



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles
de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa,
Ancash.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTORES:

Chinche Colorado Kevin Edinson (ORCID: 0000-0002-4963-2004)

Méndez Ascate Yanixa Pamela (ORCID: 0000-0002-5134-1812)

ASESOR:

Ing. Cerna Rondón Luis Aníbal (ORCID: 0000-0001-7643-7848)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO - PERÚ

2020

DEDICATORIA

A la memoria de mi mamita Santos Pérez por ser el pilar más importante desde que nací, aunque nos faltaron muchas cosas por vivir juntas, sé que este momento hubiera sido tan especial para ti como lo es para mí. A mi mamá por sus consejos y palabras de aliento que me han ayudado a crecer como persona y a luchar por lo que quiero, también agradezco a Tana mi fiel compañera, Pedro y Pol por su paciencia y amor.

Yanixa Pamela Méndez Ascate

A mis padres Ruth y Richard por su apoyo incondicional en esta etapa de mi vida; a mis abuelos María y José por todas sus enseñanzas y apoyo constante para lograr el objetivo de culminar mis estudios universitarios, a mis hermanos y a todas las personas que de alguna u otra manera siempre me alentaron a seguir adelante en mis estudios.

Kevin Edinson Chinche Colorado

AGRADECIMIENTO

A Dios, por guiarnos y acompañarnos en cada paso de nuestra vida dándonos la fuerza para continuar y alcanzar nuestros objetivos.

A nuestros padres por brindarnos su apoyo incondicional y por ser los principales promotores de nuestros sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en nosotros, por siempre desear y anhelar lo mejor para nuestras vidas.

De manera muy especial a los Ing. Marlon Farfán Córdova y Ing. Luis Cerna Rondón por brindarnos sus conocimientos, tiempo, comprensión y sobre todo paciencia en la elaboración de este proyecto de investigación.

A nuestra Escuela Profesional de Ingeniería Civil y a los docentes que nos brindaron su conocimiento a lo largo de toda la carrera profesional, para una buena formación tanto en lo profesional como personal.

Los autores

Índice de contenidos

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	12
3.1. Tipo y diseño de investigación	12
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	13
3.5. Procedimientos	13
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	131
VI. CONCLUSIONES	134
VII. RECOMENDACIONES	136
REFERENCIAS	137
ANEXOS	141

Índice de tablas

Tabla N°1: Coordenadas UTM	17
Tabla N°2: Lista de Coordenadas UTM de todos los puntos tomados para el levantamiento topográfico.	17
Tabla N°3: Características de las calicatas.....	19
Tabla N°4: Ensayo de Auscultación con Penetrómetro Dinámico Ligero	20
Tabla N°5: Cálculo de áreas de ambientes	21
Tabla N°6: Valor para cada tipo de columna	27
Tabla N°7: Metrado de cargas para la columna CL-1	52
Tabla N°8: Metrado de cargas columna CT-1	55
Tabla N°9: Metrado de cargas para columna CT-2	57
Tabla N°10: Metrado de cargas para columna CR-1.....	59
Tabla N°11: Factores de Zona	63
Tabla N°12: Factores de Suelo “S”	64
Tabla N°13: Periodos T_P y T_L	64
Tabla N°14: Factores de Uso	66
Tabla N°15: sistemas estructurales y su coeficiente de reducción	66
Tabla N°16: Pesos de la Edificación	69
Tabla N°17: fuerza cortante en cada dirección de análisis.....	69
Tabla N°18: Valores de S_a	73
Tabla N°19: Casos de Carga.....	75
Tabla N°20: Cortante basal de la estructura	75
Tabla N°21: Cortante Estática y Dinámica	76
Tabla N°22: Modos de vibración	76
Tabla N°23: Derivas de piso en la Dirección X.....	77
Tabla N°24: Derivas de piso en la Dirección Y.....	78
Tabla N°25: Espesores mínimos.....	82
Tabla N°26: Diseño por flexión de la losa aligerada.....	83
Tabla N°27: Diseño de la viga V102 30x70 del eje B-B.....	88
Tabla N°28: Fuerzas actuantes en la columna CL-1	92
Tabla N°29: Fuerzas del diagrama de interacción en X.....	93
Tabla N°30: Fuerzas del diagrama de interacción en Y.....	94
Tabla N°31: Cuadro de ventanas.....	117

Tabla N°32: Cuadro de puertas	117
Tabla N°33: Cuadro de mobiliario.....	118
Tabla N°34: Cuadro de muros e=0.25	119
Tabla N°35: Cuadro de muros e=0.15	120
Tabla N°36: Cuadro de muros parapeto e=0.15	121
Tabla N°37: Cuadro de acabados de piso	122
Tabla N°38: Cuadro de metrados de concreto-zapatas.....	123
Tabla N°39: Cuadro de metrados de acero-zapatas	124
Tabla N°40: Cuadro de metrados de concreto-vigas de cimentación	125
Tabla N°41: Cuadro de metrados de concreto en columnas	126
Tabla N°42: Cuadro de metrados de acero en columnas.....	127

Índice de gráficos y figuras

Figura N°1: Planta de Arquitectura primer nivel	22
Figura N°2: Planta de Arquitectura segundo nivel.....	22
Figura N°3: Distribución de cargas últimas	34
Figura N°4: Distribución de cargas últimas	35
Figura N°5: Zona de influencia de la viga	36
Figura N°6: Distribución de cargas últimas	38
Figura N°7: Distribución de cargas últimas	38
Figura N°8: Distribución de cargas últimas	40
Figura N°9: Zona de influencia para la viga	41
Figura N°10: Distribución de cargas últimas de los ejes C-C y E-E.	43
Figura N°11: Zona de influencia para la viga V101-25x50	43
Figura N°12: Distribución de cargas últimas en la viga V101-25x50 de los ejes 1-1	45
Figura N°13: Zona de influencia para la viga V101-25x50.	46
Figura N°14: Distribución de cargas ultimas en la viga V101-25x50 de los ejes 3-3.....	47
Figura N°15: Zona de influencia para la viga V104-25x40	48
Figura N°16: Distribución de cargas ultimas en la viga V104-25x50	49
Figura N°17: Metrado de cargas de las columnas	51
Figura N°18: Área tributaria	51
Figura N°19: Área tributaria de la columna CT-1	54
Figura N°20: Área tributaria de la columna CT-2	57
Figura N°21: Área tributaria de la columna CR-1	59
Figura N°22: Modelo base de la estructura.....	61
Figura N°23: Mapa de Zonificación Sísmica	63
Figura N°24. Planta de arquitectura.....	68
Figura N°25: Modelo Arquitectónico	71
Figura N°26: Modelo Estructural	71
Figura N°27: Modelo Estructural en Etabs	71
Figura N°28: Patrones de carga	72
Figura N°29: Espectro de pseudo-aceleraciones en X e Y	74
Figura N°30: Modos de Vibración	77
Figura N°31: Losa Aligerada h=20 cm	80
Figura N°32: Cuantía de refuerzo por contracción y temperatura en losas. ...	81

Figura N°33: Criterios para uniformizar el corte del refuerzo	82
Figura N°34: Acero en la losa aligerada	85
Figura N°35: Áreas de acero en la estructura	86
Figura N°36: Áreas de acero de la viga	87
Figura N°37: Diagrama de momentos en Viga.....	87
Figura N°38: Viga V2-30x70	89
Figura N°39: Diagrama de fuerza cortante.....	89
Figura N°40: Columnas CL-1	91
Figura N°41: Diagrama de interacción columna CL-1 en X.....	93
Figura N°42: Diagrama de interacción columna CL-1 en Y	94
Figura N°43: Parámetros de diseño de columna	95
Figura N°44: Columna CL-1	95
Figura N°45: Diseño de zapatas aisladas	96
Figura N°46: Acero en cm ² en la parte superior e inferior	97
Figura N°47: Acero en cm ² /m en la parte inferior.....	98
Figura N°48: Diseño de VC-01	101
Figura N°49: Información del proyecto.....	104
Figura N°50: Creación de niveles	104
Figura N°51: Creación de ejes.....	105
Figura N°52: Configuración del modelo central.....	105
Figura N°53: Modelado de elementos en 2D	106
Figura N°54: Modelado de elementos en 3D	106
Figura N°55: Creación de subproyectos	107
Figura N°56: Creación de las vigas estructurales	107
Figura N°57: Modelado de losa aligerada	108
Figura N°58: Modelo arquitectónico final	108
Figura N°59: Modelo estructural vinculado al modelo central	109
Figura N°60: Supervisión del proyecto estructural	109
Figura N°61: Configuración de recubrimiento	110
Figura N°62: Acero de refuerzo en zapatas	111
Figura N°63: Acero de refuerzo en vigas de cimentación VC 1-25x50.....	111
Figura N°64: Acero de refuerzo en columnas estructurales	112
Figura N°65: Acero de refuerzo en viga V 02-30x70.....	113
Figura N°66: Acero de refuerzo en losa aligerada	114

Figura N°67: Acero de refuerzo en la escalera 115

RESUMEN

El presente proyecto de investigación como objetivo general se plantea diseñar estructuralmente mediante la metodología BIM un pabellón de 3 niveles de la Institución Educativa N°89541, Distrito de Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash. En la fase inicial se desarrollaron los trabajos de campo: el estudio topográfico, el cual se efectuó con estación total en un terreno de 291.55 m² de área, obteniendo una pendiente de 3%, observando así que el terreno es plano; luego se realizó el estudio de mecánica de suelos (EMS), donde se estableció que el suelo en estudio es un suelo tipo S1 con una capacidad portante de 1.414 kg/cm² y una profundidad de desplante (Df) de -1.50 m. En la segunda parte, la metodología de investigación se basó en seguir un proceso, el cual inicia con el planteamiento arquitectónico, para luego definir y modelar la arquitectura final del pabellón en estudio, usando el software REVIT, seguidamente se realizó el pre dimensionamiento de los diferentes elementos estructurales como son las columnas, vigas, losas y escalera, para luego realizar el análisis y diseño sísmico estructural usando el software ETABS, posteriormente se estableció la colaboración mediante vínculos entre el proyecto arquitectónico y el estructural haciendo uso del software REVIT, integrando de esta manera la información de ambas especialidades, para obtener la representación visual y gráfica del modelo 3D, además del reporte de planos, metrados, programación y control de avance de obra.

Palabras claves: Diseño, Metodología, BIM, arquitectura, estructura.

ABSTRACT

The present research project as a general objective aims to structurally design, using the BIM methodology, a 3-level pavilion of the Educational Institution No. 89541, District of Nuevo Chimbote, Province of Santa, Ancash. In the initial phase the field work was carried out: the topographic study, which was carried out with a total station on a 291.55 m² area, obtaining a 3% slope, thus observing that the terrain is flat; The soil mechanics study (EMS) was then carried out, where it was established that the soil under study is an S1 type soil with a bearing capacity of 1,414 kg / cm² and a displacement depth (Df) of -1.50 m. In the second part, the research methodology was based on following a process, which begins with the architectural approach, and then defined and modeled the final architecture of the pavilion under study, using the REVIT software, followed by the pre-dimensioning of the different structural elements such as the columns, beams, slabs and stairs, to then carry out the structural seismic analysis and design using the ETABS software, later the collaboration was established through links between the architectural and structural project using the REVIT software, integrating this way the information of both specialties, to obtain the visual and graphic representation of the 3D model, in addition to the report of plans, metering, programming and control of progress of work.

Keywords: Design, Methodology, BIM, architecture, structure.

I. INTRODUCCIÓN

La educación es parte fundamental del crecimiento social, económico y cultural de un país, y es cimiento de su potencial humano; actualmente, este potencial se ve afectado en el Perú, por los índices de pobreza que afecta a gran parte de la población. Adicionalmente a ello, se añade el problema de la precariedad y falta de Infraestructura Educativa de calidad en todo el Perú; este es un problema que afecta al país desde hace varios años, perjudicando de manera directa a docentes y alumnos durante el proceso de enseñanza - aprendizaje.

Toda Infraestructura destinada para la Educación necesita tener ambientes y espacios que faciliten la enseñanza y el aprendizaje, es por ello, que la infraestructura educativa desempeña una función muy importante en el desarrollo de este proceso. Toda infraestructura escolar debe estar compuesta por todos los elementos que conforman el ambiente físico donde se desarrollan procesos de enseñanza-aprendizaje, tales como ambientes de trabajos adecuados, servicios, mobiliario; tal que garantice el correcto desempeño de docentes y estudiantes.

En la actualidad la infraestructura de la Institución Educativa N°89541 del Distrito de Nuevo Chimbote, presenta deterioro y daños severos, como consecuencia del fenómeno El Niño del Año 2017, además, todos los ambientes de esta Institución Educativa son de material prefabricado y autoconstruido, ya que presenta aulas montadas con paneles de triplay y puntales de madera, asimismo, la cubierta es de planchas de Eternit con vigas de madera, toda esta infraestructura representa un peligro para los alumnos y docentes que laboran en esta Institución.

Esta Institución Educativa no cuenta con ambientes administrativos, los servicios higiénicos fueron autoconstruidos y están en mal estado, pudiendo causar accidentes y enfermedades a docentes y alumnos, además, presenta aulas que fueron donadas por el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED), las cuales fueron instaladas de manera provisional para dar continuidad al año

escolar del 2017, pero, actualmente siguen funcionando como ambientes de enseñanza, estando estos en mal estado, perjudicando a docentes y alumnos.

El análisis y diseño estructural de la Infraestructura Educativa se rige completamente por los requisitos comprendidos en las normas técnicas estructurales descritas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), específicamente en la Norma E.030 diseño sismorresistente (E.030, 2018). Los centros educativos están considerados por esta norma dentro del grupo de Edificaciones Esenciales (Categoría A2) por lo que el diseño estructural debe permitir su operatividad después de que ocurra un sismo severo para que sirvan como locales de refugio después de un evento sísmico. Los locales educativos, deberán de diseñarse empleando los sistemas estructurales indicados en la Norma E.030 en función a la zonificación sísmica en que se ubiquen.

La deficiencia de infraestructura en el Perú, es un problema que retrasa el crecimiento social y económico del país, adicionalmente, se añade algunos casos de corrupción de funcionarios y entidades competentes para la formulación y ejecución de una obra de infraestructura, es por ello, que se hace necesario la búsqueda de nuevas alternativas para la formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de un proyecto de infraestructura de cualquier especialidad.

Una de las alternativas para mejorar la eficiencia, transparencia y calidad de un proyecto de infraestructura, sería la aplicación de la metodología BIM para la formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de un proyecto, ya que esta metodología permite concentrar toda la información de un proyecto en un modelo de información digital creado por los distintos profesionales involucrados en las diferentes fases del proyecto, permitiendo así, una gestión integrada del mismo.

Building Information Modeling (BIM) es un conjunto de técnicas, metodologías y tecnologías que permiten formular, diseñar, construir y operar un proyecto de infraestructura a partir de un modelo digital creado por los distintos agentes involucrados en el proyecto, integrando y compartiendo información en tiempo real. Con la aplicación de la metodología BIM los profesionales de la construcción no solo podrán diseñar planos en 3D, sino también calcular la cantidad de materiales

y el estado de avance de cada proyecto. De esta manera, se puede transparentar la administración de los recursos y tiempos de ejecución.

En el Perú la aplicación de la metodología BIM se utilizó con gran éxito en la construcción de la Infraestructura de los Juegos Panamericanos Lima 2019, ya que permitió tener un mejor control en el diseño, planificación y construcción del proyecto, cumpliendo con los costos y tiempos de ejecución establecidos, reduciendo al máximo los errores y sobreestimación de costos; es por ello, que el gobierno del Perú ha establecido la aplicación del Plan BIM Perú, el cual establece la estrategia para el uso progresivo de BIM en los proyectos de inversión pública.

Con la aplicación de la normativa BIM en los proyectos de infraestructura, se hace necesario que los profesionales de ingeniería civil se adecuen a este nuevo sistema de trabajo, es por ello, que se plantea la siguiente pregunta ¿El diseño estructural de un pabellón de 3 niveles con metodología BIM de la I. E N°89541 cumplirá con los requisitos y exigencias de las normas técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE)?

Esta investigación se realizó con el propósito de aportar una alternativa para el diseño estructural de un pabellón de 3 niveles de la I.E N°89541 con la aplicación de la metodología BIM; además, esta investigación se efectuó porque existe la necesidad de que los profesionales de Ingeniería Civil se adecuen a la metodología BIM para la elaboración de proyectos de infraestructura. En la parte metodológica este proyecto se justifica porque con la aplicación de la metodología BIM no solo se realizará el análisis y diseño estructural bajo las normas establecidas, sino que, además, permitirá tener una visualización del modelo estructural en 3D, automatizando con esto, la creación de planos estructurales y la cuantificación de los materiales, reduciendo así, el tiempo que demanda la elaboración de un proyecto estructural.

El objetivo general de esta investigación es realizar el diseño estructural con metodología BIM de un pabellón de 3 niveles de la IE N°89541, del distrito de nuevo Chimbote, para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos: Realizar el levantamiento topográfico del área en estudio, realizar el estudio de mecánica de

suelos, elaborar el modelo arquitectónico y estructural bajo la metodología BIM de un pabellón de la IE N°89541, realizar el diseño sísmico con metodología BIM, realizar el análisis y diseño estructural con metodología BIM, realizar el modelado de acero de refuerzo, generar los metrados de obra del pabellón de la IE N°89541.

II. MARCO TEÓRICO

Un proyecto de Infraestructura Educativa debe cumplir con los requisitos de diseño arquitectónico y estructural para garantizar el correcto desempeño durante su funcionamiento, es por ello, que se hace necesario la aplicación de criterios técnicos adecuados para el diseño de locales educativos de (EBR) según la Ley General de Educación N°28044, las cuales fueron publicadas por la Oficina de Infraestructura Educativa (OINFE) del Ministerio de Educación, estas normas brindan los parámetros necesarios de espacio, confort, seguridad, instalaciones (sanitarias, eléctricas), sistemas constructivos y diseño estructural (GDE, 2015).

Según el Reglamento Nacional de Edificaciones, en la Norma Técnica A.040-“Educación” publicada el año 2019, regula las condiciones de diseño para la infraestructura educativa, orientando a mejorar la calidad del servicio educativo, generando condiciones de habilidad y seguridad, en relación con lo establecido en la Ley N°28044, en donde regula las actividades, los objetivos y políticas nacionales. Para lograr ejecutar una infraestructura adecuada de acuerdo a los lineamientos establecidos por el MINEDU se debe considerar las Normas de Ingeniería en el cual comprende las exigencias para el diseño de una estructura teniendo en cuenta los elementos de concreto, acero o albañilería que conforman el sistema estructural de una edificación, sus partes deberán ser capaces de resistir las cargas según la Norma E.020, y complementarlo con la E.030 Diseño sísmico resistente, además para el caso de cimentaciones se trabaja con E.050 para la ejecución del estudio de mecánica de suelos, la E.060 Concreto Armado y el ACI 318-14 Concreto Estructural.

Por otra parte, poner en funcionamiento la metodología BIM en compañías dedicadas a la construcción aumenta significativamente la productividad y rendimiento del proyecto, reduciendo la presencia de documentos a granel y evitando el intercambio de información entre los actores interesados; que esto conduce al surgimiento de malentendidos y a menudo se requiere de verificaciones y aclaraciones frecuentes. Según Grooty (2012) el estándar deficiente de

información es el primer problema del bajo rendimiento en la industria de la construcción.

Sin embargo, la metodología BIM, también conocido como modelado ND o modelo virtual crea una plataforma de colaboración donde se puede procesar, producir y analizar los proyectos en todo el ciclo de la construcción. BIM para Oraee et al (2017) lo define como una metodología con componentes tecnológicos de gestión que promete la reducción de la complejidad y dificultad en la gestión de los proyectos.

En el Perú, durante el año 2019, se aprobaron criterios de adopción gradual de BIM en proyectos de inversión pública con el D.S. N°289-2019-EF en donde se establece pautas para iniciar la incorporación gradual de un modelo nuevo de información digital durante todo el ciclo de vida de la construcción de un proyecto público; posteriormente aprobaron reglamento precisando el uso de la metodología colaborativa para la construcción (BIM) en obras de Inversión Pública con el D.U. N°021-2020, con la fin de ofrecer un proceso de construcción más sostenible, minimizando los errores, tiempo y costos, además de proporcionar edificaciones menos dañinas para el medio ambiente y ser más transparente el uso de los recursos. El MEF estima que para el año 2030 su utilización ya será en modo general en todo proyecto de infraestructura pública (Ministerio de Vivienda, 2019).

Para conocer un poco más sobre la aplicación de la metodología BIM se revisaron distintas investigaciones tanto dentro como fuera del país, relacionadas con las variables de estudio, y son presentadas a continuación.

En cuanto a los estudios realizados a nivel internacional tenemos a Gonzales (2015) en su trabajo de investigación "Building Information Modeling Metodología, aplicaciones y ventajas", tuvo como propósito realizar un estudio minucioso de las características, fin y ventajas del uso de la metodología BIM, llegando a la conclusión que BIM es una filosofía y lo divide en 2 áreas, Little BIM que engloba al uso único de los softwares, y Big BIM que vendría a hacer las pautas. Así mismo

realzar que el principal problema de poder aplicar esta nueva tecnología es la falta de conocimiento por parte de los profesionales involucrados. Al ser los proyectos de construcción cada vez más complejos, esta metodología permite la generación de modelos digitales contribuyendo a minimizar los errores y detección temprana de incompatibilidades, uniendo todo el proyecto y permitiendo trabajar de manera integrada con todos los participantes desde sus inicios hasta su fin último.

Valdés (2014) a través de proyecto “Estudio de viabilidad del uso de la tecnología BIM en un proyecto habitacional en altura” tuvo por finalidad evaluar los procedimientos de gestión y aminorar los riesgos implicados en el avance de un proyecto inmobiliario en altura, el autor llegó a la conclusión que al hacer uso del nuevo método de trabajo “BIM” en los procesos para gestionar un proyecto inmobiliario habitacional en altura beneficia hasta un 13% el aumento de la utilidad del proyecto, al hacer una comparación con uno que no ha utilizado BIM en su proceso de gestión, presentándose esta perspectiva la implementación se encuentra en una etapa de régimen, y al considerar una reducción del 40% de los imprevistos asociados a descoordinaciones que se presenta en el diseño.

Murguia, Tapia y Collantes (2017) en un estudio que realizaron sobre la adopción de BIM en proyectos de edificación en Lima y Callao, revelaron que el 24.5% de edificaciones si implementaron Bim y el otro tanto no; también ese estudio reveló que el 70 y 90% de profesionales considera que es bueno trabajar con Bim porque consideran que reduce costos, plazos, retrabajos y soluciona problemas de información. Finalmente, el 70% usa Bim para visualización de modelos 3D, y el 60% lo usa para compatibilización de estructuras e instalaciones, pero el uso de simulación 4D en prefabricación, control de avance de obra y calidad es muy bajo.

En el ámbito nacional tenemos a Oblitas (2018) en su investigación “Implementación del BIM en el diseño de la infraestructura de la Institución Educativa N°1283, Elías Soplín Vargas - Rioja – San Martín, 2018”, concluye que después de realizar el modelado de todas las especialidades del proyecto los softwares le proporcionaron tablas de planificación que al poder ordenarlas le brindaron cuantificaciones exactas de los recursos obligatorios para construir y

luego estos pueden ser cubiertos como partidas para los presupuestos, información al cliente, como es el caso de obras públicas que piden planillas pormenorizadas de metrificaciones. Por último, refiere que el uso de BIM permite un trabajo ordenado, exhausto, fiable, ya que desde el inicio se cuenta con toda la información, permitiendo así la transparencia y la interoperabilidad.

Según Poclín (2014) en su tesis “Evaluación del diseño del Hospital 11-2 de Jaén con el uso de tecnología BIM” concluyó que al verificar los planos arquitectura e ingeniería del hospital haciendo uso de modelos BIM con el programa Revit 2014, se encontró con errores muy frecuentes tanto en los planos de estructuras en el área de columnas y vigas con dimensiones inexactas y erróneas, también en arquitectura con el norte invertido en los planos de zonificación, además en el montaje de instalaciones de bandejas eléctricas, tuberías de ACI, ductos y tuberías de HVA.

