aplicación de filtros: Escalera – Vista 3D 2 Estructura de escalera



ANEXO 138

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 1 Estructura de escalera



ANEXO 139

Aplicación de filtros: Escalera – Vista de Sección 2 Estructura de escalera