Espinoza (2018) en su tesis “Implementación de la tecnología Bim para mejorar la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto – Lima 2018”, determinó que con la tecnología BIM aumentó la productividad del metrado y rendimiento de la habilitación e instalación de acero para las construcciones de concreto en un 89% de las obras. Por otro lado las mermas son un gran inconveniente para las obras de lima, según un estudio que realizó la empresa Aceros Arequipa estas mermas en las obras son del 10% lo que significa el elevado costo al realizar las cotizaciones siendo esto un problema en el nivel competitivo de una empresa, pero usando la tecnología BIM se puede ahorrar entre un 4% a 6% sobre el costo de acero habilitado e instalado; y por último resalta que la implementación de la tecnología BIM redujo la cantidad de mermas en la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto en un 89%.

Rojas (2017) en su tesis “Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK”, demostró que en la etapa de diseño al usar la metodología de trabajo BIM se obtuvo un mejor beneficio ante los

métodos tradicionales como es el caso de CAD, S10 O Excel. En general se requiere menos hh/ m² respecto a métodos tradicionales, el modelo 3D BIM genera los metrados de manera automática y dinámica, cuando se modela un elemento no solo se representa la geometría en 3D, sino que se crea un elemento con información paramétrica es decir se le añade las propiedades de materialidad, cantidad, propiedades partículas, costo u algún tipo de característica. Por ejemplo, si se modela una columna aparte de obtenerse las propiedades geométricas como son área de la sección, volúmenes, además se puede extraer características como tipo de concreto usado $f'c=210\text{kg/cm}^2$, diámetros del detallado de acero, tipo de estribo y sus dimensiones.

Según Yahya et al. (2020) en su investigación "Los beneficios de BIM y su influencia en la implementación de BIM en Malasia", nos dicen que los actores de la construcción no conocen los beneficios potenciales de la tecnología. El conocimiento de los beneficios de BIM y su implementación podría aumentar significativamente la productividad y el rendimiento del proyecto. Además, recomiendan a las organizaciones de PYME que reconozcan sus puntos fuertes para iniciar la ejecución de BIM e inciten a los profesionales a desarrollarse en esta nueva tecnología de prototipo virtual.

En cuanto al diseño estructural, Ruiz y Vega (2014) realizaron una investigación de título "Diseño estructural de la escuela Manuel Gonzales Prada - Nivel Primaria, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco-La Libertad", cuyo objeto principal fue elaborar el diseño estructural de una edificación para fines educativos, usaron programas de Etabs y Risa 3D (softwares que realizan una representación computarizada de una edificación real), además analizaron los bloques, diseño de las vigas, losas aligeradas, columnas, placas, escalera y cimentaciones, haciendo uso del ETABS. Los autores recomendaron que se considere en el diseño de estructuras el correcto uso del amortiguamiento en consideración al sistema estructural, influyendo esto directo con en el análisis sísmico de las estructuras; puesto que si presenta menor amortiguamiento se apreciara mayores desplazamientos siendo esto más significativo cuando se calcula el espectro de diseños de aceleraciones. Además, realizar un estudio semejante para conocer si

es más económico la ampliación de secciones de columnas o el aumento de la resistencia a compresión del concreto ($f'c$) al efectuar el cambio de amortiguamiento del 5% al 2%.

Por su parte Chang (2015) en su tesis “Diseño estructural de un edificio de aulas de concreto armado de cuatro pisos en el distrito de San Miguel” tuvo como objeto realizar el análisis y diseño de una estructura de 4 pisos, el edificio estuvo estructurado en base a placas, los techos con losas aligeradas de 20 cm de espesor, la cimentación con zapatas aisladas. Para realizar el análisis sísmico usó el modelo tridimensional con el programa C&S ETABS que conforma elementos lineales tipo frame y elementos tipo Shell, tanto en el caso del análisis y diseño lo realizó con los requerimientos del Reglamento Nacional de Edificaciones. Por último, Chang llegó a la conclusión que la distribución irregular de rigidez en planta ocasiona problemas de torsión críticos y los momentos sísmicos significativos, la magnitud originados en las placas causan excentricidades enormes en sus cimentaciones. Para ello se tiene que disminuir tales excentricidades y aumentar las áreas de zapatas y de sus pesos.

Saavedra (2019) en su investigación “Evaluación del diseño estructural del centro educativo nivel primaria en el Caserío de Chagavara, Santiago de Chuco en el 2018”, se planteó como objeto principal realizar el diseño y análisis del centro educativo, teniendo como base la arquitectura ya realizada. Dicho proyecto se desarrolló en un área de 245.25 m² y estuvo destinado a aulas para el nivel primaria. Para su análisis estructural realizó el estudio de suelos, también realizó un modelo estructural haciendo uso del software Etabs 2016 y el software Safe 2016; donde el modelo del edificio estuvo conformado por placas (muros de corte), columnas y vigas, para los techos se usaron losas aligeradas armadas en una dirección y por último la cimentación está conformada por zapatas aisladas con vigas de conexión. Finalmente recomendó no usar solamente un sistema aporticado, porque no es económico, por el contrario, incluir muros de corte, portante de albañilería confinada, para lograr mayor rigidez lateral y poder cumplir con las derivas de la Norma E 030.

Adicional a los antecedentes mencionaremos algunos enfoques conceptuales en donde se enmarca esta investigación y son presentados a continuación:

Hibbeler (2012) nos dice que una estructura en forma genérica se refiere a un sistema de partes conectadas que se usa para soportar una carga como en el caso de edificios, puentes, torres; así mismo al diseñar una estructura se debe considerar la seguridad, el fácil mantenimiento y estética.

Por otro lado, en lo que respecta a metodología BIM Aliaga (2012) sostiene que es una representación de documentos gráficos y escritos, con características físicas y funcionales, desarrolladas para proyectos integrales, por organizaciones maduras y con un significativo sistema de información apoyado por sistemas informáticos. Tiene como intención preparar proyectos en un medio virtual, como forma de realzar la calidad de la preparación, para garantizar ejecuciones efectivas y sostenibles en el proceso de una inversión. Es un recurso de conocimiento compartido, en un sistema de información único, como representante del modelo de la construcción.

Finalmente, cuando hablamos de hacer uso de una metodología llamada BIM para efectuar un trabajo de ingeniería civil, nos viene a la cabeza que es algún software, pero no, la metodología BIM no es un software; no obstante, requiere de un conjunto de programas para poder implementarse: para ello existen una gran cantidad de software que se diferencian por el modo de trabajo, calidad y sobre todo cada una está enfocada en la especialidad en donde quiere ser aplicada. Según los expertos Revit, ArchiCAD, Softplan, CYPECAD, AECOsim, Allplan son algunos de los programas que existen en el mercado y son los más usados en los proyectos.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo

según enfoque

El enfoque de la presente investigación es cuantitativa porque se desarrollará estrictamente a base de datos obtenidos en campo, que posteriormente serán estudiadas y procesadas para realizar el diseño estructural de la Institución Educativa.

según nivel

La investigación es descriptiva porque busca recoger información de manera independiente.

según finalidad

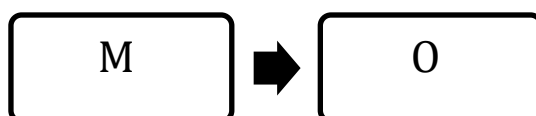
Es básica porque pretende generar una información que sea confiable para el diseño estructural de la institución educativa aplicando una nueva metodología para su posterior aplicación en otras obras.

según temporalidad

La investigación es transversal porque se obtendrá datos una única vez en el año 2020, para lograr efectuar el diseño.

3.1.2. Diseño de la Investigación

El diseño de investigación es no experimental, descriptivo simple (Hernández, Fernández y Baptista, 2014), cuyo esquema es el siguiente:



Dónde:

M: Representa a la ubicación de la Institución Educativa N°89541.

O: Representa a los datos obtenidos en campo para posteriormente realizar el diseño estructural.

3.2. Variables y operacionalización

3.2.1. Variables

La variable estudiada en la presente investigación es la siguiente: Diseño estructural de la Institución Educativa, siendo una variable analítica. (Anexo 1)

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

3.3.1. Población

La población de estudio de nuestro proyecto de investigación es el terreno que pertenece a la I.E. N°89541 con un área de 4165 m² y un perímetro de 312.62 m ubicado en el AA. HH Los Constructores, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Departamento de Ancash.

3.3.2. Muestra

La muestra en estudio consta de un área de 291.55 m² y un perímetro de 79.94 m del total de la institución educativa.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.4.1. Técnicas

Se utilizó la técnica de la observación para obtener los datos, tanto del suelo como de la topografía del terreno para poder llevar a cabo la presente investigación.

3.4.2. Instrumentos

Como instrumentos utilizamos las fichas de observación en donde se plasmó los datos recogidos del análisis de suelo del área de estudio, obteniendo con ello la información requerida para realizar el diseño y análisis del pabellón de la Institución Educativa.

3.5. Procedimientos

Para la realización de este proyecto de investigación, primero se hizo una visita de campo para conocer la ubicación de la Institución Educativa y coordinar

posteriores visitas con la directora de la Institución, después de ello, se hizo el levantamiento topográfico con el fin de obtener el área total, el perímetro, altitudes del terreno, además se detalló las estructuras existentes de la institución educativa N°89541. Posteriormente, se realizó el estudio de mecánica de suelos, las muestras fueron extraídas mediante calicatas y luego fueron llevadas al laboratorio con el objetivo de conocer el perfil estratigráfico y los parámetros necesarios para efectuar el diseño de la cimentación, que proporcionen la capacidad portante admisible, el tipo y profundidad de cimentación, la agresividad del suelo, así como las recomendaciones necesarias.

Para conocer las altitudes y perfiles del terreno se procedió a llevar toda la información obtenida del levantamiento topográfico al software Civil 3D el cual permitió conocer el tipo de terreno y el área total del mismo, seguidamente se tomó en cuenta la actual ubicación de los diferentes ambientes de la Institución Educativa, para proceder a realizar la ubicación del pabellón propuesto por esta investigación.

Teniendo en cuenta la Norma Técnica “Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria” se procedió a realizar el planteamiento arquitectónico del pabellón en estudio con el software AutoCAD el cual se usó como una guía para luego realizar el modelado del pabellón con el software Revit Architecture, en este software se hizo el modelado del pabellón de 3 niveles considerando 03 aulas por nivel, el cual está destinado para 30 alumnos por aula, teniendo en cuenta el índice Ocupacional de 2.00 m² por alumno que la norma establece.

Después de realizar el planteamiento arquitectónico se procedió a estructurar la edificación teniendo en cuenta los criterios establecidos por Blanco (2012) seguidamente se realizó el predimensionamiento de los elementos estructurales considerando el planteamiento arquitectónico. Una vez establecido las dimensiones de los diferentes elementos estructurales se procedió a modelar estos elementos en el modelo base creado a partir de la arquitectura, una vez establecido el modelo estructural se creó un nuevo subproyecto llamado

estructura en el Software Revit, luego se procedió a incluir en el modelo estructural las mallas, restricciones, cargas y combinaciones de cargas para exportar el modelo a los Softwares Etabs y Safe con el objetivo realizar el análisis sísmico estructural.

Para el análisis sísmico estructural, se tuvo en cuenta la Norma E.030 Diseño Sismorresistente, la cual establece las condiciones mínimas para que las edificaciones tengan un buen comportamiento ante acciones sísmicas, esta Norma indica los parámetros a considerar para realizar este análisis, como la zonificación, condiciones geotécnicas, factor de amplificación sísmica, categoría de la edificación y factor de uso, los sistemas estructurales, así como, la determinación de los desplazamiento laterales máximos permitidos por esta Norma.

Luego de la comprobación de que la estructura planteada no excedió las derivas máximas permitidas por la Norma E.030, se procedió a realizar el diseño de acero de refuerzo de la estructura con el software Etabs, posteriormente se hizo una comprobación del diseño mediante la Norma E.060, estableciendo que el diseño de acero de refuerzo establecido por el Software es adecuado, seguidamente se establecieron los parámetros para la colocación del acero de refuerzo de la estructura con el fin de exportar el modelo al software Revit Structure.

Por último, en el modelo estructural se incorporó el acero de refuerzo diseñado para la estructura con el software Revit Structure, seguidamente se puede visualizar el acero de refuerzo de cada elemento estructural, así como, sus diferentes diámetros de acero, luego se establecieron los parámetros para obtener la cuantificación de toda la edificación, tanto en la especialidad de arquitectura como en la de estructura.

3.6. Método de análisis de datos

Los datos que han sido obtenidos a través de las fichas de observación, son procesadas y presentadas en cuadros, gráficos y planos, haciendo uso de

softwares especializados. Tal es el caso del levantamiento topográfico se usó el programa Civil 3D, para la arquitectura usamos el software AutoCAD en una primera instancia y luego el Revit Architecture. Así mismo para el análisis estructural el Revit Structure, ETABS y SAFE; por último, el Excel se usó para procesar los datos del EMS obtenidos del laboratorio y para comprobar el cumplimiento del acero de refuerzo diseñado por el software Etabs de acuerdo a la Norma E.060 del RNE.

3.7. Aspectos éticos

Los datos y los resultados que obtuvimos en nuestra investigación se encuentran bajo el cumplimiento de normas técnicas y protocolos de la Universidad César Vallejo, siendo un trabajo con transparencia, con datos veraces y confiables.

IV. RESULTADOS

4.1. Levantamiento Topográfico

4.1.1. Trabajo de campo

La realización del levantamiento topográfico se hizo con el propósito de conocer las características que presenta el terreno de la Institución Educativa N°89541 como el área, perímetro, relieve y pendientes; además de conocer el estado y ubicación de los ambientes con los que cuenta la Institución.

El trabajo de campo fue realizado con instrumentos de precisión como Estación Total y G.P.S.

4.1.2. Trabajos de gabinete

Luego de haber realizado la recolección de datos en el campo se prosiguió a exportar los puntos obtenidos con la estación total al software Civil 3D para determinar los parámetros topográficos y obtener el modelo digital del terreno a través de las curvas de nivel, que nos servirá para obtener los planos que requiere la investigación. El área total de la Institución es de 4430.08 m² y un perímetro de 312.62 ml, los datos de las coordenadas y puntos tomados en el levantamiento topográfico se muestran a continuación. (ver las tablas N°1 y N°2)

Tabla N°1: Coordenadas UTM

Base	ESTE "X"	NORTE "Y"	COTA "Z"
A-1	773972.607	8989359.052	52.943m

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°2: Lista de Coordenadas UTM de todos los puntos tomados para el levantamiento topográfico.

Punto	ESTE "X"	NORTE "Y"	COTA "Z"	OBS.
1	8989359.05	773972.607	52.943	AUX1A
2	8989405.8	773906.839	53.574	AULA
3	8989397.99	773901.425	53.432	PISO
4	8989403.73	773906.806	53.402	PISO
5	8989403.77	773908.613	53.52	PISO

6	8989369.52	773947.676	52.111	AULA
7	8989369.31	773923.865	52.113	AULA
8	8989369.24	773920.099	52.115	AULA
9	8989371.31	773917.802	52.104	AULA
10	8989371.25	773901.85	52.012	AULA
11	8989364.48	773894.191	51.751	AULA
12	8989372.17	773894.071	52.012	AULA
13	8989372.18	773892.464	52.067	AULA
14	8989397.82	773888.339	52.717	INGRESO
15	8989394.76	773885.458	52.73	INGRESO
16	8989396.63	773892.37	52.73	MURO
17	8989396.99	773897.643	52.754	MURO
18	8989396.67	773915.437	52.179	RELL
19	8989399.58	773928.671	51.89	RELL
20	8989401.36	773928.696	52.292	RELL
21	8989394.87	773951.406	53.322	PERIMETRO
22	8989384.6	773961.988	53.307	PERIMETRO
23	8989363.56	773983.734	54.301	PERIMETRO
24	8989384.82	773907.342	52.943	AUX
25	8989361.23	773920.202	51.842	AULA
26	8989369.56	773947.638	52.078	AULA
27	8989352.19	773936.881	51.6	LOSA
28	8989361.58	773947.748	51.8	SS. HH
29	8989357.21	773947.612	51.749	SS. HH
30	8989359.48	773959.223	52.187	SS. HH
31	8989361.87	773973.538	52.793	SS. HH
32	8989363.36	773981.85	53.294	EST. METAL
33	8989351.92	773971.051	52.988	EST. METAL
34	8989350.46	773954.084	51.836	EST. METAL
35	8989352.02	773941.004	51.552	EST. METAL
36	8989359.84	773885.621	51.752	AUX
37	8989359.45	773974.36	53.039	AUX
38	8989317.93	773951.07	51.832	AUX
39	8989346.52	774001.244	53.385	PERIMETRO
40	8989363.14	773983.858	53.32	PERIMETRO
41	8989347.34	773968.157	52.92	PISO
42	8989340.39	773975.328	52.932	RELL
43	8989330.1	773984.94	52.996	RELL
44	8989309.51	773964.71	52.842	RELL
45	8989319	773955.905	52.916	RELL
46	8989327.16	773948.68	52.879	RELL
47	8989396.51	773911.489	55.378	NORT
48	8989342.29	773963.288	52.9098	3

Fuente: Elaboración propia

4.2. Estudio de mecánica de suelos

4.2.1. Calicatas o pozos de exploración

El estudio de suelos para el presente proyecto de investigación lo realizó el laboratorio Wildcats Perú Ingenieros SAC, con el fin de determinar las características del terreno de fundación, se llevaron a cabo estos estudios a través de la ejecución de pozos exploratorios o calicatas de 1.00m x 1.00m a cielo abierto. En el estudio se ha realizado 03 calicatas o pozos, distribuidos convenientemente en toda el área de intervención en estudio, alcanzando las profundidades que se muestran en el siguiente cuadro: (Anexo 2)

Tabla N°3: Características de las calicatas

Calicata	COORDENADAS UTM		Altitud m.s.n.m	Prof. (m)	Nivel Freático (m) a partir de	OBS.
	ESTE	NORTE				
C-1	776661.935	8989190.345	78.50	1.60	No se Ubico	Presencia de roca a partir de -1.60m
C-2	776669.770	8989216.907	79.40	3.00	No se Ubico	-----
C-3	776640.417	8989232.516	79.20	2.30	No se Ubico	Presencia de roca a partir de -2.30m

Fuente: Laboratorio Wildcats Perú Ingenieros SAC

4.2.2. Perfil estratigráfico

En base a los ensayos realizados en el laboratorio antes mencionado, se deduce lo siguiente:

Calicata C-1.- De 0.00m. a -1.60m., presenta una arena mal gradada, de color beige claro, de partículas medias a finas, de estado semicompacto, de baja humedad, de compresibilidad muy baja a baja, de características muy permeable a permeable a partir de los -1.60m de profundidad se ubicó lecho rocoso. No se ubicó el nivel freático hasta la profundidad en estudio.

4.2.3. Análisis de la cimentación

4.2.3.1. Profundidad y tipo de cimentación

De acuerdo a los trabajos de campo, ensayos de laboratorio, descripción de los perfiles estratigráficos y características del proyecto se ha considerado que la cimentación sea de zapatas aisladas conectadas mediante vigas de cimentación, a una profundidad de -1.50 m

De los resultados del ensayo de Auscultación con Penetrómetro Dinámico Ligero (DPL-DIN 4094) se obtuvo la capacidad portante del terreno. En la tabla N°4 se muestra las características de resistencia que presentó el suelo en estudio.

Tabla N°4: Ensayo de Auscultación con Penetrómetro Dinámico Ligero

Descripción	N° de pisos	Ensayo DPL	Calicata (punto más cercano)	Prof. De cimentación (m)	Q. adm (Kg/cm ²)	Otras características
Aulas, ambientes administrativos	3	DPL-1	C-1	1.50 m	1.418 kg/cm ²	-----

Fuente: Laboratorio Wildcats Perú Ingenieros SAC

4.3. Diseño Arquitectónico

La concepción arquitectónica del presente proyecto se basó en normas establecidas por las autoridades del ministerio de educación y el reglamento nacional de edificaciones, con el propósito de que la infraestructura proyectada cumpla con las condiciones de funcionalidad, habitabilidad y seguridad mejorando de esta manera la calidad del servicio educativo de la Institución Educativa N°89541.

4.3.1. Descripción Arquitectónica

Para el diseño arquitectónico del presente proyecto, se tuvo como referencia a la Norma Técnica de “Criterios de Diseño para Locales Educativos de Primaria y Secundaria”, el cual, indica que el número máximo de pisos para centros educativos de nivel primaria y secundaria es de 04 pisos, además establece que para aulas comunes el Índice Ocupacional (I.O) es de 2.00 m² por alumno y que para el dimensionamiento de los ambientes de los locales educativos se debe calcular de acuerdo con el siguiente cuadro.

Tabla N°5: Cálculo de áreas de ambientes

Cantidad de Estudiantes	Área de ambiente (m ²)
Hasta 15	15x I.O según ambiente
16 – 20	20 x I.O según ambiente
21 – 25	25 x I.O según ambiente
26 – 30	30 x I.O según ambiente
31 - 35	35 x I.O según ambiente

Fuente: Minedu

Para este proyecto solo se está considerando aulas comunes y siendo 30 el número máximo de alumnos por aula, por lo que, según el cuadro anterior, cada aula debe tener 60.00 m², y por criterio de los autores se consideró 3 aulas por nivel, haciendo un total de nueve aulas, además se consideró una escalera recta de 2 tramos con 2.025 m de ancho y 28 cm de paso y 18 cm de contrapaso, con el propósito de comunicar los diferentes niveles del pabellón. En las figuras se muestra los planos de arquitectura establecidos.

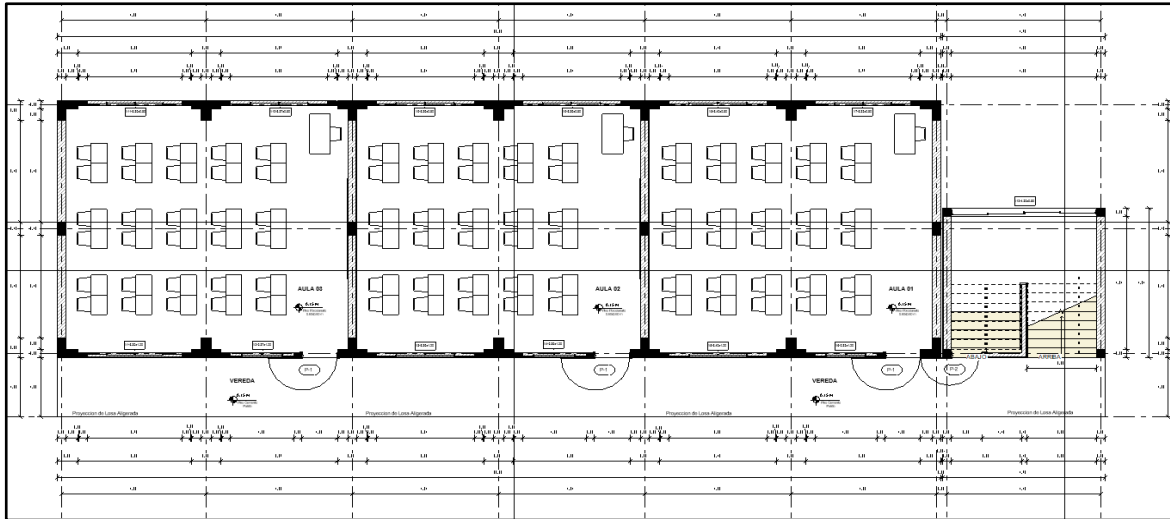


Figura N°1: Planta de Arquitectura primer nivel
Fuente: Elaboración Propia

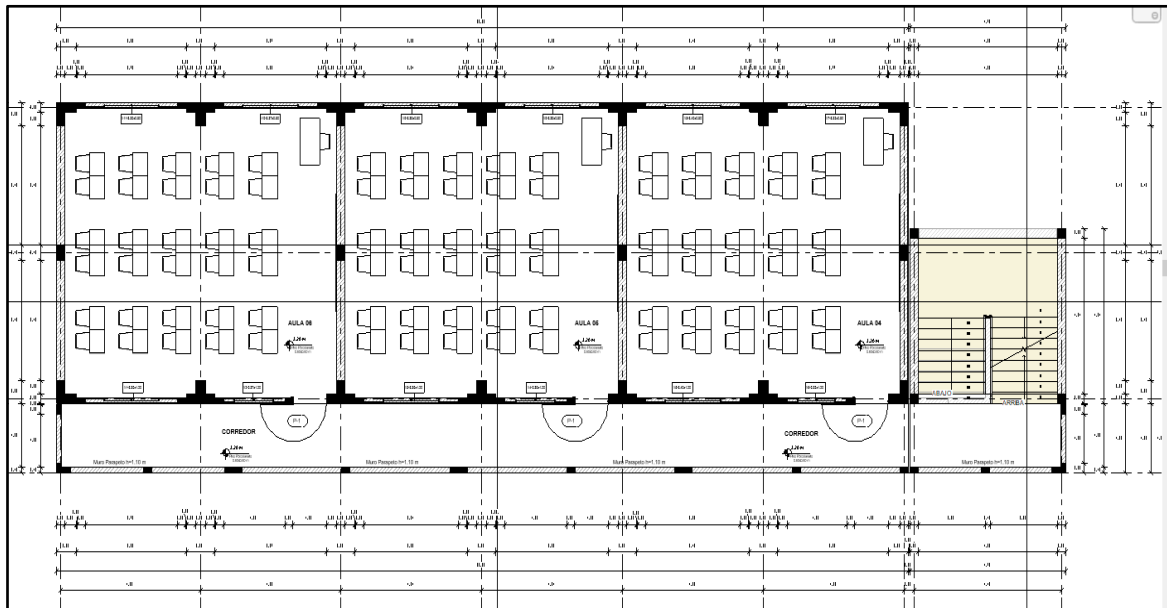


Figura N°2: Planta de Arquitectura primer nivel
Fuente: Elaboración Propia

4.4. Estructuración

La estructura a trabajar debe cumplir tanto con las exigencias estructurales y arquitectónicas, y tratando de cumplir siempre con los criterios estructurales como simetría, simplicidad, resistencia, ductilidad, uniformidad, continuidad y rigidez lateral. Todo esto con el objetivo de que la estructura pueda soportar tanto cargas permanentes (peso propio, acabados, etc.) como eventuales

(sobrecarga, sismo, viento, etc.), respetando el diseño arquitectónico y logrando que sea económicamente viable.

4.4.1. Criterios de estructuración

❖ Simplicidad y Simetría

Según Blanco (1992) es más fácil predecir el comportamiento de una estructura simple que el de una estructura compleja y además es más fácil idealizar los diferentes elementos estructurales. Una estructura simétrica en las dos direcciones X e Y restringen los efectos torsionales, ya que la falta de simetría produce estos efectos que son difíciles de evaluar y pueden causar daños severos a la edificación.

❖ Resistencia y Ductilidad

Según Blanco (1992) una estructura debe ser lo suficientemente resistente y rígida para garantizar el adecuado transporte de carga, además debe tener una ductilidad que permita tener a la estructura tener grandes deformaciones antes de llegar a fallar o colapsar.

❖ Uniformidad y Continuidad

Según Blanco (1992) la estructura debe ser continua tanto en planta como en elevación con elementos que no cambien bruscamente su rigidez con el objetivo de evitar concentraciones de esfuerzos.

❖ Rigidez lateral

Según blanco (1992) es necesario proveer a la estructura de elementos estructurales que aporten rigidez lateral en las direcciones principales, con el objetivo de resistir fuerzas horizontales sin tener deformaciones importantes.

4.4.2. Descripción de la estructura Proyectada

Siguiendo los criterios antes mencionados, el pabellón de la Institución Educativa N°89541 en estudio, se ha estructurado con un sistema de pórticos de concreto armado ubicados en toda el área del proyecto, que empiezan desde el nivel de cimentación hasta el último nivel.

Se eligieron dos direcciones X e Y, en la dirección X se colocaron columnas L (CL-1) en las esquinas y se colocaron columnas tee en los ejes intermedios, en la zona de escalera se colocaron columna cuadradas y rectangulares como confinamiento del muro del almacén, en la dirección Y se colocaron columnas L en las esquinas y columnas rectangulares en el eje central, además se le agregó muros de albañilería de 24 cm de espesor, para la separación de las aulas.

Para la disposición de vigas en la dirección X se optó por colocar vigas peraltadas de la misma altura que de las vigas de la dirección de Y con el objetivo de tener una estructura simétrica en ambas direcciones, con excepción de las vigas de los ejes B-B, D-D y F-F las cuales tendrán un peralte más alto por tener una mayor luz.

Se optó por colocar losas aligeradas unidireccionales con dirección de las viguetas paralelas al eje X, ya que es la menor luz que hay en la estructura, la altura de la losa se realizara más adelante mediante cálculos de predimensionamiento.

La escalera es de dos tramos en forma de U con un ancho de 2.025 m y paso $P=0.28$ m y $CP=0.18$ m, de acuerdo al planteamiento arquitectónico, el espesor de garganta será calculado más adelante.

4.5. PREDIMENSIONAMIENTO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

4.5.1. Predimensionamiento de Losas Aligeradas Unidireccionales

Según Blanco (1992) se puede predimensionar las losas aligeradas en una dirección y para sobrecargas normales (300 kg/cm^2 a 350 kg/cm^2), mediante la relación $h = \frac{\text{Luz libre}}{25}$ donde h es el espesor del aligerado.

$$h = \frac{\text{Luz libre}}{25} = \frac{4.00}{25} = 0.16 \text{ m} \quad \text{Usar } h = 0.20 \text{ m.}$$

Para este caso se tiene una luz de 4.00 m, la cual da un espesor de 0.16m., pero por criterio de los autores se usará $h=0.20$ m, además Blanco (1992 pg.35) afirma que se puede utilizar este tipo de losas para luces de 4.00m hasta 5.50m,

asimismo, se eligió este tipo de losa porque no existe tabiques perpendiculares al aligerado en la zona donde serán utilizadas.

4.5.2. Predimensionamiento de Vigas

Según lo proyectado se tiene vigas en las direcciones X e Y siendo las vigas del eje Y las encargadas de transmitir las cargas de la losa aligerada a las columnas, es por ello que solo para fines prácticos se estableció que las vigas en la dirección Y sean llamadas vigas principales, mientras que las vigas de la dirección X sean llamadas vigas secundarias.

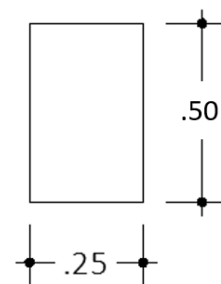
Para predimensionar las vigas se usó el criterio de propuesto por Blanco (1992 pg. 39) que dice que el peralte de las vigas está en el orden de $h = \frac{\text{Luz libre}}{10}$ a $\frac{\text{Luz libre}}{12}$, mientras que la base $b = \frac{h}{2}$, asimismo, teniendo en consideración que según el RNE E.060 que dice que el ancho mínimo de viga es de 25 cm.

- Predimensionamiento de vigas de los ejes A-A, C-C, E-E y G-G

$$h = \frac{ln}{10} = \frac{3.775}{10} = 0.378 \Rightarrow \text{Usar } h = 0.50 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0.50}{2} = 0.25 \Rightarrow \text{Usar } b = 0.25$$

$$\text{Usar : } b = 0.25 \quad h = 0.50 \Rightarrow V1 - 25 \times 50 \text{ cm}$$



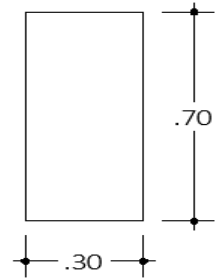
Siguiendo con los criterios de Blanco (1992 pg.40) propone que las dimensiones de las vigas para luces menores de 5.50 pueden ser de 0.25x0.40 o 0.25x0.50, para las vigas de los ejes antes mencionados se usará $h=0.40$ m y un ancho de $b=0.25$ m, además, se tiene en cuenta el ancho mínimo de vigas según el RNE E.060, asimismo las columnas en forma de L planteadas en las esquinas de la estructura tienen un espesor 0.25 m de esta manera proporciona una mayor rigidez lateral a la estructura en la dirección Y-Y, lo que ayuda con el control de desplazamientos laterales.

- Predimensionamiento de vigas de los ejes B-B, D-D, y F-F

$$h = \frac{ln}{11} = \frac{6.60}{10} = 0.60 \Rightarrow \text{Usar } h = 0.70 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0.70}{2} = 0.35 > b_{min} \Rightarrow \text{Usar } b = 0.30$$

$$\text{Usar : } b = 0.30 \quad h = 0.70$$



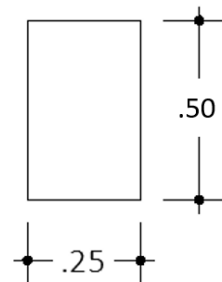
Siguiendo con los criterios de Blanco (1992 pg.40) propone que las dimensiones de las vigas para $L_n < 7.50 \text{ m}$ pueden ser de 0.25×0.70 o 0.30×0.70 , para las vigas de los ejes antes mencionados se usará $h=0.70 \text{ m}$ y un ancho de $b=0.30 \text{ m}$, además, se tiene en cuenta el ancho mínimo de vigas según el RNE E.060, asimismo las columnas en forma de Tee planteadas en los ejes mencionados de la estructura tienen un espesor 0.30 m de esta manera proporciona una mayor rigidez lateral a la estructura en la dirección Y-Y, lo que ayuda con el control de desplazamientos laterales.

- Predimensionamiento de vigas de los ejes 1-1 y 3-3

$$h = \frac{ln}{11} = \frac{4.24}{10} = 0.424 \Rightarrow \text{Usar } h = 0.50 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0.50}{2} = 0.25 = b_{min} \Rightarrow \text{Usar } b = 0.25$$

$$\text{Usar : } b = 0.25 \quad h = 0.50$$



- Predimensionamiento de vigas de voladizo

$$b = \frac{B}{20} = \frac{4.25}{20} = 0.212 \approx 0.25 \text{ m}$$

$$h = 1.4 * \left(\frac{2Lv}{\alpha} \right) = 1.40 * \left(\frac{2 * 1.80}{11} \right) = 0.46 \approx 0.50 \text{ m}$$

$$\text{Usar : } b = 0.25 \quad h = 0.50$$

- Predimensionamiento de vigas de confinamiento de parapeto

$$h = \frac{ln}{11} = \frac{3.05}{10} = 0.30 \Rightarrow \text{Usar } h = 0.30 \text{ m}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{0.30}{2} = 0.15 < b_{min} \Rightarrow Usar\ b = 0.15$$

$$Usar : b = 0.15\ h = 0.30$$

Para este caso se usará una viga de 15x30 que se usará como confinamiento del parapeto ubicado en el extremo del voladizo, aunque $b=0.15$ es menor que la b_{min} se tiene en cuenta el planteamiento arquitecto propuesto para esta zona, además con el análisis estructural se verificará el cumplimiento de las normas establecidas.

4.5.3. Predimensionamiento de Columnas

Para el predimensionamiento de columnas se usó el criterio de Morales (2012) que dice que las columnas se predimensionan con la siguiente ecuación:

$$bD = \frac{P}{nf'c}$$

Dónde:

D= dimensión de la sección en la dirección del análisis sísmico

b=la otra dimensión de la sección de la columna

P=carga total que soporta la columna. Ver tabla 1

n=valor que depende del tipo de columna y se obtiene de la tabla (6)

f'c=resistencia del concreto a compresión

Tabla N°6: Valor para cada tipo de columna

Tipo C1 (para los primeros pisos)	Columna Interior	$P=1.10 \cdot P_G$ $n=0.30$
Tipo C1 (para los 4 últimos pisos superiores)	Columna Interior	$P=1.10 P_G$ $n=0.25$
Tipo C2, C3	Columnas extremas de pórticos interiores	$P=1.25 P_G$ $n=0.25$
Tipo C4	Columna de Esquina	$P=1.50 P_G$ $n=0.20$

Fuente: Roberto Morales – Diseño en Concreto Armado

Según la tabla N°6, los valores de P y n para el predimensionamiento de columnas PG es el peso total de las cargas de gravedad que soporta la columna.

Siguiendo el criterio del autor antes mencionado, se procede a predimensionar las columnas de la estructura planteada, para ello se tomará en cuenta la mayor área tributaria y ubicación de cada columna, además de la carga que soporta y los valores obtenidos de la tabla N°6.

A continuación, se detalla la manera en que se predimensionó la columna de esquina, teniendo en cuenta que el área tributaria es 8.88 m², además se considera el área del voladizo que está destinado para corredor, ya que la sobrecarga es diferente que para las aulas.

Carga muerta:

Aligerado h=0.20	=	300 kg/m ²
Tabiquería	=	150 kg/m ²
Acabados	=	100 kg/m ²
Vigas	=	100 kg/m ²
Columnas	=	<u>60 kg/m²</u>
Total carga muerta	=	710.00 kg/m ²

Carga Viva:

S/C para aulas	=	250 kg/cm ²
S/C para corredor	=	400 kg/cm ²
Total carga viva	=	<u>2827.50 kg</u>

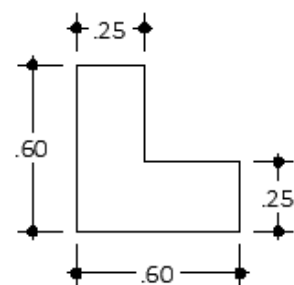
$P_G = CM + CV$

$$P_G = (710.00 + 650.00) * 8.88 = 12076.80 \text{ kg} \longrightarrow \text{Carga por Nivel}$$

$$bD = \frac{1.50 * 12076.80 * 3}{0.20 * 210}$$

$$bD = 1293.94 \text{ cm}^2$$

Usar: Columna L : 0.25x0.60



Por criterio de los autores se usará columnas en forma de L en las esquinas con un espesor de 25 cm, porque según planos de arquitectura en la dirección Y se tiene muros de albañilería de 25 cm de espesor, es por ello que se consideró utilizar este tipo de columnas en las esquinas para confinar este muro, y a su vez soportar las cargas de los niveles superiores, en la dirección X se consideró también un espesor de 25 cm, esto para tener simetría del elemento estructural en ambas direcciones.

Se detalla la manera en que se predimensionó las columnas interiores, teniendo en cuenta que el área tributaria es 24.00 m², además se considera el área del voladizo que está destinado para corredor, ya que la sobrecarga es diferente que para las aulas.

Carga muerta:

Aligerado h=0.20	=	300 kg/m ²
Tabiquería	=	150 kg/m ²
Acabados	=	100 kg/m ²
Vigas	=	100 kg/m ²
Columnas	=	60 kg/m ²
Total carga muerta	=	<u>710.00 kg/m²</u>

Carga Viva:

S/C para aulas	=	250 kg/m ²
S/C para corredor	=	400 kg/ m ²
Total, carga viva	=	<u>2827.50 kg</u>

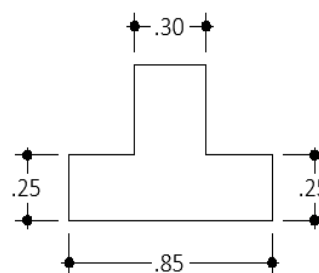
$$P_G = CM + CV$$

$$P_G = (710.00 + 650.00) * 24 = 32640.00 \text{ kg} \longrightarrow \text{Carga por Nivel}$$

$$bD = \frac{1.10 * 32640.00 * 3}{0.30 * 210}$$

$$bD = 1710.00 \text{ cm}^2$$

Usar: Columna Tee : 0.85x0.30x0.25



Por criterio de los autores se usará columnas en forma de Tee en los ejes interiores para tener la menor luz posible entre los apoyos de las vigas, en la dirección X se usará un espesor de 25 cm, mientras que en la dirección Y se usara un espesor de 30 cm, ya que las vigas de esos ejes tendrán una base de 25 y 30 cm respectivamente.

Se detalla la manera en que se predimensionó las columnas interiores, teniendo en cuenta que el área tributaria es 16.47 m², además se considera el área del voladizo que está destinado para corredor, ya que la sobrecarga es diferente que para las aulas.

Carga muerta:

Aligerado h=0.20	=	300 kg/m ²
Tabiquería	=	150 kg/m ²
Acabados	=	100 kg/m ²
Vigas	=	100 kg/m ²
Columnas	=	60 kg/m ²
Total, carga muerta	=	<u>710.00 kg/m²</u>

Carga Viva:

S/C para aulas	=	250 kg/m ²
S/C para corredor	=	400 kg/m ²
Total, carga viva	=	<u>2827.50 kg</u>

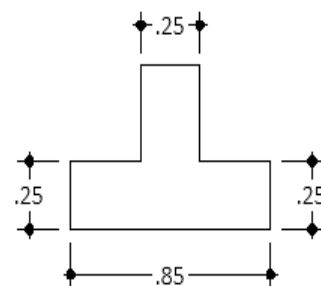
$$P_G = CM + CV$$

$$P_G = (710.00 + 650.00) * 16.47 = 22399.20 \text{ kg} \longrightarrow \text{Carga por Nivel}$$

$$bD = \frac{1.10 * 22399.20 * 3}{0.30 * 210}$$

$$bD = 1174.00 \text{ cm}^2$$

Usar: Columna Tee : 0.85x0.25x0.25



Por criterio de los autores se usará columnas rectangulares en los ejes interiores para tener la menor luz posible entre los apoyos de las vigas, en la dirección X e Y se usará un espesor de 25 cm, porque según los planos de arquitectura en la dirección Y se tiene muros de albañilería de 25 cm de espesor que separan las diferentes aulas, es por ello que se consideró utilizar este tipo de columnas en estos ejes para confinar el muro, y a su vez soportar las cargas de los niveles superiores.

Se detalla la manera en que se predimensionó las columnas interiores, teniendo en cuenta que el área tributaria es 14.59 m² y las cargas establecidas por el RNE.

Carga muerta:

Aligerado h=0.20	=	300 kg/m ²
Tabiquería	=	150 kg/m ²
Acabados	=	100 kg/m ²
Vigas	=	100 kg/m ²
Columnas	=	60 kg/m ²
Total carga muerta	=	<u>710.00 kg/m²</u>

Carga Viva:

S/C para aulas	=	250 kg/m ²
Total carga viva	=	<u>250.00 kg</u>

$$P_G = CM + CV$$

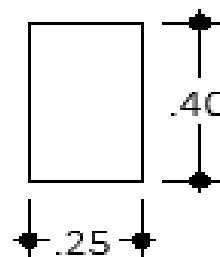
$$P_G = (710.00 + 250.00) * 14.59 = 14006.40 \text{ kg} \longrightarrow \text{Carga por Nivel}$$

$$bD = \frac{1.10 * 14006.40 * 3}{0.30 * 210}$$

$$bD = 734.00 \text{ cm}^2$$

$$b = D = \sqrt{734 \text{ cm}^2} = 27 \text{ cm}$$

Usar: Columna : 0.25x0.40



Por criterio de los autores se usará columnas rectangulares de 25x40 cm en los ejes 2-2, porque según los planos de arquitectura en la dirección Y se tiene

muros de albañilería de 25 cm de espesor que separan las diferentes aulas, es por ello que se consideró utilizar este tipo de columnas en estos ejes para confinar el muro, y a su vez soportar las cargas de los niveles superiores.

4.5.4. Predimensionamiento de Escalera

Para el predimensionamiento de la escalera se usó el criterio de Morales (2012). La escalera de la estructura proyectada consta de dos tramos iguales que deben cubrir una altura típica de 2.80 m, que se traduce en 16 contrapasos de 0.18 m y pasos de 0.28 m., esto según el planteamiento arquitectónico.

Se predimensionó la escalera para una luz libre de 3.90 m, medida desde los apoyos de la escalera.

$$t = \frac{L_n}{25} \approx \frac{L_n}{20}$$

$$t = \frac{3.90}{25} = 0.156 \quad t = \frac{3.90}{20} = 0.195$$

$$t = \frac{0.156 + 0.195}{2} = 0.175$$

El espesor de la garganta elegido es de 0.175 m

4.6. Metrado de Cargas

El metrado de cargas consiste en estimar las cargas de gravedad que actúan en la estructura, las cuales se distribuyen sobre sus diferentes elementos estructurales, estos elementos deben estar diseñados para soportar las cargas que se aplican sobre ellos. Es por ello que la Norma de Cargas E.0.20 brinda valores mínimos para estimarlas.

Las cargas de gravedad se dividen en dos grupos: Cargas vivas (CV) y cargas muertas (CM).

La Norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones dice que la Carga Muerta es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su propio, que sean permanentes.

La Norma E.020 del Reglamento Nacional de Edificaciones dice que la Carga Viva, es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos soportados por la edificación.

Para la estimación de la carga muerta se consideraron los pesos unitarios de los diferentes materiales, de acuerdo a la Norma E.020 del RNE.

Concreto armado	2400 kg/m ³
Albañilería solida	1800 kg/m ³
Albañilería hueca (tipo “pandereta”)	1350 kg/m ³
Revoques o Enlucidos	2000 kg/m ³
Losa Aligerada (h=20 cm)	300 kg/m ²
Piso terminado	100 kg/m ²

En cuanto a las cargas vivas también se consideraron las cargas establecidas por la Norma E.020 del RNE, en la zona de Centros de Educación las cuales son:

Aulas	250 kg/m ²
Azoteas	100 kg/m ²
Corredores y escaleras	400 kg/m ²

4.6.1. Metrado de cargas para losa aligerada en una dirección

El metrado para este tipo de elemento estructural se efectúa para anchos tributarios de 40 cm, que es el ancho típico del ala de una vigueta que conforma un aligerado.

Losa aligerada del tercer nivel (Voladizo)

Carga Muerta

Peso propio $300 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 120 \text{ kg/m}$

Piso terminado..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga muerta Total = 160 kg/m

Carga Viga

Sobrecarga (azotea)..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.4 * 160 + 1.7 * 40 = 292 \text{ kg/m}$$

Losa aligerada del primer y segundo nivel (Voladizo)

Carga Muerta

Peso propio $300 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 120 \text{ kg/m}$

Piso terminado..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga muerta Total = 160 kg/m

Carga Viga

Sobrecarga (corredor)..... $400 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 160 \text{ kg/m}$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.4 * 160 + 1.7 * 160 = 496 \text{ kg/m}$$

En la figura N°3 se muestra la distribución de cargas últimas (W_u) en la losa aligerada $h=0.20 \text{ m}$ del voladizo.

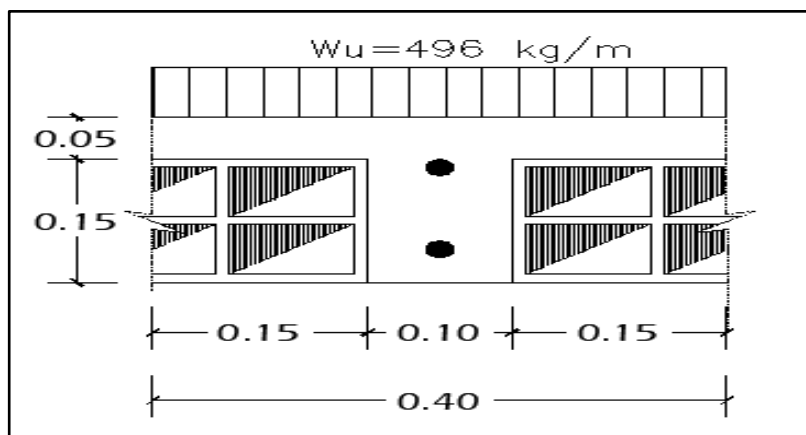


Figura N°3: Distribución de cargas últimas en voladizo
Fuente: Elaboración propia

Losa aligerada del tercer nivel

Carga Muerta

Peso propio $300 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 120 \text{ kg/m}$

Piso terminado..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga muerta Total = 160 kg/m

Carga Viga

Sobrecarga (azotea)..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.4 * 160 + 1.7 * 40 = 292 \text{ kg/m}$$

Losa aligerada del primer y segundo nivel

Carga Muerta

Peso propio $300 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 120 \text{ kg/m}$

Piso terminado..... $100 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 40 \text{ kg/m}$

Carga muerta Total = 160 kg/m

Carga Viga

Sobrecarga (aulas)..... $250 \text{ kg/m}^2 * 0.40 \text{ m} = 100 \text{ kg/m}$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = 1.4 * 160 + 1.7 * 100 = 394 \text{ kg/m}$$

En la figura N°4 se muestra la distribución de cargas ultimas (W_u) en la losa aligerada $h=0.20 \text{ m}$.

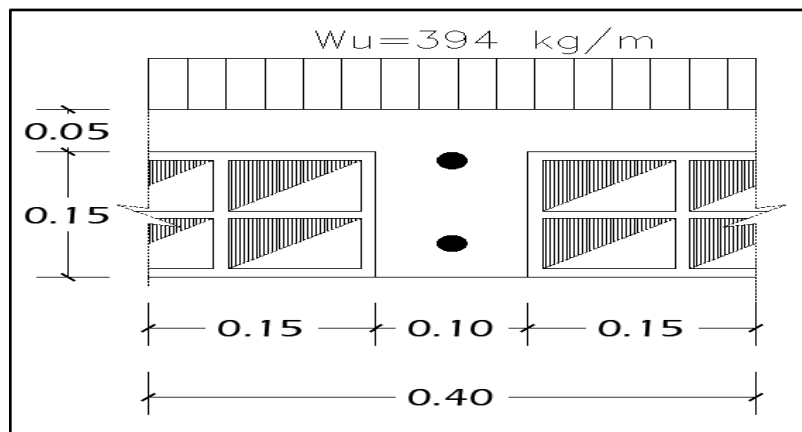


Figura N°4: Distribución de cargas últimas
Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Metrado de cargas en vigas

Las vigas se encuentran sometidas a las cargas que transmite la losa, así como las cargas que actúan sobre ella como su peso propio, peso de tabiques, parapetos, etc.

Para el metrado de cargas de las vigas se usará el criterio de las zonas de influencia planteado por San Bartolomé (1998 Pg. 19), adicionalmente a ello, para las vigas paralelas a la dirección del armado de la losa se usará un ancho tributario a $4h$ (h =espesor de losa).

A continuación, se ha realiza el metrado de cargas de la viga V101-25X40 del eje A-A y G-G, siguiendo con el criterio antes mencionado, en la figura N°5 se muestra la zona de influencia de la viga (zonas achuradas).

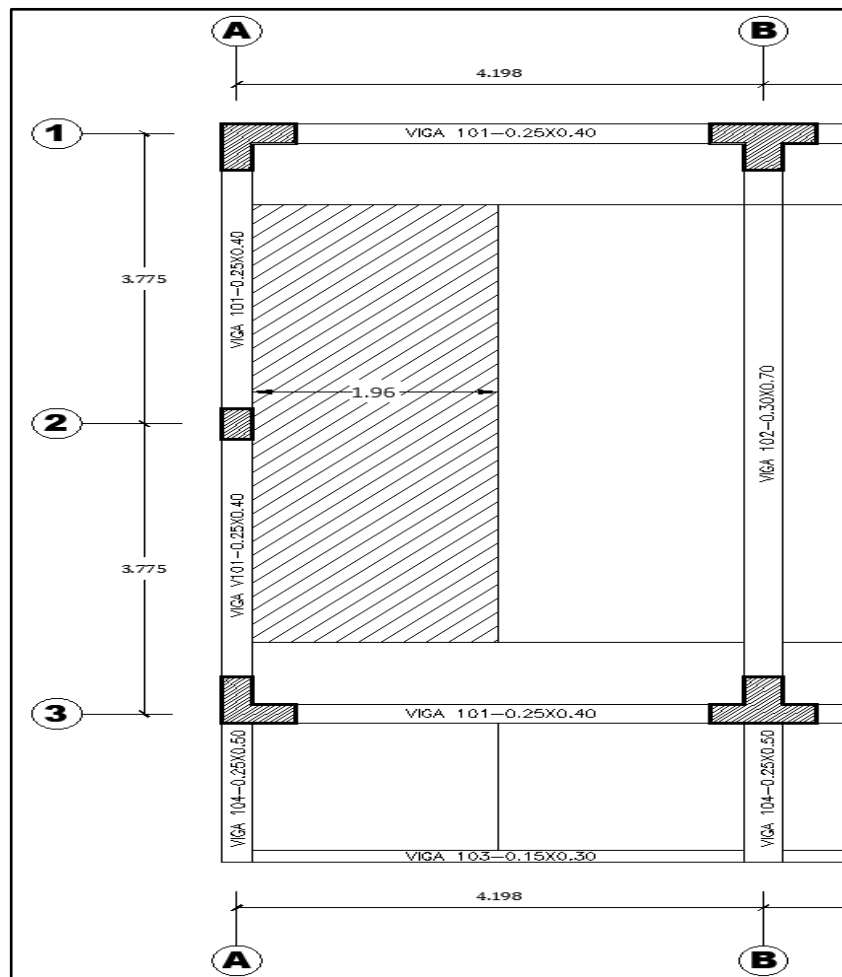


Figura N°5: Zona de influencia de la viga
Fuente: Elaboración propia

- Viga V101-25X50 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400$ = 300.00
kg/m

Cargas de losa: peso propio del aligerado = 300×1.96 = 588.00
kg/m

Acabados = 100×1.96 = 196.00
kg/m

Total Carga Muerta = 1084.00 kg/m

Carga Viva:

$$\begin{array}{rcl} \text{Sobre carga (Azotea)} & = 100 \times 1.96 & = 196 \text{ kg/m} \\ & & \hline \text{Total Carga Viva} & & = 196 \text{ kg/m} \end{array}$$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1084) + (1.7 * 196) = 1850.80 \text{ kg/m}$$

- Viga V101-25x50 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

$$\begin{array}{rcl} \text{Cargas directas: Peso propio} & = 0.25 \times 0.50 \times 2400 & = 300.00 \text{ kg/m} \\ \text{Muro de albañilería (e=0.25)} & = 0.25 \times 2.65 \times 1800 & = 1192.50 \text{ kg/m} \\ \text{Cargas de losa: peso propio del aligerado} & = 300 \times 1.96 & = 588.00 \text{ kg/m} \\ \text{Acabados} & = 100 \times 1.96 & = 196.00 \text{ kg/m} \\ & & \hline \text{Total Carga Muerta} & & = 2276.50 \text{ kg/m} \end{array}$$

Carga Viva:

$$\begin{array}{rcl} \text{Sobre carga (Aulas)} & = 250 \times 1.96 & = 490 \text{ kg/m} \\ & & \hline \text{Total Carga Viva} & & = 490 \text{ kg/m} \end{array}$$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 2276.50) + (1.7 * 490) = 4020.10 \text{ kg/m}$$

En la figura N°6 se muestra la distribución de cargas últimas (W_u) en la viga V101-25x50 de los ejes A-A y G-G.

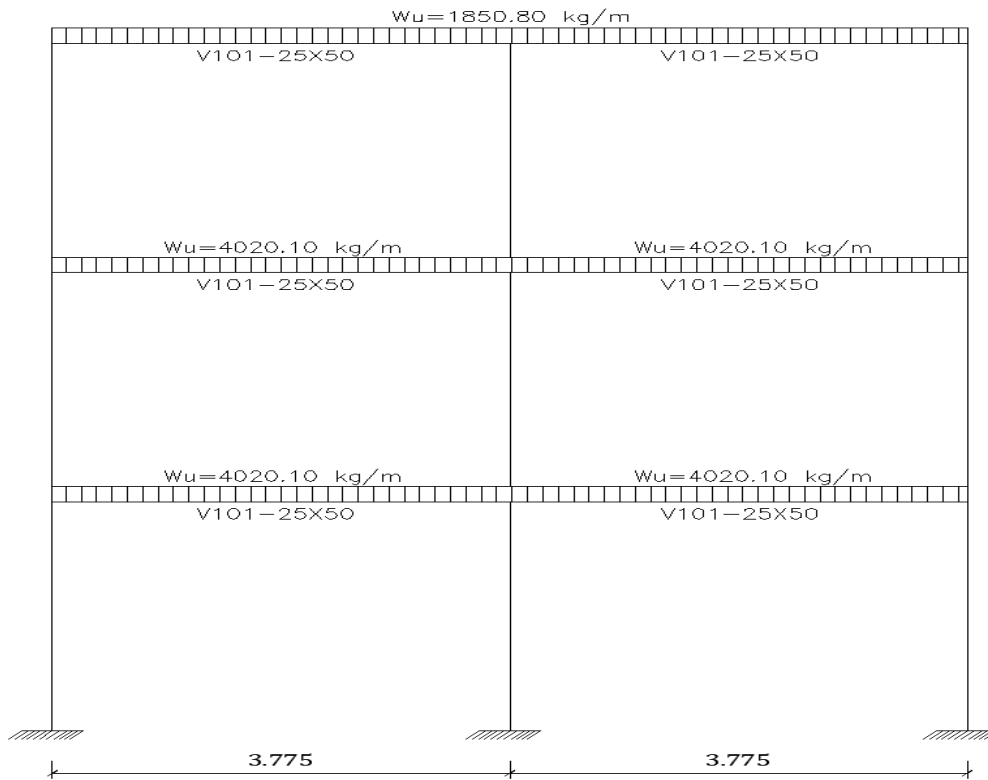


Figura N°6: Distribución de cargas últimas V101-25x50
Fuente: Elaboración Propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga V102-30x70 ubicada en el eje B-B, D-D y F-F. En la figura se muestra la zona de influencia para la viga V102-30x70

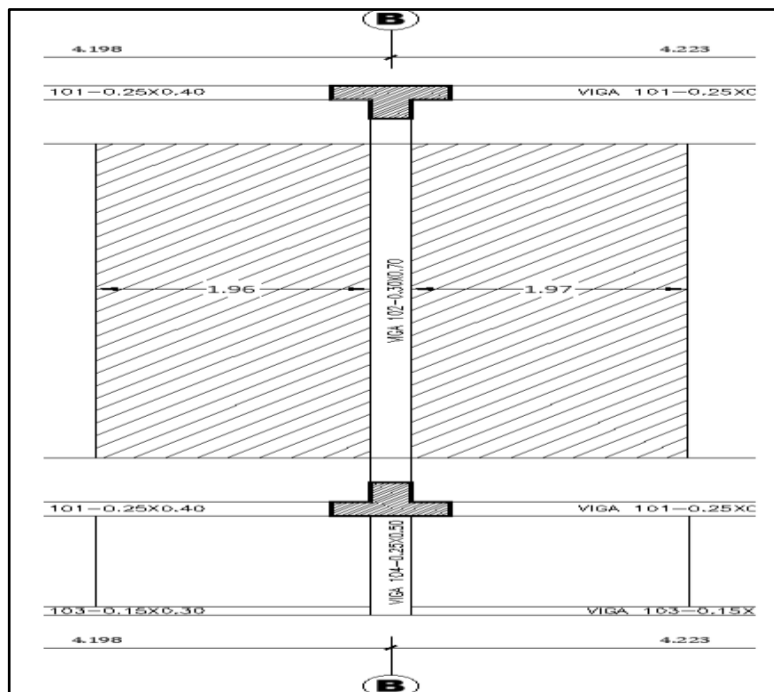


Figura N°7: Zona de influencia para la viga V102-30x70
Fuente: Elaboración propia

- Viga V102-30X70 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.30 \times 0.70 \times 2400 = 504.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (1.96 + 1.97) = 1179.0 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (1.96 + 1.97) = 393.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 2076.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Azotea) = $100 \times (1.96 + 1.97) = 393.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 393.00 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 2216.50) + (1.7 * 196) = 3574.50 \text{ kg/m}$$

- Viga V102-30x70 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.30 \times 0.70 \times 2400 = 504.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (1.96 + 1.97) = 1179.0 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (1.96 + 1.97) = 393.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 2076.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Aulas) = $250 \times (1.96 + 1.97) = 982.50 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 982.50 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 2076.00) + (1.7 * 982.50) = 4576.65 \text{ kg/m}$$

En la figura N°8 se muestra la distribución de cargas últimas (W_u) en la viga V102-30x70 de los ejes B-B, D-D y F-F.

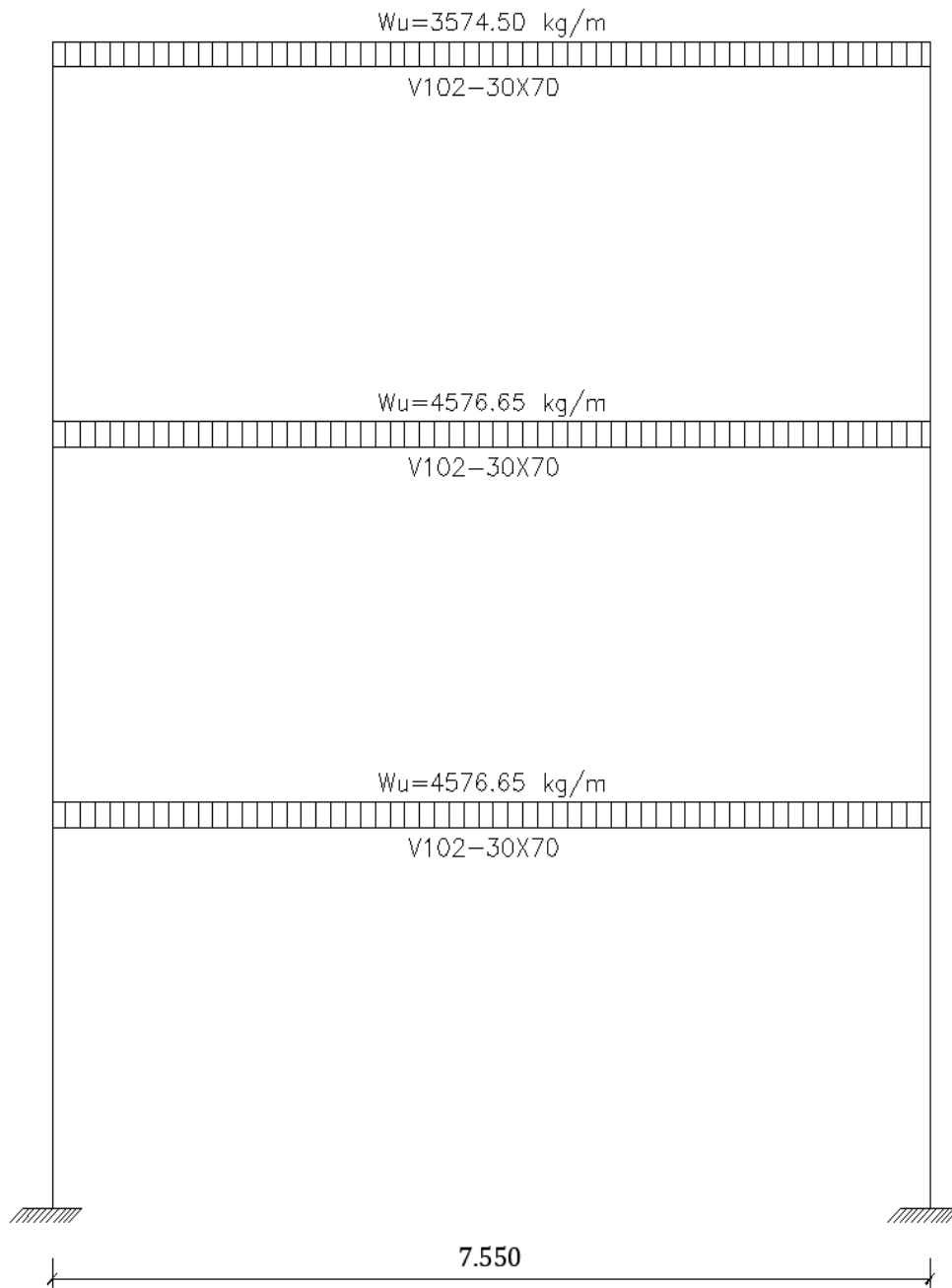


Figura N°8: Distribución de cargas últimas viga V102-30x70

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga V102-25x50 ubicada en el eje C-C y EE. En la figura N°9 se muestra la zona de influencia para la viga V101-25x40.

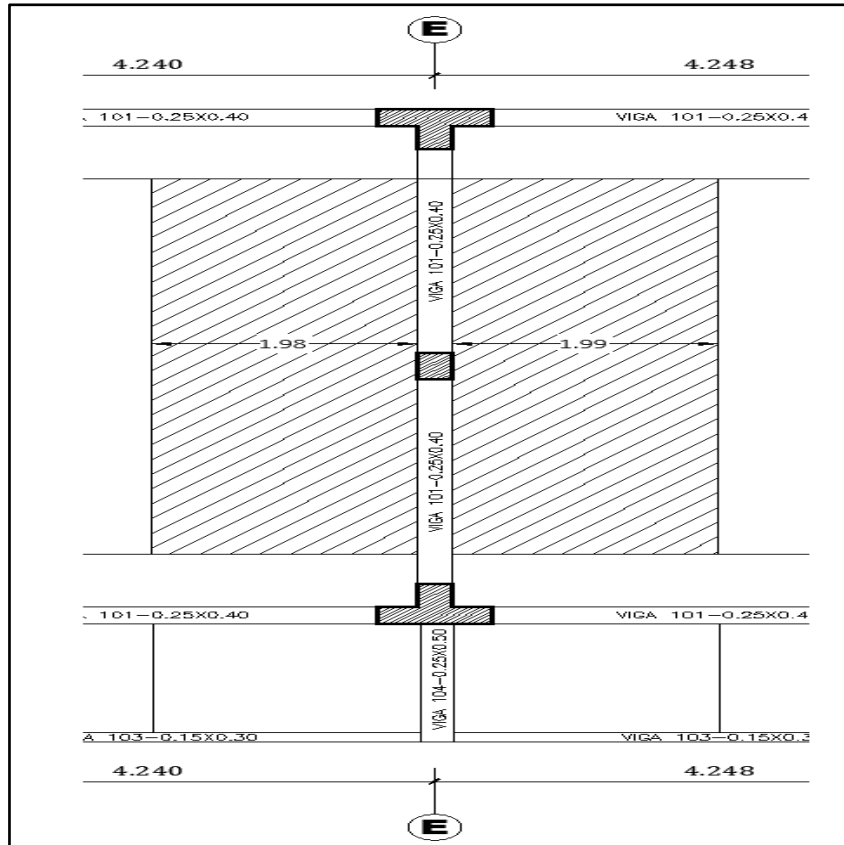


Figura N°9: Zona de influencia para la viga V101-25x40

Fuente: Elaboración propia

- Viga V101-25X50 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (1.98 + 1.99) = 1191.0 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (1.98 + 1.99) = 397.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 1888.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Azotea) = $100 \times (1.98 + 1.99) = 397 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 397 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1888) + (1.7 * 397) = 3318.10 \text{ kg/m}$$

- Viga V101-25x50 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Muro de albañilería (e=0.25) = $0.25 \times 2.65 \times 1800 = 1192.50 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (1.98 + 1.99) = 1191.0 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (1.98 + 1.99) = 397.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 3080.50 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Aulas) = $250 \times (1.98 + 1.99) = 992.50 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 992.50 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 3080.50) + (1.7 * 992.50) = 5999.95 \text{ kg/m}$$

En la figura N°10 se muestra la distribución de cargas últimas (W_u) en la viga V101-25x50 de los ejes C-C y E-E.

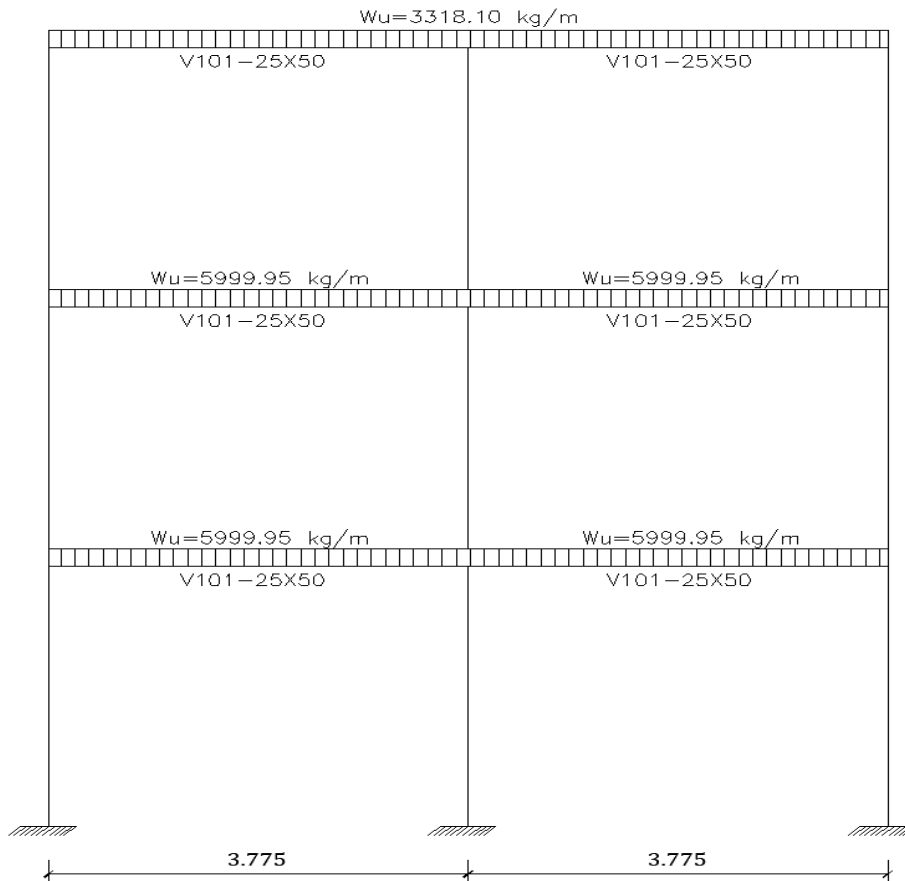


Figura N°10: Distribución de cargas últimas de los ejes C-C y E-E.
Fuente: Elaboración propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga V101-25x50 ubicada en el eje 1-1 considerando el mayor tramo de este eje.

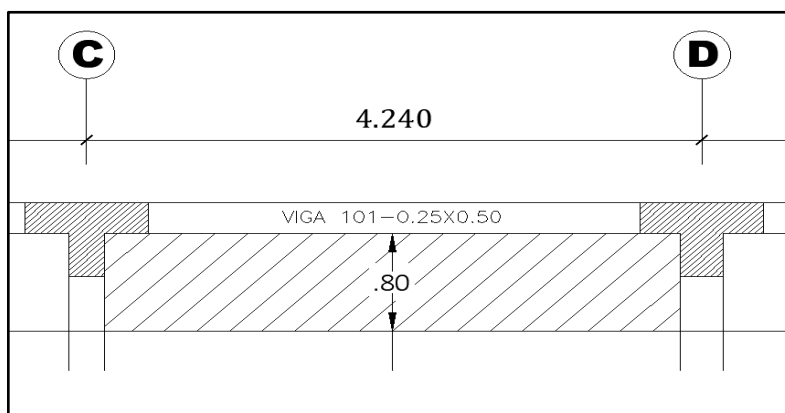


Figura N°11: Zona de influencia para la viga V101-25x50
Fuente: Elaboración propia

- Viga V101-25X50 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (0.80) = 240.00 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (0.80) = 80.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 620.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Azotea) = $100 \times (0.80) = 80 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 80 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 620) + (1.7 * 80) = 1004.00 \text{ kg/m}$$

- Viga V101-25x50 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Muro de albañilería hueca (e=0.15) = $0.15 \times 1.55 \times 1350 = 313.88 \text{ kg/m}$

Columnetas de amarre de tabique = $.25 \times .15 \times 1.55 \times 2400 = 139.50 \text{ kg/m}$

Viga de confinamiento de tabique = $0.15 \times 0.20 \times 2400 = 72.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (0.80) = 240.00 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (0.80) = 80.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 1145.38 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Aulas) = $250 \times (0.80) = 200.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 200.00 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1145.38) + (1.7 * 200.00) = 1943.53 \text{ kg/m}$$

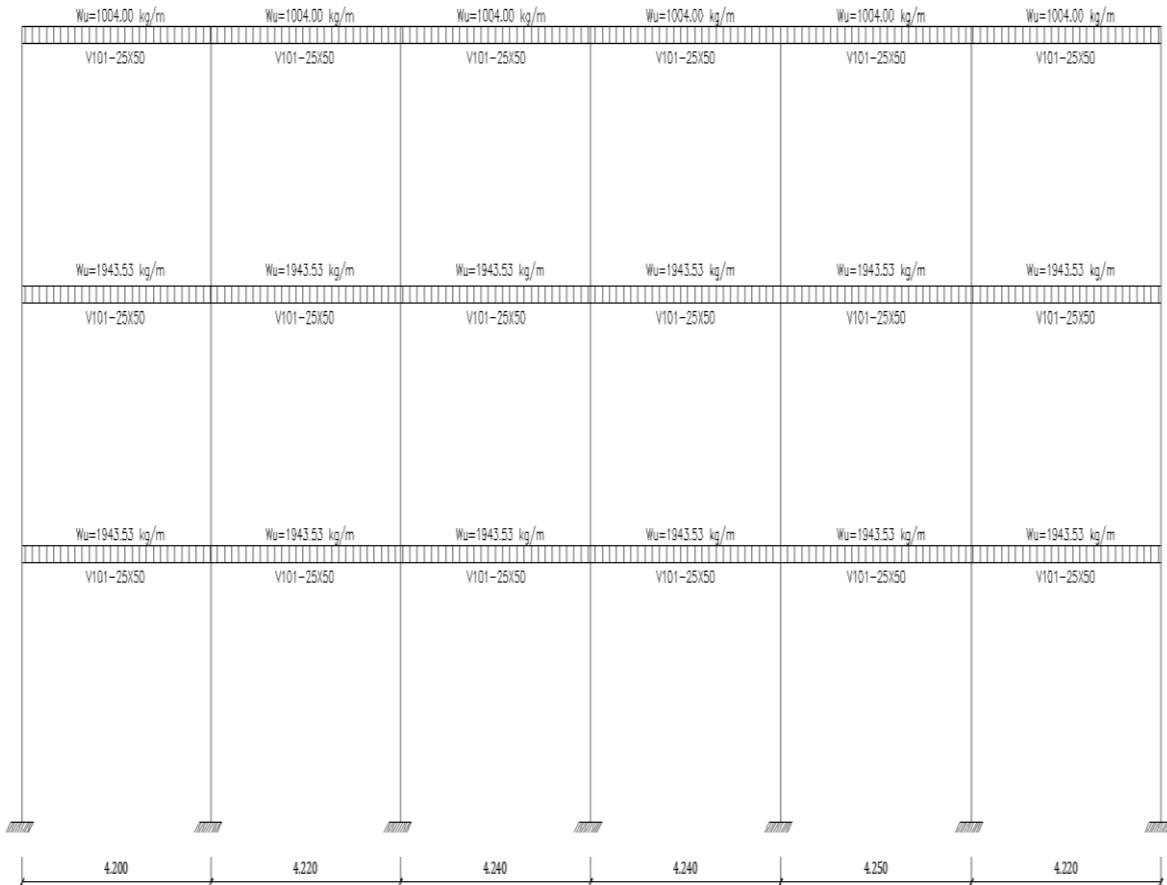


Figura N°12: Distribución de cargas últimas en la viga V101-25x50 de los ejes 1-1

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga V101-25x50 ubicada en el eje 3-3 considerando el mayor tramo de este eje. En la figura N°13 se muestra la zona de influencia para la viga V101-25x50.

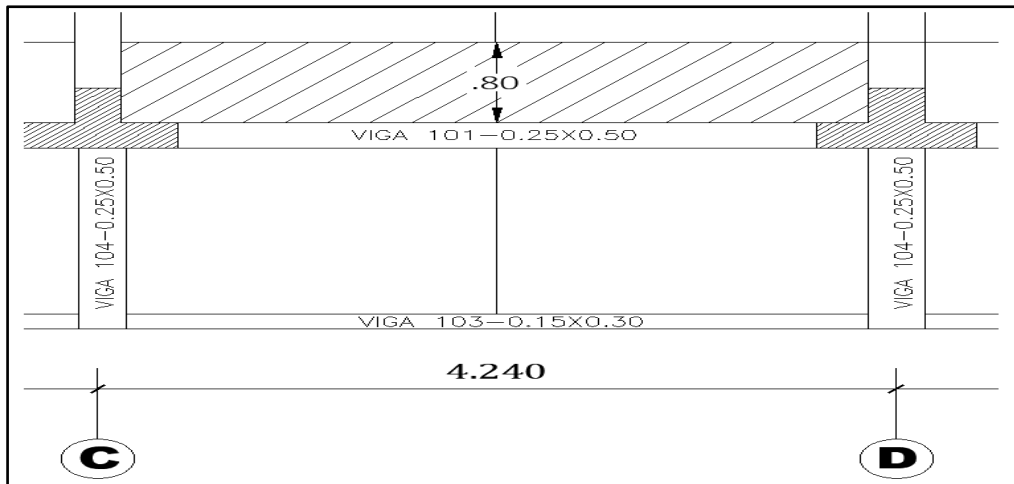


Figura N°13: Zona de influencia para la viga V101-25x50.

Fuente: Elaboración propia

- Viga V101-25X50 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (0.80) = 240.00 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (0.80) = 80.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 620.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Azotea) = $100 \times (0.80) = 80 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 80 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 620) + (1.7 * 80) = 1004.00 \text{ kg/m}$$

- Viga V101-25x50 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Muro de albañilería hueca (e=0.15) = $0.15 \times 1.15 \times 1350 = 232.88 \text{ kg/m}$

Columnetas de amarre de tabique = $.25 \times .15 \times 1.15 \times 2400 = 103.50 \text{ kg/m}$

Viga de confinamiento de tabique	= 0.15x0.20x2400	= 72.00 kg/m
Cargas de losa: peso propio del aligerado	= 300x(0.80)	= 240.00 kg/m
Acabados	= 100x(0.80)	<u>= 80.00 kg/m</u>
Total Carga Muerta		= 1028.38 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Aulas)	= 250x(0.80)	<u>=200.00 kg/m</u>
Total Carga Viva		= 200.00 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1028.38) + (1.7 * 200.00) = 1779.62 \text{ kg/m}$$

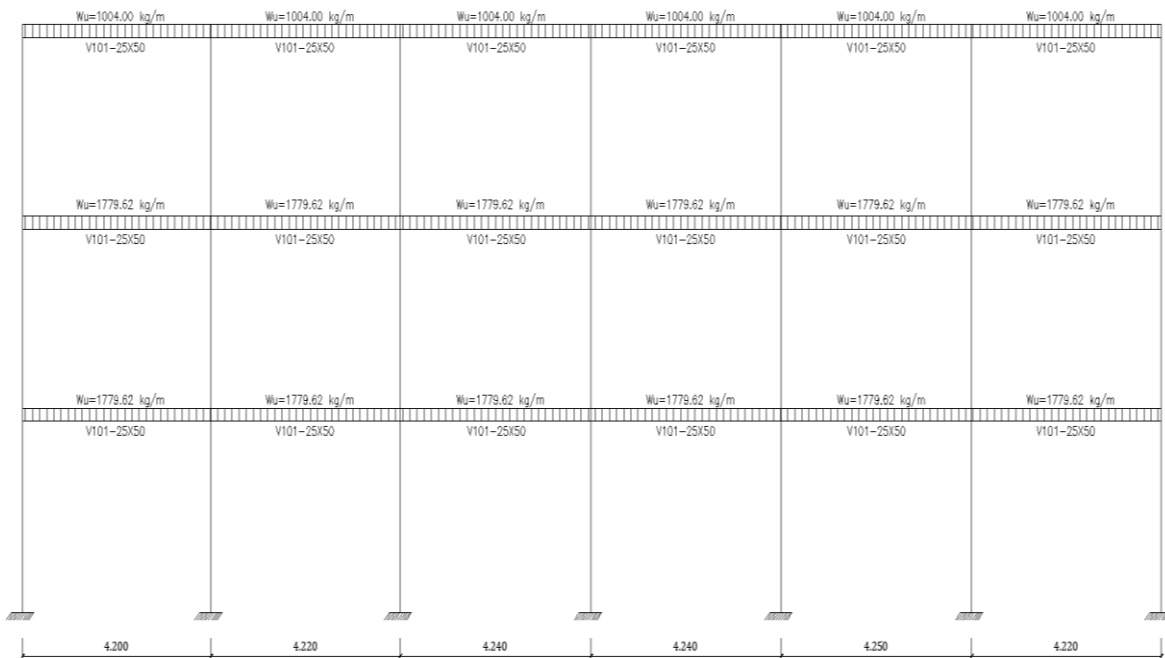


Figura N°14: Distribución de cargas últimas en la viga V101-25x50 de los ejes 3-3

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga de voladizo V104-25x50 ubicada en el eje E-E considerando una zona de influencia de 3.97 m.

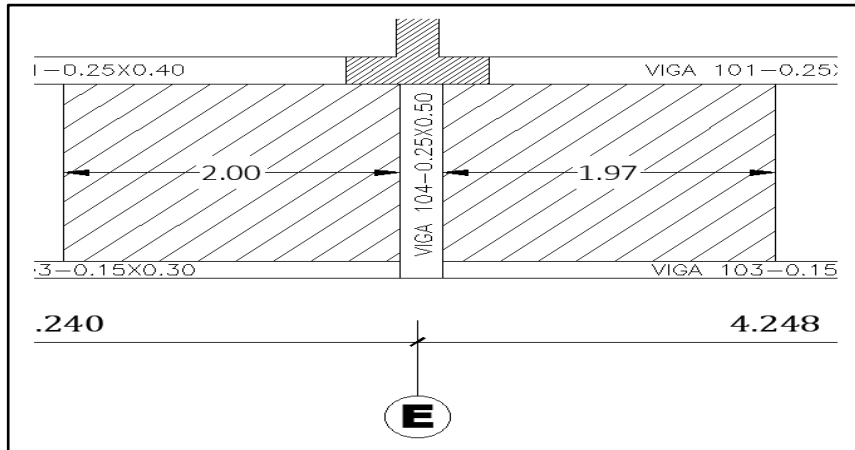


Figura N°15: Zona de influencia para la viga V104-25x40

Fuente: Elaboración propia

- Viga V101-25X50 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado = $300 \times (3.97) = 1191.00 \text{ kg/m}$

Acabados = $100 \times (3.97) = 397.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Muerta = 1888.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Azotea) = $100 \times (3.97) = 397.00 \text{ kg/m}$

Total Carga Viva = 397.00 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1888.00) + (1.7 * 397.00) = 3318.10 \text{ kg/m}$$

- Viga V101-25x40 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga Muerta:

Cargas directas: Peso propio = $0.25 \times 0.50 \times 2400 = 300.00 \text{ kg/m}$

Cargas de losa: peso propio del aligerado=	$300 \times (3.97)$	= 1191.0 kg/m
Acabados	= $100 \times (3.97)$	= 397.00 kg/m
Total Carga Muerta		= 1888.00 kg/m

Carga Viva:

Sobre carga (Corredor)	= $400 \times (3.97)$	= 1588.0 kg/m
Total Carga Viva		= 1588.00 kg/m

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 1888.00) + (1.7 * 1588.00) = 5331.60 \text{ kg/m}$$

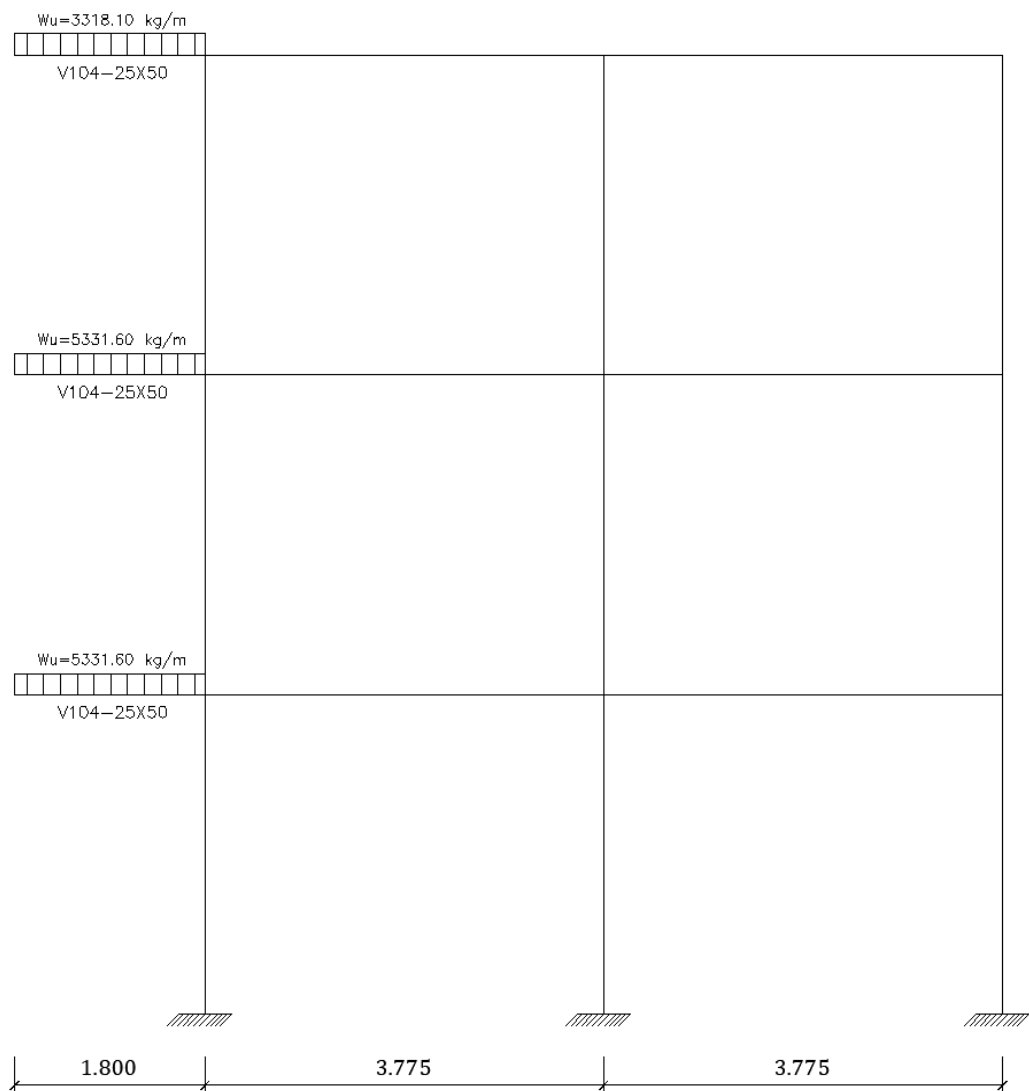


Figura N°16: Distribución de cargas últimas en la viga V104-25x50

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el metrado de cargas de la viga de voladizo V103-15x30 ubicada en el eje 4-4, para esta viga se estableció una carga uniformemente distribuida en toda la longitud de la viga.

- Viga V103-15X30 del tercer nivel (N.T.T +9.325 m)

Carga Muerta:

$$\text{Cargas directas: Peso propio} = 0.15 \times 0.30 \times 2400 = 108.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Carga Muerta} = 108.00 \text{ kg/m}$$

Carga Viva:

$$\text{Sobre carga (Azotea)} = 100 \times (0.5) = 50.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Carga Viva} = 50.00 \text{ kg/m}$$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 108.00) + (1.7 * 50.00) = 236.20 \text{ kg/m}$$

- Viga V103-15x30 del primer y segundo nivel (N.P.T +3.225 y 6.30 m)

Carga muerta:

$$\text{Cargas directas: Peso propio} = 0.15 \times 0.30 \times 2400 = 108.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Parapeto (h=1.15 m)} = 0.15 \times 1.15 \times 1350 = 232.88 \text{ kg/m}$$

$$\text{Columnetas de amarre} = 0.15 \times 0.25 \times 1.15 \times 2400 = 103.50 \text{ kg/m}$$

$$\text{Viga de confinamiento} = 0.15 \times 0.20 \times 2400 = 72 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Carga Muerta} = 516.38 \text{ kg/m}$$

Carga Viva:

$$\text{Sobre carga (Azotea)} = 100 \times (0.5) = 50.00 \text{ kg/m}$$

$$\text{Total Carga Viva} = 50.00 \text{ kg/m}$$

Carga Última de Rotura – RNE E.060

$$W_u = 1.4CM + 1.7CV = (1.4 * 516.00) + (1.7 * 50.00) = 807.40 \text{ kg/m}$$

4.6.3. Metrado de Cargas en Columnas

Según San Bartolomé (1198 pg.28) “Las vigas apoyan sobre las columnas transmitiéndoles fuerza cortante, que se acumulan como carga axial en los entrepisos”, para obtener el metrado de cargas de las columnas se usara el criterio de las áreas tributarias propuesto por este autor. (Ver figura N°17)

Para obtener las cargas de las columnas de la estructura planteada se usará la mayor área tributaria de cada columna.

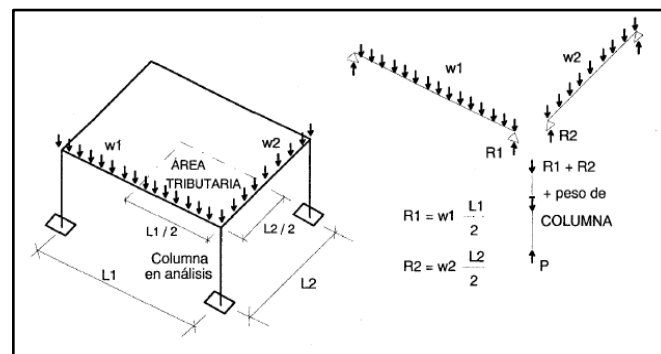


Figura N°17: Metrado de cargas de las columnas

Fuente: San Bartolomé

A continuación, se muestra en la tabla 7 el metrado de cargas de la columna CL-1, la cual tiene un área tributaria de 8.88 m² (zona achurada) como se muestra en la figura N°18.



Figura N°18: Área tributaria

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°7: Metrado de cargas para la columna CL-1

METRADO DE CARGAS PARA COLUMNA CL-1					
NIVEL	ELEMENTO	CARGA UNITARIA (kg/m o kg/m²)	ÁREA (m²) O LONGITUD (m) TRIBUTARIA	PESO PARCIAL (kg)	PESO ACUMULADO (kg)
NIVEL 3	Losa Aligerada h=0.20	300.00	7.10	2,130.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	8.88	444.00	
	Viga V101-25x50 eje A-A	300.00	1.55	465.00	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	1.65	495.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	2.00	216.00	
	Columna CL-1	570.00	3.05	1,738.50	
	Sobrecarga	100.00	8.88	888.00	
			CARGA MUERTA	6,028.50	
			CARGA VIVA	888.00	
NIVEL 2	Losa Aligerada h=0.20	300.00	7.10	2,130.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	8.88	444.00	
	Acabados de Piso	100.00	8.88	888.00	
	Parapeto h=0.95	192.38	2.00	384.75	
	Parapeto h=0.95	192.38	1.80	346.28	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	1.55	1,778.63	
	Tabiques h=1.55	313.88	1.65	517.89	
	Viga V101-25x50 eje A-A	300.00	1.55	465.00	

	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	1.65	495.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	2.00	216.00	
	Viga de Amarre de parapeto 15x20	72.00	2.00	144.00	
	Viga de Amarre de tabique 15x20	72.00	1.65	118.80	
	Columneta de amarre	90.00	1.15	310.50	
	Columneta de amarre	90.00	1.75	315.00	
	Columna CL-1	570.00	3.05	1,738.50	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	4.84	1,210.00	
	Sobrecarga (Corredor)	400.00	4.05	1,620.00	
			CARGA MUERTA	10,832.34	
			CARGA VIVA	2,830.00	
NIVEL 1	Losa Aligerada h=0.20	300.00	7.10	2,130.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	8.88	444.00	
	Acabados de Piso	100.00	8.88	888.00	
	Parapeto h=0.95	192.38	2.00	384.75	
	Parapeto h=0.95	192.38	1.80	346.28	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	1.55	1,778.63	
	Tabiques h=1.55	313.88	1.65	517.89	
	Viga V101-25x50 eje A-A	300.00	1.55	465.00	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	1.65	495.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	2.00	216.00	

Viga de Amarre 15x20	72.00	2.00	144.00	
Viga de Amarre 15x21	72.00	1.65	118.80	
Columneta de amarre	90.00	1.15	310.50	
Columneta de amarre	90.00	1.75	315.00	
Columna CL-1	570.00	4.15	2,365.50	
Sobrecarga (Aulas)	250.00	4.84	1,210.00	
Sobrecarga (Corredor)	400.00	4.05	1,620.00	
CARGA MUERTA			11,459.34	28,320.19
CARGA VIVA			2,830.00	6,548.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°8 se muestra el metrado de cargas para la columna CT-1, la cual tiene un área tributaria de 24.24 m² (zona achurada) como se muestra en la figura N°19.



Figura N°19: Área tributaria de la columna CT-1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°8: Metrado de cargas columna CT-1

METRADO DE CARGAS PARA COLUMNA CT-1					
NIVEL	ELEMENTO	CARGA UNITARIA (kg/m o kg/m2)	ÁREA (m2) O LONGITUD (m) TRIBUTARIA	PESO PARCIAL (kg)	PESO ACUMULADO (kg)
NIVEL 3	Losa Aligerada h=0.20	300.00	24.24	7,272.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	24.24	1,212.00	
	Viga V101-30x70 eje D-D	504.00	3.30	1,663.20	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Columna CT-1	762.00	3.05	2,324.10	
	Sobrecarga	100.00	24.24	2,424.00	
			CARGA MUERTA	14,460.06	
			CARGA VIVA	2,424.00	
NIVEL 2	Losa Aligerada h=0.20	300.00	24.24	7,272.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	24.24	1,212.00	
	Acabados de Piso	100.00	24.24	2,424.00	
	Parapeto h=0.95	192.38	4.27	821.44	
	Tabiques h=1.55	313.88	3.40	1,067.18	
	Viga V101-30x70 eje D-D	504.00	3.30	1,663.20	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Viga de Amarre de parapeto 15x20	72.00	4.27	307.44	
	Viga de Amarre de tabique 15x20	72.00	3.40	244.80	
	Columneta de amarre	90.00	1.15	310.50	
	Columneta de amarre	90.00	1.55	279.00	

	Columna CT-1	762.00	3.05	2,324.10	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	16.54	4,135.00	
	Sobrecarga (Corredor)	400.00	7.68	3,072.00	
			CARGA MUERTA	19,914.42	
			CARGA VIVA	7,207.00	
NIVEL 1	Losa Aligerada h=0.20	300.00	24.24	7,272.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	24.24	1,212.00	
	Acabados de Piso	100.00	24.24	2,424.00	
	Parapeto h=0.95	192.38	4.27	821.44	
	Tabiques h=1.55	313.88	3.40	1,067.18	
	Viga V101-30x70 eje D-D	504.00	3.30	1,663.20	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Viga de Amarre de parapeto 15x20	72.00	4.27	307.44	
	Viga de Amarre de tabique 15x20	72.00	3.40	244.80	
	Columneta de amarre	90.00	1.15	103.50	
	Columneta de amarre	90.00	1.55	139.50	
	Columna CT-1	762.00	4.15	9,486.90	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	16.54	8,270.00	
	Sobrecarga (Corredor)	400.00	7.68	3,072.00	
				CARGA MUERTA	38,072.72
			CARGA VIVA	11,342.00	20,973.00

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 3 se muestra el metrado de cargas para la columna CT-2, la cual tiene un área tributaria de 16.72 m² (zona achurada) como se muestra en la figura N°20.

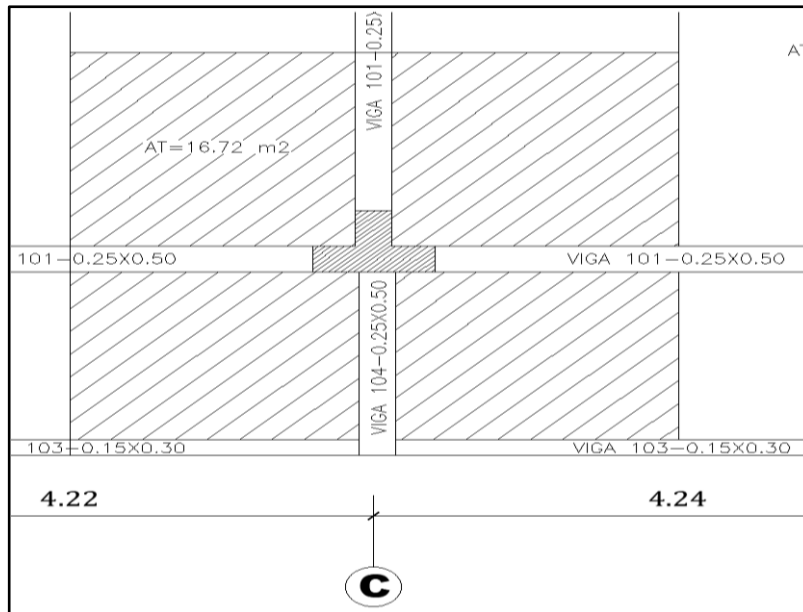


Figura N°20: Área tributaria de la columna CT-2

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°9: Metrado de cargas para columna CT-2

METRADO DE CARGAS PARA COLUMNA CT-2					
NIVEL	ELEMENTO	CARGA UNITARIA (kg/m²)	ÁREA (m²) O LONGITUD (m) TRIBUTARIA	PESO PARCIAL (kg)	PESO ACUMULADO (kg)
NIVEL 3	Losa Aligerada h=0.20	300.00	16.72	5,016.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	16.72	836.00	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	1.55	465.00	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Columna CT-2	720.00	3.05	2,196.00	
	Sobrecarga	100.00	16.72	1,672.00	
			CARGA MUERTA	10,501.76	
			CARGA VIVA	1,672.00	
NIVEL 2	Losa Aligerada h=0.20	300.00	16.72	5,016.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	16.72	836.00	
	Acabados de Piso	100.00	16.72	1,672.00	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	1.55	1,778.63	
	Parapeto h=0.95	192.38	4.23	813.75	
	Tabiques h=1.55	313.88	3.40	1,067.18	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	1.55	465.00	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Viga de Amarre de parapeto 15x20	72.00	4.23	304.56	

	Viga de Amarre de tabique 15x20	72.00	3.40	244.80	
	Columneta de amarre	90.00	1.15	310.50	
	Columneta de amarre	90.00	1.75	315.00	
	Columna CT-2	720.00	3.05	2,196.00	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	9.10	2,275.00	
	Sobrecarga (Corredor)	400.00	7.62	3,048.00	
			CARGA MUERTA	17,008.17	
			CARGA VIVA	5,323.00	
NIVEL 1	Losa Aligerada h=0.20	300.00	16.72	5,016.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	16.72	836.00	
	Acabados de Piso	100.00	16.72	1,672.00	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	1.55	1,778.63	
	Parapeto h=0.95	192.38	4.23	813.75	
	Tabiques h=1.55	313.88	3.40	1,067.18	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	1.55	465.00	
	Viga V101-25x50 eje 3-3	300.00	3.40	1,020.00	
	Viga Voladizo V104-25x50	300.00	1.80	540.00	
	Viga Parapeto V103-15x30	108.00	3.97	428.76	
	Viga de Amarre de parapeto 15x20	72.00	4.23	304.56	
	Viga de Amarre de tabique 15x20	72.00	3.40	244.80	
	Columneta de amarre	90.00	1.15	103.50	
	Columneta de amarre	90.00	1.75	157.50	
	Columna CT-2	720.00	4.15	8,964.00	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	9.10	4,550.00	
	Sobrecarga (Corredor)	400.00	7.62	3,048.00	
				CARGA MUERTA	23,411.67
			CARGA VIVA	7,598.00	14,593.00

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°10 se muestra el metrado de cargas para la columna CR-1, la cual tiene un área tributaria de 16.72 m² (zona achurada) como se muestra en la figura N°21.

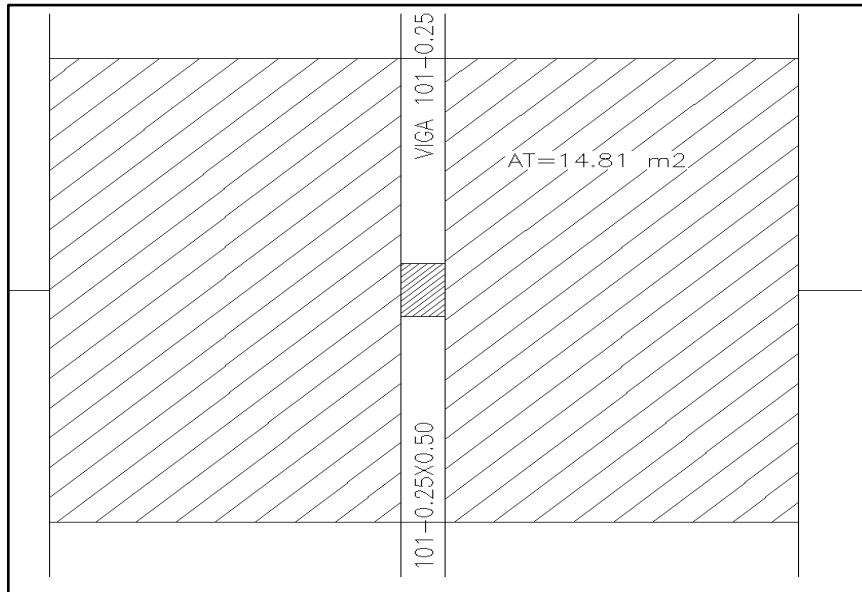


Figura N°21: Área tributaria de la columna CR-1

Fuente: Elaboración propia

Tabla N°10: Metrado de cargas para columna CR-1

METRADO DE CARGAS PARA COLUMNA CR-1					
NIVEL	ELEMENTO	CARGA UNITARIA (kg/m o kg/m²)	ÁREA (m²) O LONGITUD (m) TRIBUTARIA	PESO PARCIAL (kg)	PESO ACUMULADO (kg)
NIVEL 3	Losa Aligerada h=0.20	300.00	14.81	4,443.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	14.81	740.50	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	3.10	930.00	
	Columna CR-1	240.00	3.05	732.00	
	Sobrecarga	100.00	14.81	1,481.00	
			CARGA MUERTA	6,845.50	
			CARGA VIVA	1,481.00	
NIVEL 2	Losa Aligerada h=0.20	300.00	14.81	4,443.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	14.81	740.50	
	Acabados de Piso	100.00	14.81	1,481.00	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	3.10	3,557.25	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	3.10	930.00	
	Columna CR-1	240.00	3.05	732.00	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	14.81	3,702.50	

			CARGA MUERTA	11,883.75	
			CARGA VIVA	3,702.50	
NIVEL 1	Losa Aligerada h=0.20	300.00	14.81	4,443.00	
	Acabados (Revestimiento)	50.00	14.81	740.50	
	Acabados de Piso	100.00	14.81	1,481.00	
	Muro de Albañilería e=0.25	1,147.50	3.10	3,557.25	
	Viga V101-25x50 eje C-C	300.00	3.10	930.00	
	Columna CR-1	240.00	4.15	996.00	
	Sobrecarga (Aulas)	250.00	14.81	3,702.50	
			CARGA MUERTA	12,147.75	30,877.00
			CARGA VIVA	3,702.50	8,886.00

Fuente: Elaboración propia

4.7. Análisis Sísmico Estructural

4.7.1. Generalidades

El Perú está ubicado en el cinturón de fuego del Pacífico, esto hace que sea un país altamente susceptible a los movimientos sísmicos, es por ello, que se hace necesario analizar el desempeño de las estructuras bajo estos eventos; además, es importante restringir los desplazamientos de las edificaciones, ya que pueden generar daños a las estructuras; por eso, es indispensable cumplir con las disposiciones de la Norma E.030 Diseño Sismorresistente.

Esta norma establece las condiciones mínimas para que las edificaciones tengan un buen comportamiento ante acciones sísmicas y tiene los siguientes objetivos:

- Evitar pérdidas de vidas humanas
- Asegurar la continuidad de los servicios básicos
- Minimizar los daños a la propiedad

Además, la Norma E.030 indica que, ante sismos moderados o severos, las edificaciones tengan el siguiente comportamiento:

- Ante sismos severos las estructuras no deben colapsar ni causar daños graves a las personas, aunque podrían presentar deterioros importantes.

- Ante sismos moderados las estructuras podrían presentar daños reparables dentro de los límites aceptables, por lo que debería seguir operativa después del sismo.

4.7.2. Descripción de la estructura

La estructura proyectada es un pabellón de 03 niveles que contiene 03 aulas de clase por nivel con un área de 61.00 m² cada una y tiene una altura de entrepiso de 3.05 m, adicionalmente, cuenta con una escalera de 2.025 m de ancho que comunica a los diferentes niveles, esta escalera es una estructura independiente de la estructura principal porque cuenta con una junta de 2". En la Figura N°22 se muestra el modelo base de la estructura proyectada.

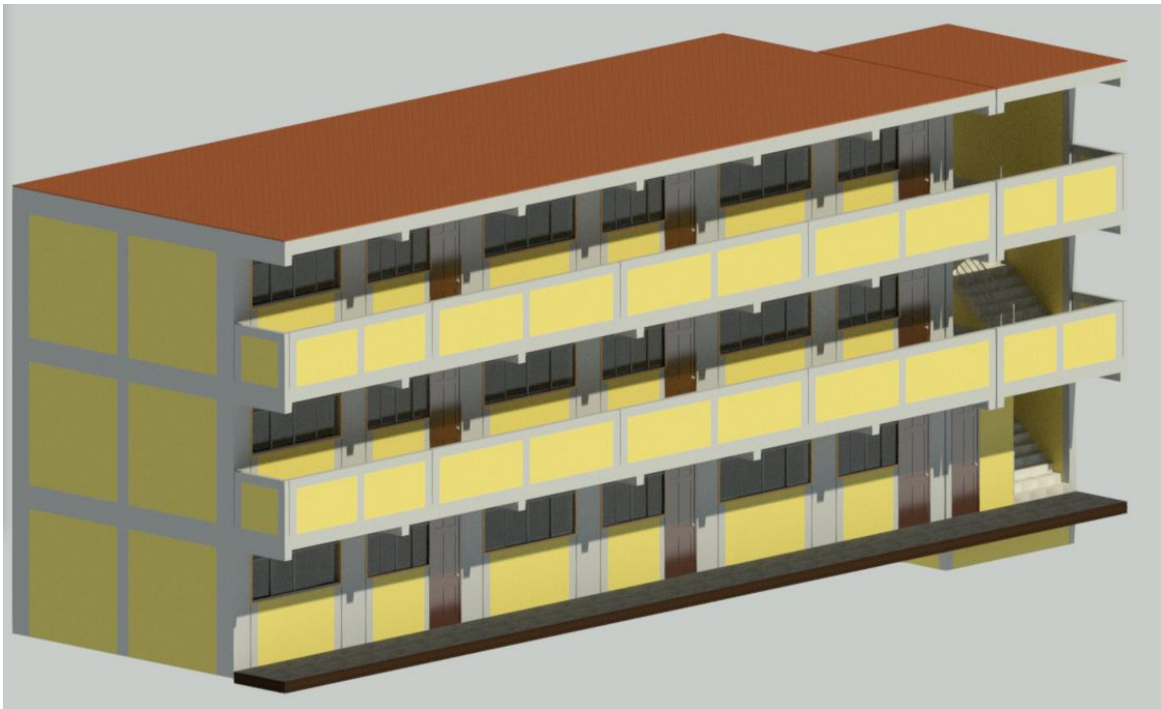


Figura N°22: Modelo base de la estructura

Fuente: Elaboración propia-REVIT

4.7.2.1. Ubicación del proyecto

- Distrito: Nuevo Chimbote.
- Provincia: Santa.
- Departamento: Ancash.

4.7.2.2. Información General

- Uso: Centro Educativo, (Categoría A2, tabla N°5, Norma E.030.)
- Sistema de techado: Losas aligeradas Unidireccionales.
- Desplante: -1.50m, medido desde el nivel de terreno natural, según curvas de nivel de los planos topográficos.

4.7.2.3. Características de los Materiales

❖ Concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$

- Resistencia a la compresión $f'c = 210.00\text{kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_c = 15000\sqrt{f'c} = 218819.79 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson $\mu = 0.20$
- Módulo de Corte $G = 91174.91 \text{ kg/cm}^2$
-

❖ Acero de Refuerzo

- Acero Corrugado, grado 60: $f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$

❖ Suelo de fundación

- Capacidad portante del suelo
- ✓ Si $D_f=1.50\text{m}$, medido desde el nivel de terreno natural, con cualquier ancho de zapata, se tiene $Q_{adm} = 1.414 \text{ kg/cm}$

4.7.2.4. Normas Empleadas

- Metrado de cargas: Norma E.020 de Cargas
- Análisis Sismo Resistente: Norma E.030 Diseño Sismo Resistente.
- Diseño de Cimentaciones: Norma E.050 de Suelos y Cimentaciones.
- Diseño de Concreto: Norma E.060 de Concreto Armado.

4.7.3. Parámetros de Diseño

4.7.3.1. Zonificación

La Norma E.030 divide al territorio nacional en cuatro zonas sísmicas, el cual se basa en la distribución de la sismicidad observada, las características generales de los sismos y en la información geotectónica. En la Figura N°23 se muestra las zonas sísmicas y su factor de zona.

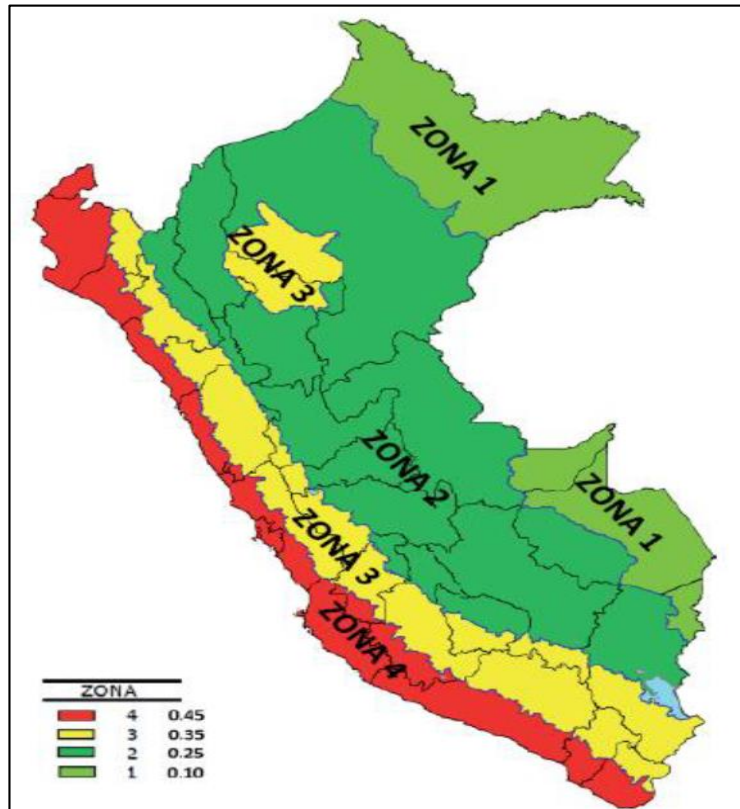


Figura N°23: Mapa de Zonificación Sísmica
Fuente: Norma E.030

Además, la Norma asigna un factor “Z” a cada zona del territorio nacional, este factor se interpreta como la máxima aceleración del terreno con una probabilidad de 50 años en ser excedida. (Ver tabla N°11).

Tabla N°11: Factores de Zona “Z”

FACTORES DE ZONA “Z”	
ZONA	Z
4	0.45
3	0.35
2	0.25
1	0.10

Fuente: Norma E.030

El proyecto se encuentra ubicado en el Distrito de Nuevo Chimbote, Región Ancash, por lo tanto, pertenece a la zona 4 y le corresponde un factor $Z=0.45$.

4.7.3.1. Condiciones Geotécnicas

La Norma E.030 clasifica a los perfiles de suelo tomando en cuenta sus propiedades mecánicas, espesor del estrato y la velocidad promedio de propagación de las ondas de corte, además de los periodos de vibración de cada tipo de suelo, de esta clasificación se obtiene un valor “S” y “T_P” y T_L” para cada tipo de suelo. En la tabla N°12 y N°13 se muestra los factores de suelo “S” y los valores de T_P y T_L.

Tabla N°12: Factores de Suelo “S”

FACTOR DE SUELO “S”				
ZONA/SUELO	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
Z4	0.80	1.00	1.05	1.10
Z3	0.80	1.00	1.15	1.20
Z2	0.80	1.00	1.20	1.40
Z1	0.80	1.00	1.60	2.00

Fuente Norma E.030

Tabla N°13: Periodos T_P y T_L

PERIODOS “T _P ” Y “T _L ”				
	Perfil del Suelo			
	S ₀	S ₁	S ₂	S ₃
T _P (S)	0.3	0.4	0.6	1.0
T _L (S)	3.0	2.5	2.0	1.6

Fuente Norma E.030

Según el Estudio de Mecánica de Suelos realizado en el proyecto, el suelo es de tipo S₁, por lo tanto, le corresponde un valor de S₁=1.00, además un valor de T_P=0.4 y T_L=2.50.

4.7.3.2. Factor de Ampliación Sísmica (C)

De acuerdo a las características de sitio la Norma E.030 define el factor de ampliación sísmica con las siguientes expresiones:

$T < T_P$	$C = 2.5$
$T_P < T < T_L$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_P}{T} \right)$
$T > T_L$	$C = 2.5 * \left(\frac{T_P * T_L}{T^2} \right)$

Este factor como la ampliación de la aceleración estructural respecto de la aceleración del suelo.

Donde T es el periodo fundamental de la estructura, el cual será calculado más adelante en el análisis modal.

4.7.3.3. Categoría de la Edificación y Factor de Uso (U)

La Norma E.030 clasifica cada estructura de acuerdo a las categorías y le asigna un factor de uso o importancia "U". En la tabla N°14 se indica el factor de Uso "U".

Según el Artículo 12, tabla N°5, de la Norma E.030, las edificaciones corresponden a un centro educativo, por lo tanto, la estructura se clasifica como categoría A2, edificaciones esenciales, entonces se tiene un factor de uso $U=1.50$.

Tabla N°14: Factores de Uso

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

Fuente: Norma E.030

4.7.3.4. Sistemas Estructurales y Coeficiente Básico de Reducción de las Fuerzas Sísmicas (R_0)

La Norma E.030 clasifica los sistemas estructurales según los materiales usados y el sistema de estructuración, además le asigna un factor de reducción de fuerzas sísmicas a cada sistema estructural para cada dirección de análisis. En el cuadro N°15 se muestra los sistemas estructurales y su coeficiente de reducción R_0 .

Tabla N°15: sistemas estructurales y su coeficiente de reducción

SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coeficiente Básico de Reducción R_0
Acero:	
Pórticos Especiales Resistente a Momentos (SMF)	8

Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	7
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	6
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	8
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	6
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
Concreto Armado:	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
Albañilería armada o confinada	3
Madera (Por esfuerzos admisibles)	7

Fuente: Norma E.030

Para este proyecto se usó el sistema estructural de pórticos de concreto armado en las direcciones X e Y, por lo tanto, le corresponde un factor $R_0=8$.

4.7.3.5. Coeficiente de Reducción de las Fuerzas Sísmicas

Según la Norma E.030 este factor se determina como el producto del coeficiente R_0 y los factores de Irregularidades I_a e I_p , este proyecto no presenta irregularidades ni en planta ni en altura por lo que los factores de irregularidad son iguales a 1.

$$R_0 = 8$$

$$I_a = 1$$

$$I_p = 1$$

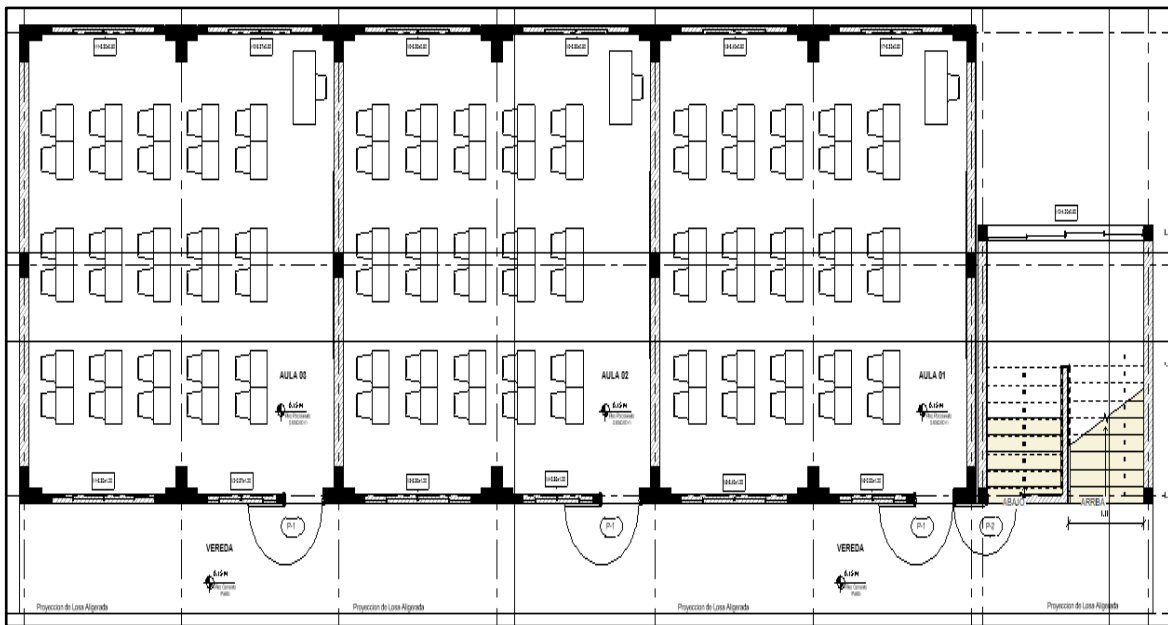
$$R = R_0 * I_a * I_p$$

$$R = 8 * 1 * 1 = 8$$

4.7.3.6. Configuración Estructural

La configuración estructural no presenta irregularidades ni en planta ni en altura, por lo que se puede decir que es una estructura regular, la Norma E.030 indica que para estructuras regulares los desplazamientos laterales del análisis lineal y elástico se calculan multiplicando por $0.75R$, por lo tanto, para la estructura en estudio le corresponde un factor de reducción de $R_x=6$ y $R_y=6$. En la Figura N°24 se muestra la configuración estructural del proyecto.

Figura N°24. Vista de Planta de arquitectura



Fuente: Elaboración Propia

4.7.4. Análisis Sísmico Estático

Según el artículo 25 de la Norma E.030 este método representa las demandas sísmicas mediante un conjunto de fuerzas que actúan en el centro de masas de cada nivel de la estructura; además recomienda que se puede utilizar este método para analizar estructuras regulares de concreto armado menores a 30 m de altura, y edificaciones de albañilería armada o confinada menores a 15 m de altura.

Para realizar este análisis se requiere de los siguientes parámetros:

4.7.4.1. Peso de la Estructura

La Norma E.030 establece que el peso total de la estructura se calcula adicionando a la carga permanente un porcentaje de la carga viva, el cual depende de la categoría de la edificación, este proyecto es de categoría A2, por lo que se debe tomar el 50% de la carga viva. En la tabla N°16 se muestra el peso de la edificación.

Tabla N°16: Pesos de la Edificación

NIVEL	Carga Muerta (ton)	Carga Viva (ton)	Carga Muerta +50% Carga Viva (ton)
TERCER NIVEL	157.65	12.30	169.95
SEGUNDO NIVEL	182.25	30.74	212.99
PRIMER NIVEL	191.93	30.74	222.67
PESO TOTAL			605.62

Fuente: Elaboración Propia

4.7.4.2. Fuerza Cortante en la Base

La norma establece que la fuerza cortante en la base en cada dirección de la estructura se calcula con la expresión:

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

Donde el valor mínimo de C debe ser:

$$\frac{C}{R} \geq 0.11$$

Tabla N°17: Fuerza cortante en cada dirección de análisis

	Dirección X-X	Dirección Y-Y
Z	0.45	0.45
U	1.5	1.5
C	2.5	2.5
S	1	1
T	0.29	0.29
TP	0.4	0.4

T<TP	0.29 < 0.40	0.29 < 0.40
TL	2.5	2.5
R	8	8
C/R>0.11	0.3125 OK	0.3125 OK
ZUCS/R	0.2109375	0.2109375
P (ton)	605.62	605.62
V(ton)	127.75	127.75

Fuente: Elaboración Propia

4.7.5. Análisis Dinámico Modal Espectral

La Norma E.030 indica que cualquier estructura puede ser diseñada usando análisis dinámicos por combinación modal espectral, para este análisis la norma establece que se consideraran aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sean mayores o iguales al 90% de la masa total, pero se tomara en cuenta por lo menos los tres primeros modos de vibración predominantes en cada dirección de análisis.

4.7.5.1. Modal Estructural

El modelo base proyectado desde la arquitectura fue vinculado al proyecto estructural usando el software Revit 2018, posteriormente este modelo estructural fue exportado al Software Etabs 17.0.1, todos los parámetros de análisis y diseño fueron asignadas en el modelo de Etabs, adicionalmente se usó el criterio de aislar la estructura de la escalera, es por ello que para el análisis solo se consideró a la estructura de las aulas, ya que para escalera se hizo otro análisis. En la Figuras N°25, N°26 y N°27 se muestra el modelo arquitectónico y el modelo estructural en Revit, y el modelo exportado de Revit a Etabs.

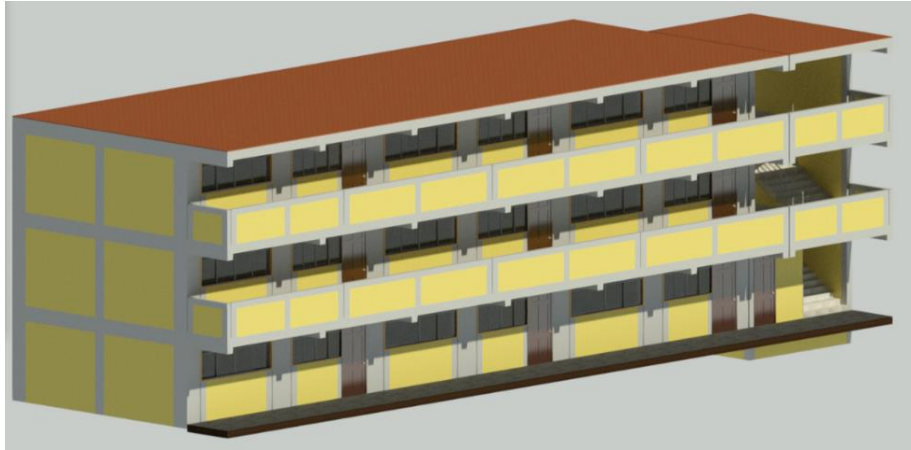


Figura N°25: Modelo Arquitectónico
Fuente: Elaboración Propia - Software Revit

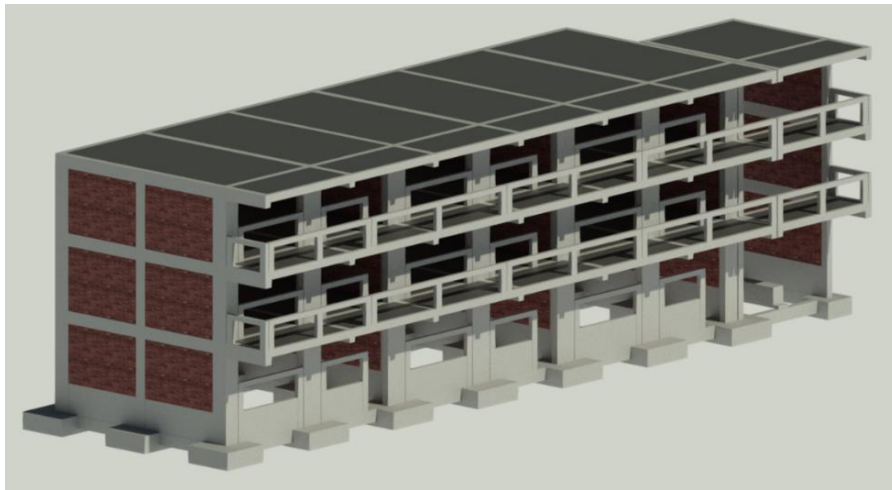


Figura N°26: Modelo Estructural
Fuente: Elaboración Propia - Software Revit

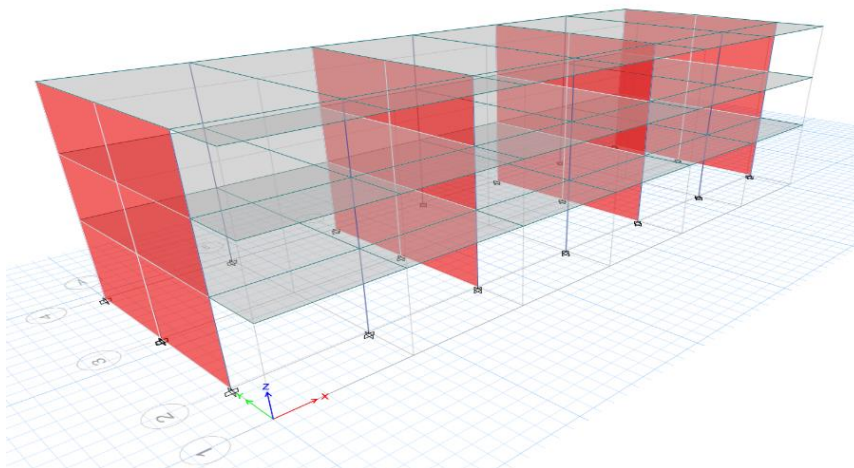


Figura N°27: Modelo Estructural en Etabs
Fuente: Elaboración Propia-Software Etabs

4.7.5.2. Procedimiento de Análisis

En primer lugar, se verifico las dimensiones de los elementos estructurales establecidos en el pre dimensionamiento, luego se establecieron las características de los materiales como:

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

- Resistencia a la compresión $f'c = 210.00\text{kg/cm}^2$
- Módulo de elasticidad $E_c = 15000\sqrt{f'c} = 218819.79 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson $\mu = 0.20$
- Módulo de Corte $G = 91174.91 \text{ kg/cm}^2$

Acero de Refuerzo

- Acero Corrugado, grado 60: $f_y = 4200.00 \text{ kg/cm}^2$

4.7.5.3. Patrones de Carga

Se definieron los patrones de carga, considerando Carga Muerta (CM) el peso propio de la edificación, Carga Viva (CV) como la sobrecarga cuyos valores están establecidos en Norma E.020 y Sobrecarga Permanente (SC) que se refiere al peso de los acabados, aparatos electrónicos.

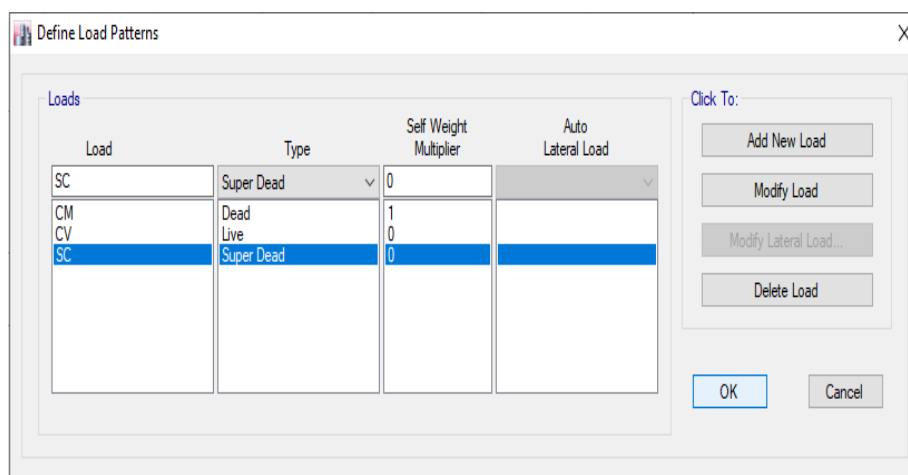


Figura N°28: Patrones de carga

Fuente: Elaboración Propia - Etabs

4.7.5.4. Espectro de Pseudo – aceleraciones

La Norma E.030 establece que, para cada una de las direcciones en análisis, se debe utilizar un espectro inelástico de pseudo -aceleraciones, dicho espectro está definido por:

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

Para el proyecto se tiene un factor de zona $Z=0.45$, el factor de uso $U=1.5$, el coeficiente de amplificación sísmica $C=2.50$, factor de suelo $S=1.0$, el coeficiente de reducción de fuerzas sísmicas $R=8$, y la aceleración de la gravedad $g=9.81 \text{ m/s}^2$. En tabla N°18 se muestra los valores de S_a y en la Figura N°28 se muestra el grafico de pseudo-aceleraciones para cada dirección de análisis.

Tabla N°18: Valores de S_a

T	C	ZUCS/R
0	2.5	0.2109375
0.08	2.5	0.2109375
0.1	2.5	0.2109375
0.18	2.5	0.2109375
0.2	2.5	0.2109375
0.3	2.5	0.2109375
0.4	2.5	0.2109375
0.45	2.222222	0.1875
0.5	2	0.16875
0.55	1.818182	0.15340909
0.6	1.666667	0.140625
0.65	1.538462	0.12980769
0.7	1.428571	0.12053571
0.75	1.333333	0.1125
0.8	1.25	0.10546875
0.85	1.176471	0.09926471

0.9	1.111111	0.09375
0.95	1.052632	0.08881579
1	1	0.084375
1.6	0.625	0.05273438
2	0.5	0.0421875
2.5	0.4	0.03375
3	0.277778	0.0234375
4	0.15625	0.01318359
5	0.1	0.0084375
6	0.069444	0.00585938
7	0.05102	0.00430485
8	0.039063	0.0032959
9	0.030864	0.00260417
10	0.025	0.00210938

Fuente: Elaboración Propia

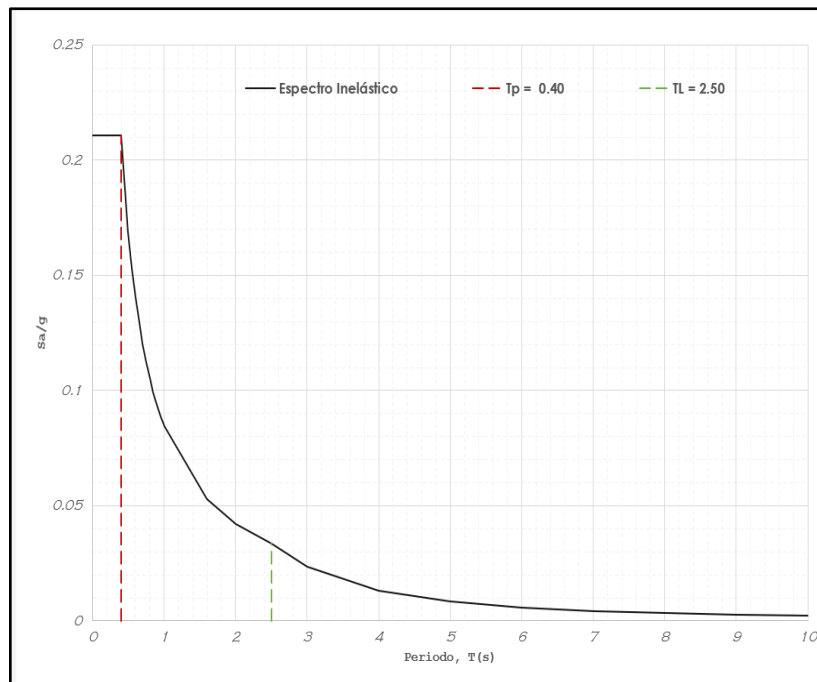


Figura N°29: Espectro de pseudo-aceleraciones en X e Y

Fuente: Elaboración Propia

4.7.5.5. Casos de Carga

Para el presente proyecto se consideró los siguientes casos de cargas establecidos en el software Etabs.

Tabla N°19: Casos de Carga

Nombre	Tipo
CM	Linear Static
SC	Linear Static
CV	Linear Static
SISMO X	Response Spectrum
SISMO Y	Response Spectrum
Torsión SISMO X	Linear Static
Torsión SISMO Y	Linear Static

Fuente: Elaboración Propia

4.7.5.6. Fuerza Cortante en la Base

Luego de analizar la estructura mediante el análisis modal espectral se obtuvo las fuerzas cortantes en la base de la estructura para cada dirección.

Tabla N°20: Cortante basal de la estructura

	SISMO X-X (ton)	SISMO Y-Y (ton)
Base	131.84	145.49

Fuente: Elaboración Propia

La norma E.030 indica que, para cada una de las direcciones analizadas, la fuerza cortante dinámica (V_{din}) no puede ser menor que 80% de la cortante estática (V_{est}) para estructuras regulares, mientras que para estructuras irregulares indica que la fuerza cortante dinámica (V_{din}) no puede ser menor que 90% de la cortante estática (V_{est}).

Este proyecto es una estructural regular tanto en planta como en altura, por lo tanto, la cortante dinámica (V_{din}) debe ser mayor o igual que el 80% de la cortante estática (V_{est}).

Tabla N°21: Cortante Estática y Dinámica

Fuerza Cortante en la Base						
Cortante	F_x (ton)	F_y (ton)	80%Vest X	80%Vest Y	Factor de Escala en X	Factor de escale en Y
V_{est}	127.75	127.75	102.20	102.20	0.78	0.70
V_{din}	131.84	145.49	OK	OK		

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar no es necesario escalar la cortante basal en ninguna de las direcciones en análisis, porque $V_{dinx}=131.84 > 102.20$ ton. y $V_{diny}=145.49 > 102.20$ ton., por lo tanto, se está cumpliendo con lo establecido en la Norma E.030.

4.7.5.7. Modos de Vibración

La Norma E.030 indica que se considerarán aquellos modos de vibración cuya suma de masas efectivas sea por lo menos el 90% de la masa total de la estructura, pero se tomará en cuenta los tres primeros modos en cada dirección de análisis. Tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tabla N°22: Modos de vibración

Case	Mo do	Period Seg	UX	UY	UZ	Sum UX	Sum UY	Sum UZ
Modal	1	0.434	0.887	0	0	0.887	0	0
Modal	2	0.253	0	0.9183	0.0006	0.887	0.9183	0.0006
Modal	3	0.238	0.0008	0.0001	0	0.8878	0.9184	0.0006
Modal	4	0.124	0.0977	0	0	0.9855	0.9184	0.0006
Modal	5	0.097	0	0.0203	0.0304	0.9855	0.9388	0.031
Modal	6	0.094	0.0001	2.567E-05	0.0001	0.9856	0.9388	0.0311
Modal	7	0.093	0	0.0073	0.0449	0.9856	0.9461	0.076
Modal	8	0.092	3.146E-06	1.169E-05	3.649E-05	0.9856	0.9461	0.0761
Modal	9	0.091	0	0.0002	0.0006	0.9856	0.9463	0.0767
Modal	10	0.089	0	0.0018	0.0045	0.9856	0.9481	0.0812
Modal	11	0.087	1.181E-05	0	0	0.9856	0.9481	0.0812
Modal	12	0.086	6.582E-07	2.704E-06	8.201E-07	0.9856	0.9481	0.0812

Fuente: Elaboración Propia

Como se puede observar la participación modal de la estructura superan el 90% de masas efectivas establecidas por la Norma E.030, en la dirección X se tiene una participación de masas del 98.56%, mientras que en la dirección Y se tiene una participación de masas del 94.81%.

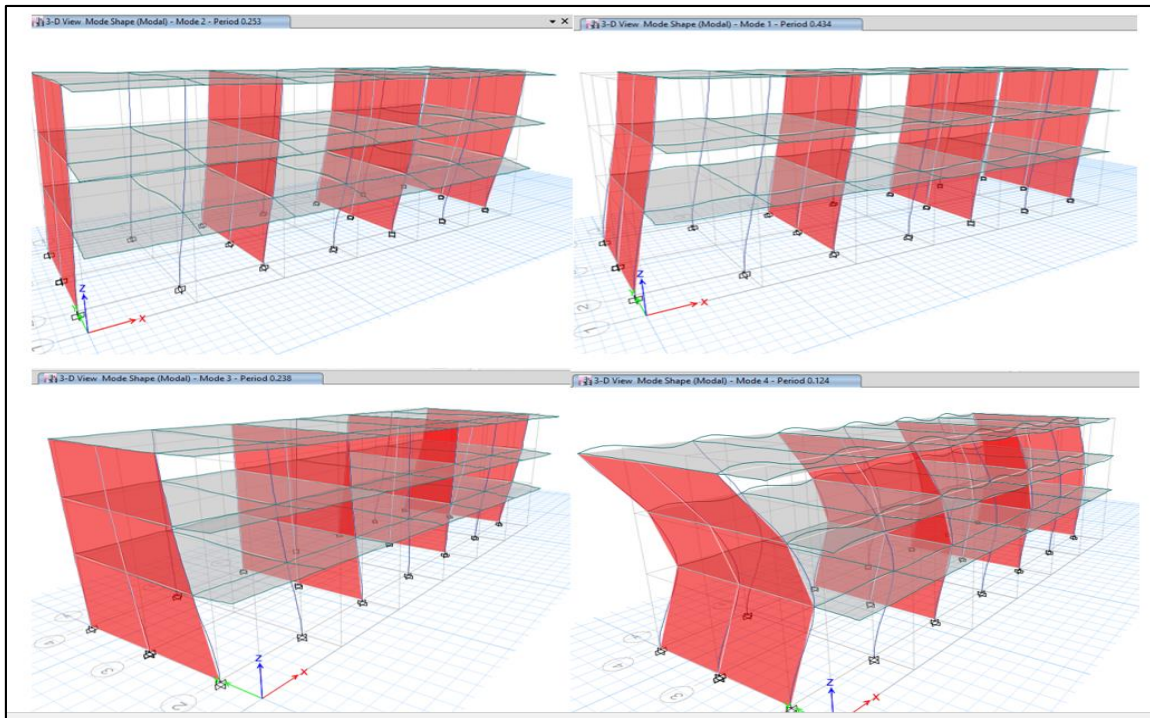


Figura N°30: Modos de Vibración

Fuente: Elaboración Propia -Etabs

4.7.5.8. Desplazamientos Relativos de Entrepiso y Derivas

Se analiza los desplazamientos relativos, y las derivas o drifts para cada dirección con el sismo del análisis dinámico, los cuales serán menores a 0.007, amplificados por el factor de reducción $R_x=8$ y $R_y=8$, y el factor 0.75, es decir multiplicados por 6, para ambas direcciones de análisis, en estructuras regulares, para conseguir los desplazamientos elásticos, según norma E.030. En la tabla N°23 y N°24 se muestra las derivas de entrepisos en cada dirección.

Tabla N°23: Derivas de piso en la Dirección X

Derivas de Entrepiso					
Niveles					

	Desplazamiento de entrepiso (cm)	Altura de Entrepiso (cm)	Desplazamiento Acumulado (cm)	Derivas de Entrepiso	Deriva 0.75R
1º Nivel	0.3626	405.00	0.3626	0.00089	0.0053
2º Nivel	0.3629	305.00	0.7255	0.0011	0.0070
3º Nivel	0.2646	305.00	0.9901	0.00087	0.0052

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°24: Derivas de piso en la Dirección Y

Niveles	Desplazamiento de entrepiso (cm)	Altura de Entrepiso (cm)	Desplazamiento Acumulado (cm)	Derivas de Entrepiso	Deriva 0.75R
1º Nivel	0.2260	405.00	0.2260	0.00056	0.0033
2º Nivel	0.1581	305.00	0.3841	0.00052	0.0031
3º Nivel	0.0864	305.00	0.4705	0.00028	0.0017

Fuente: Elaboración Propia

Los cuadros muestran que en la dirección X el desplazamiento acumulado fue de 1.1209 cm con una máxima deriva de entrepiso de 0.007, mientras que en la dirección Y el desplazamiento acumulado fue de 0.4885 cm con una máxima deriva de entrepiso de 0.0035, como se puede observar en la dirección Y las derivas son menores que en la dirección X, esto se debe a que en esa dirección se tiene pórticos de concreto armado con muros de albañilería, lo que le aporta más rigidez a la estructura.

4.8. Diseño de Elementos de Concreto Armado

Luego de haber realizado el análisis sísmico estructural y comprobar que la estructura planteada cumple con los requisitos establecidos en la NTP E.030 Diseño Sismorresistente, se procedió a diseñar los diferentes elementos estructurales, teniendo en cuenta los parámetros señalados en la NTP E.060

Concreto Armado, que indica que para el diseño de estructuras de concreto armado se debe utilizar el método de Diseño Por Resistencia y que en todas las secciones de los elementos estructurales deberá cumplirse con:

$$\phi R_n \geq R_u$$

Dónde:

R_n= Resistencia de Diseño

R_u= Resistencia Requerida

φ=Factor de reducción de resistencia

Además, la norma E.060 establece que las Resistencias Requeridas (U) deberán ser como mínimo:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

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

$$U = 0.90CM \pm CS$$

Dónde:

U=Resistencia Requerida

C_v= Carga Viva

CM= Carga Muerta

C_s= Carga de Sismo

La norma E.060 indica que las Resistencias de Diseño (φR_n) proporcionada por un elemento estructural está en términos de flexión, carga axial, cortante y torsión; estas resistencias deberán multiplicarse por los factores (φ) de reducción de resistencia que se indican a continuación:

Flexión sin carga axial.....	0.90
Flexión con carga axial de tracción.....	0.90
Elementos con refuerzo en espiral	0.75
Cortante y torsión	0.85
Aplastamiento del concreto	0.70

4.8.1. Diseño de Losas Aligeradas

Las losas aligeradas cumplen la función de transmitir las cargas que actúan sobre ella, hacia sus elementos de apoyo como vigas y columnas, además también funcionan como diafragma rígido porque permite unir todos los elementos de la estructura, logrando que esta tenga un comportamiento uniforme y que su deformación sea la misma en los distintos niveles.

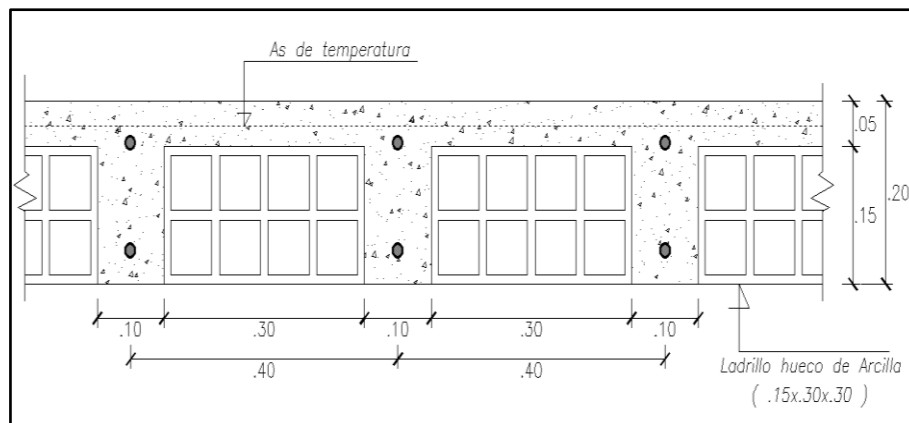


Figura N°31: Losa Aligerada h=20 cm

Fuente: Elaboración Propia

4.8.1.1. Diseño por Flexión

Para el diseño de la losa aligerada se usó el método de los coeficientes que se indica en la Norma E.060, esta se diseñará como viga T y se usará un ancho de franja de 40 cm, y se deberá comprobar que la zona comprimida se encuentre dentro de los 5 cm, es por ello que para momentos positivos se usará un ancho "b" de 40 cm y para momento negativos se usará un ancho de 10 cm; además este tipo de elementos no recibe esfuerzos de sismos considerables, por lo que la hipótesis de carga será:

$$U = 1.4CM + 1.7CV$$

4.8.1.2. Diseño por Cortante

Debido a que en las losas aligeradas no se colocan estribos, el concreto debe tomar todos los esfuerzos cortantes que se generen, además la Norma E.060 indica que se puede incrementar en un 10% la resistencia del

concreto de las losas aligeradas y losas nervadas, por lo tanto, la resistencia de diseño por fuerza cortante será:

$$\phi V_c = 1.10 * \phi * 0.53 \sqrt{f'_c} * b_w d$$

Dónde:

V_c = Resistencia Nominal al cortante

ϕ = 0.85

f'_c =Resistencia a la compresión del concreto

b_w = Ancho de la viga

d = Peralte efectivo de la losa

Luego de determinar la resistencia al cortante de la losa aligerada, esta debe ser mayor que el esfuerzo cortante último V_u , en caso esto no sea así, se tendrá que ensanchar las viguetas retirando los ladrillos alternadamente para aumentar el ancho de las viguetas y que estas tengan una mayor resistencia al cortante.

4.8.1.3. Refuerzo por Contracción y Temperatura

La Norma E.060 indica en el capítulo 9.7.2 la cuantía mínima de refuerzo por contracción y temperatura que se deberá proporcionar en las losas, según el tipo de acero que se utilice.

- Barras lisas	0,0025
- Barras corrugadas con $f_y < 420$ MPa	0,0020
- Barras corrugadas o malla de alambre (liso o corrugado) de intersecciones soldadas, con $f_y \geq 420$ MPa	0,0018

Figura N°32: Cuantía de refuerzo por contracción y temperatura en losas.

Fuente: NTP E.060.

4.8.1.4. Corte del Refuerzo

Con el objetivo de uniformizar el corte del refuerzo en la losa aligerada se siguieron los criterios:

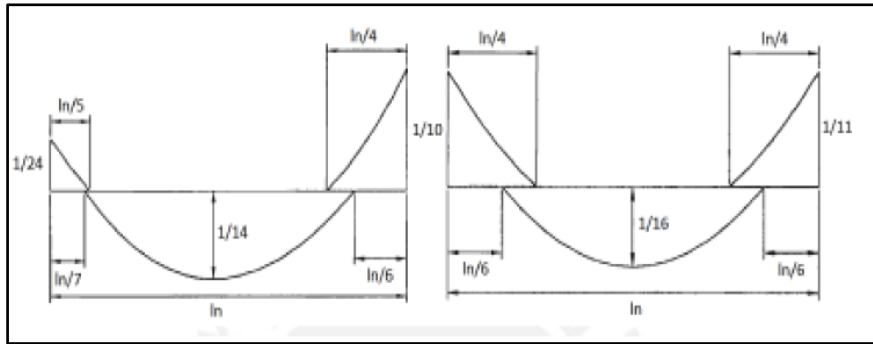


Figura N°33: Criterios para uniformizar el corte del refuerzo

Fuente: Jorge Gallegos

Estos puntos de corte permiten uniformizar el refuerzo colocado en función de la luz libre de cada tramo, este método es de carácter práctico y normalmente cumple con los requisitos establecidos en las normas.

4.8.1.5. Control de deflexiones

En la tabla N°25 sacada de la Norma E.060 en el capítulo 9.6.2 indica los espesores mínimos para no verificar deflexiones en elementos armados en una dirección como aligerados, losas macizas y vigas.

Tabla N°25: Espesores mínimos

	Espesor o peralte mínimo, h			
	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Elementos	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.			
Losas macizas en una dirección	$\frac{\ell}{20}$	$\frac{\ell}{24}$	$\frac{\ell}{28}$	$\frac{\ell}{10}$
Vigas o losas nervadas en una dirección	$\frac{\ell}{16}$	$\frac{\ell}{18,5}$	$\frac{\ell}{21}$	$\frac{\ell}{8}$

Fuente: NTE E.060

4.8.2. Ejemplo de Diseño

A continuación, se presentará el diseño de la losa aligerada de la estructura planteada, el cual tiene un peralte de $h=0.20$ m.

4.8.2.1. Diseño por flexión

El diseño por flexión de la losa aligerada en estudio se hizo con el método de los coeficientes proporcionados por la Norma E.060, teniendo $W_u=0.394$ tn/m obtenido en el metrado de cargas, para el diseño de acero de refuerzo se usó las siguientes ecuaciones:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - a/2)}$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b}$$

Dónde:

d = Peralte de losa
 A_s = acero de refuerzo (cm²)
 M_u = Momento ultimo (tn-m)
 ϕ = 0.90
 F_y = Resistencia de fluencia del acero
 f'_c = Resistencia a la compresión del concreto
 b = ancho de la vigueta

Tabla N°26: Diseño por flexión de la losa aligerada.

	TRAMO 1-2			TRAMO 2-3			TRAMO 3-4			TRAMO 4-5			TRAMO 5-6		
	Mizq (-)	Mpos (+)	Mder (-)	Mizq (-)	Mpos (+)	Mder (-)	Mizq (-)	Mpos (+)	Mder (-)	Mizq (-)	Mpos (+)	Mder (-)	Mizq (-)	Mpos (+)	Mder (-)
Mu	0.25	0.43	0.62	0.63	0.39	0.57	0.56	0.39	0.57	0.58	0.40	0.57	0.63	0.45	0.26
As (cm²)	0.44	0.75	1.07	1.09	0.68	0.98	0.98	0.67	0.99	1.00	0.69	0.99	1.09	0.78	0.45
Cuantía	0.003	0.004	0.006	0.006	0.004	0.006	0.006	0.004	0.006	0.006	0.004	0.006	0.006	0.005	0.003
Cuantía máxima	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
Cuantía mínima	0.003	0.0033	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
As máx. (cm²)	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71	2.71
As min (cm²)	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411	0.411
As colocado	0.375	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.375
As colocado (cm²)	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29	1.29

Fuente: Elaboración Propia

4.8.2.2. Diseño por cortante

Para el diseño por fuerza cortante se deberá verificar que $\phi V_c \geq V_u$ para ello se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Cortante admisible:

$$\phi V_c = 1.10 * \phi * 0.53 \sqrt{f'c} * b_w d$$

$$\phi V_c = 1.10 * 0.85 * 0.53 \sqrt{210} * 10 * 17$$

$$\phi V_c = 1220.80 \text{ kg} = 1.22 \text{ tn}$$

Cortante Último:

$$V_u = \frac{W_u * l_n}{2} = \frac{0.394 * 3.97}{2}$$

$$V_u = 0.782 \text{ tn}$$

Se verifica el cumplimiento de:

$$\phi V_c \geq V_u$$

$$1.22 \geq 0.782 \quad OK$$

Como se puede observar se está cumpliendo con lo requerido por la norma E.060 $\phi V_c \geq V_u$, con lo cual no será necesario ensanchar las viguetas.

4.8.2.3. Refuerzo por temperatura

El refuerzo por contracción y temperatura se calculará con la cuantía mínima especificada en la E.060, para un ancho tributario de 1.00 m y teniendo un peralte de $h=5$ cm

$$A_s = \rho * b * h = 0.0018 * 100 * 5$$

$$A_s = 0.90 \text{ cm}^2$$

Calculando separación "s" del refuerzo usando acero de $\phi 1/4$ ":

$$S = \frac{A_s \phi * b}{A_s} = \frac{0.71 * 100}{0.90} = 78.88 \text{ cm}$$

Como la separación calculada excede la máxima permitida de 400 mm, la norma indica que la separación será: $5h= 25$ cm

Por lo tanto, el acero por temperatura será:

$$A_{st}: \phi 1/4 @ 0.25 \text{ m}$$

4.8.2.4. Control de deflexiones

La Norma E.060 indica que no se verificará deflexiones en vigas o losas en donde el peralte mínimo será $\frac{ln}{16}$ y teniendo una luz libre máxima de 3.97 m, entonces se tiene:

$$\frac{ln}{16} = \frac{3.97}{16} = 0.248$$

Como se puede observar, para no verificar deflexiones en la losa aligerada se requiere un peralte mínimo de 0.248 m, pero el peralte de la losa aligerada planteada en la estructura es de 0.20 m; por lo tanto, se colocará una vigueta de amarre en el centro del paño, perpendicular a la dirección de armado de la losa con el fin de acortar la luz libre y no verificar deflexiones, las dimensiones de la vigueta serán las mismas que las viguetas diseñadas, es decir tendrá un ancho de 0.10 m y llevara acero de refuerzo de $\varnothing 1/2''$ en la parte superior e inferior.

4.8.2.5. Corte de acero

Para el corte del acero de la losa aligerada se usará el criterio antes mencionado, teniendo en cuenta que este recorte se hará en el acero negativo de la losa, mientras que el acero positivo será uniforme en toda la longitud del paño. Por lo tanto, la losa quedará armada de la siguiente manera:

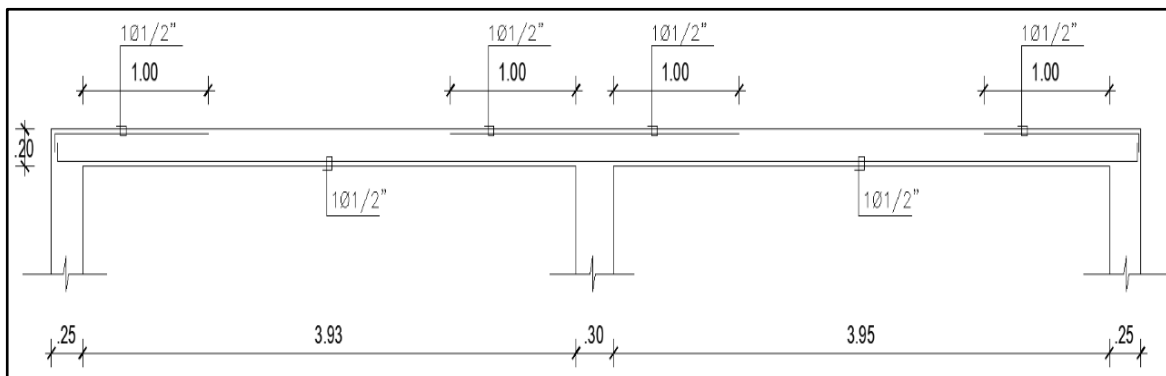


Figura N°34: Acero en la losa aligerada

Fuente: Elaboración Propia

4.8.3. Diseño de Vigas

Las vigas cumplen roles muy importantes en una estructura porque permiten la transmisión de cargas de las losas hacia los elementos verticales, y además ayudan a controlar los desplazamientos laterales porque junto con las columnas, forman pórticos resistentes a fuerzas externas como sismo o viento.

4.8.3.1. Diseño por flexión

Para el diseño por flexión de vigas, se usó el software Etabs 17.0.1, el cual diseña con los parámetros del ACI 318-14.

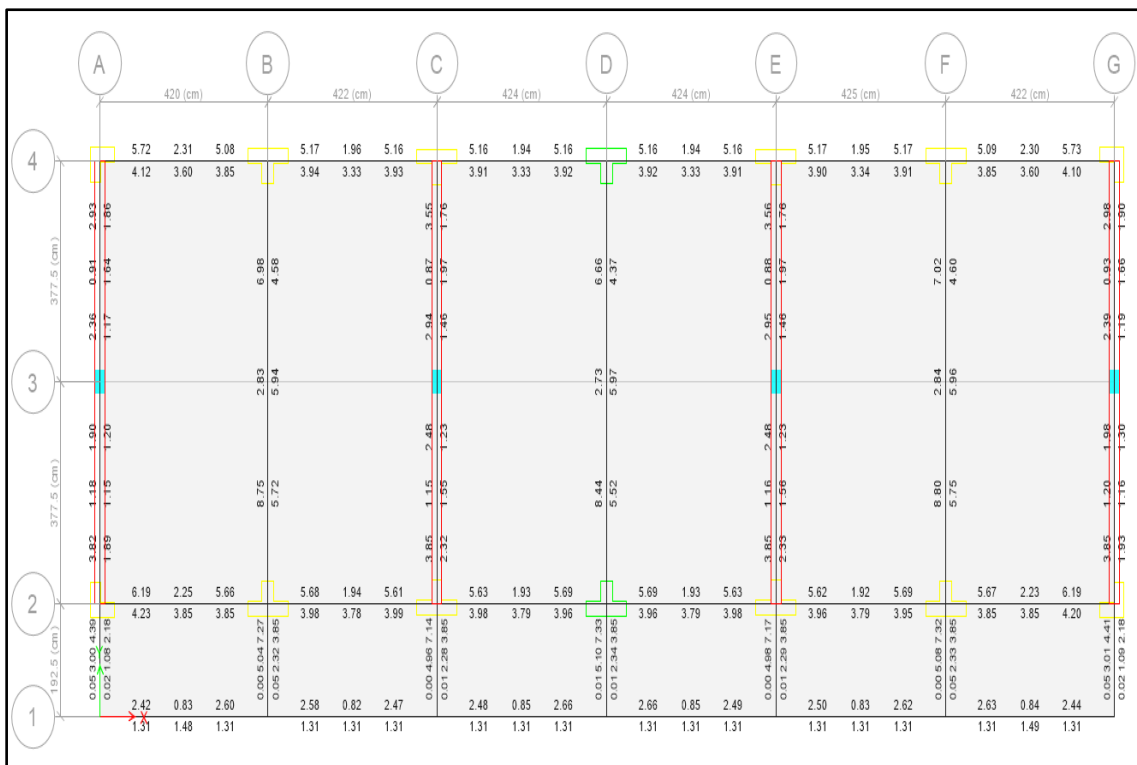


Figura N°35: Áreas de acero requerido en la estructura

Fuente: Elaboración Propia

Para efectos de comprobación se diseñará la viga del eje B-B que tiene una sección de 30x70 cm. el cual estará diseñada con los parámetros establecidos por la Norma E.060 del RNE. Ver figura N°36.

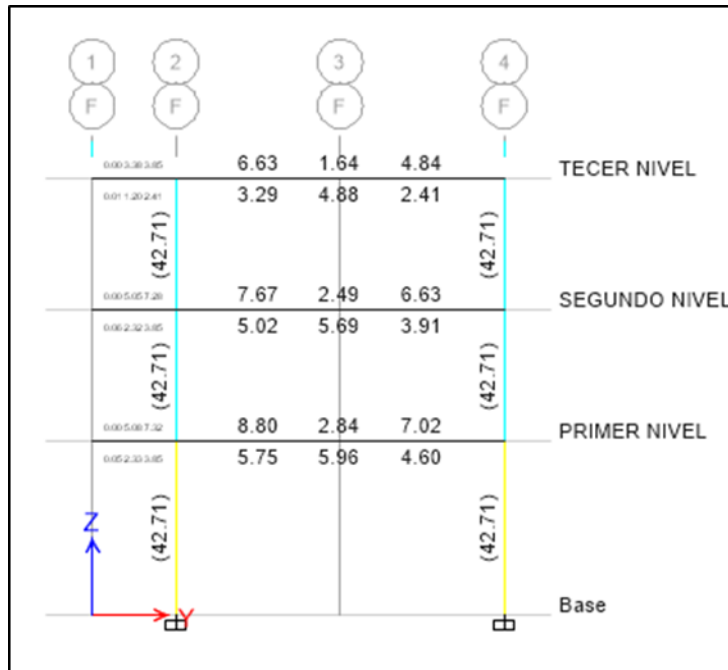


Figura N°36: Áreas de acero de la viga
Fuente: Elaboración Propia

Para el diseño de la viga V-2 30x70 se usó el diagrama de momentos obtenido en el software Etabs.

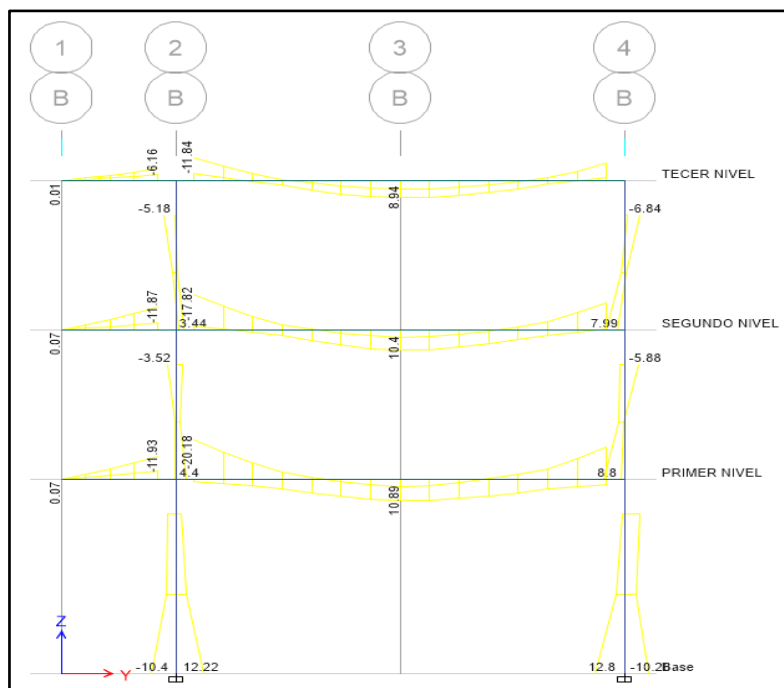


Figura N°37: Diagrama de momentos en Viga
Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°27: Diseño de la viga V102 30x70 del eje B-B

	VIGA VOLADIZO 25X50		VIGA V2-30X70 cm		
	cm		C	D	E
	A	B			
b (cm)	25.00	25.00	30.00	30.00	30.00
h (cm)	50.00	50.00	70.00	70.00	70.00
d (cm)	44.10	44.10	64.10	64.10	64.10
Mu	0.05	12.27	20.16	10.93	8.80
Ku	0.10	25.24	16.36	8.87	7.14
p	0.0000	0.0073	0.0046	0.0024	0.0019
As calculado (cm ²)	0.03	8.06	8.82	4.66	3.73
a (cm)	0.03	7.70	7.25	3.93	3.17
As min (cm ²)	2.66	2.66	4.64	4.64	4.64
As max (cm ²)	17.57	17.57	30.65	30.65	30.65
Refuerzo escogido	2 3/4"	2 3/4" + 2 5/8"	2 3/4" + 2 5/8"	2 3/4" + 1 5/8"	2 3/4" + 1 5/8"
As colocado (cm ²)	5.68	9.66	9.66	7.67	7.67
COMPROBACIONES NORMA E.060					
p	0.0052	0.0088	0.0050	0.0040	0.0040
pmin	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033	0.0033
pbal	0.02125	0.02125	0.02125	0.02125	0.02125
pmax	0.0159	0.0159	0.0159	0.0159	0.0159
p>pmin	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE
p<pmax	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE
Separacion de barras (s)	13.82	3.33	5.00	5.64	5.64
Mo	0.05	12.27	20.16	10.93	8.80
a	5.35	9.09	7.58	6.02	6.02
Mn	9.88	16.05	24.47	19.68	19.68
Mn>Mor	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE	OK CUMPLE

Fuente: Elaboración Propia

Como se ha podido observar las áreas de acero calculada de forma tradicional es similar a las diseñadas por el software Etabs, por lo tanto,

para los demás diseños de vigas se tomará en cuenta las áreas obtenidas en el software.

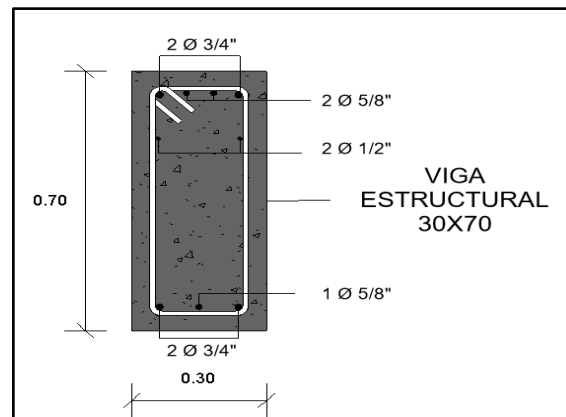


Figura N°38: Viga V2-30x70

Fuente: Elaboración Propia

4.8.3.2. Diseño por cortante

Para este diseño se usó el diagrama de fuerza cortante obtenido de Etabs, obteniendo un V_{max} de 12.90 tn.

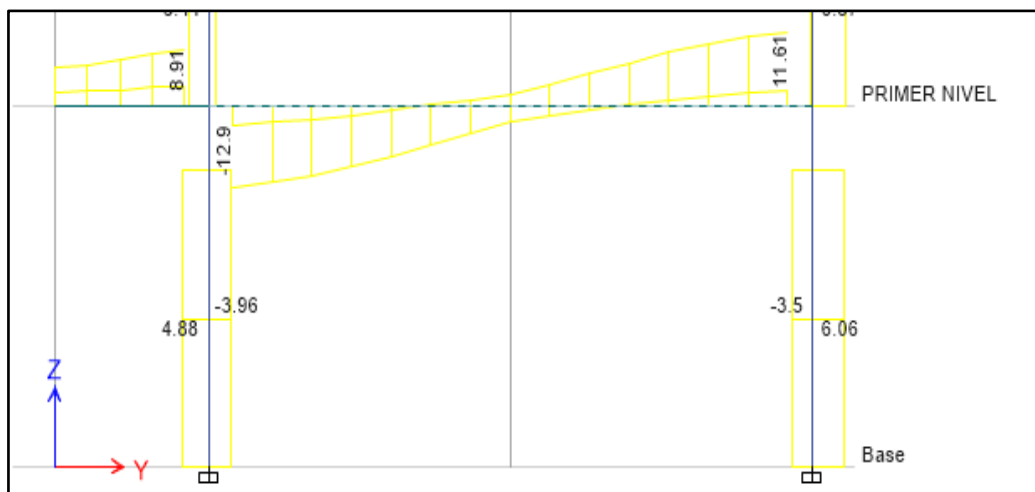


Figura N°39: Diagrama de fuerza cortante

Fuente: Elaboración Propia

La norma E.060 establece que para el diseño por fuerza cortante se deberá comprobar que el cortante nominal sea mayor o igual que el cortante ultimo $\phi V_n \geq V_u$, para lo cual se usará las siguientes ecuaciones:

$$V_n = V_c + V_s$$

$$\phi V_c = \phi * 0.53\sqrt{f'c} * b_w d$$

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

Entonces: se tiene $V_u=12.90$ tn

Fuerza cortante proporcionada por el concreto:

$$\phi V_c = \phi * 0.53\sqrt{f'c} * b_w d$$

$$\phi V_c = 0.85 * 0.53\sqrt{210} * 30 * 64 = 12.53 \text{ tn} \Rightarrow V_c = 14.75 \text{ tn}$$

Como se puede observar el $V_u > \phi V_c$ por lo que es necesario colocar refuerzo, para ello es necesario calcular la fuerza cortante proporcionada por el acero y el espaciamiento "s" utilizando estribos de $\phi 3/8$ ":

Fuerza cortante proporcionada por el acero:

$$V_s = \frac{12.92}{0.85} - 14.75 = 0.45 \text{ tn}$$

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = \frac{1.42 * 4200 * 44.10}{0.45 * 1000} = 58.45 \text{ cm}$$

Como se observa, el espaciamiento calculado es grande, por lo que se tiene que considerar lo siguiente:

Zona de confinamiento mínima: $2h = 1.40$ m

El primer estribo debe estar como máximo a 10 cm del apoyo

Dentro de la zona de confinamiento el espaciamiento será como máximo el menor de los siguientes valores:

$$d/4 = 64/4 = 16 \text{ cm}$$

$$10db = 10(0.75 * 2.54) = 19.05$$

$$24db = 24(3/8 * 2.54) = 22.86$$

Por lo tanto, se considera un espaciamiento máximo de 12 cm.

Fuera de la zona de confinamiento el espaciamiento máximo debería ser $S=d/2 = 32$ cm, pero se considerará un espaciamiento máximo de $S=25$ cm.

Por lo tanto, la distribución de los estribos será:

Estribo de $\phi 3/8$ ": 1@0.05, 12@ 0.12, *resto @0.25 m.*

4.8.3.3. Control de deflexiones

El tramo de la viga cuenta con un apoyo continuo y otro apoyado, no se verificará deflexiones cuando el peralte “h” sea mayor o igual a:

$$h = \frac{ln}{18.5} = \frac{6.60}{18.5} = 0.35 \text{ m}$$

El peralte de la viga en estudio es $h=0.70 \text{ m} > 0.35 \text{ m}$, por lo tanto, para esta viga no es necesario calcular deflexiones.

4.8.4. Diseño de Columnas

4.8.4.1. Diseño por Flexo compresión

Se diseñarán las columnas teniendo en cuenta que según la Norma E.060, la cuantía mínima será el 0.01 y la máxima será el 0.06 de la sección.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, se desarrolla el diseño de la columna tee CL-1, el cual tiene una longitud de 0.60 m y un ancho de 0.25 m., luego de realizar el análisis estructural en Etabs se tiene el diseño siguiente planteado. En la Figura N°40 se muestra la sección de la columna.

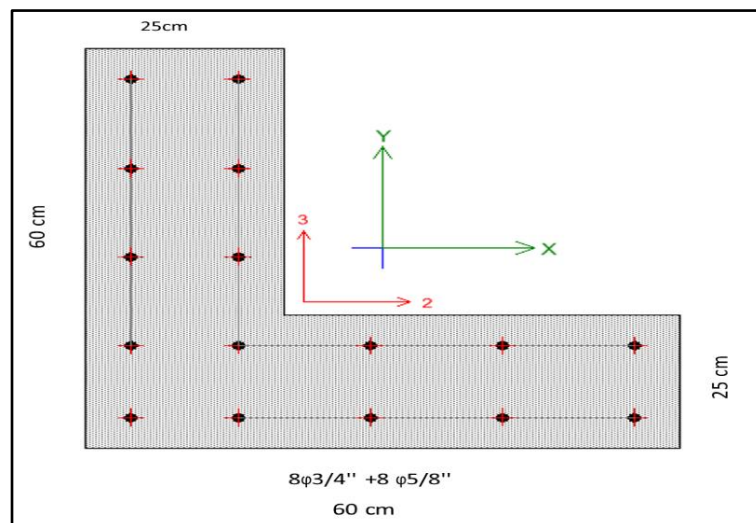


Figura N°40: Columnas CL-1

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°28: Fuerzas actuantes en la columna CL-1

FUERZAS ACTUANTES EN COLUMNA									
ENTRE PISO	COMBINACIÓN: E.060		P	V2	V3	T	M2	M3	P(-)
			tonf.	tonf.	tonf.	tonf-m	tonf-m	tonf-m	tonf
	1.4CM + 1.7CV		-68.25	0.86	-0.24	-0.5883	0.09	1.07	-68.25
	1.25CM + 1.25CV + SX Max	Max	-47.11	5.22	0.53	0.03	1.47	0.26	-47.11
	1.25CM + 1.25CV + SX Min	Min	-66.78	-3.78	-0.94	-0.03	-1.64	-12.27	-66.78
	1.25CM + 1.25CV - SX Max	Max	-47.11	5.22	0.53	0.03	1.47	0.26	-47.11
	1.25CM + 1.25CV - SX Min	Min	-66.78	5.22	0.53	-0.03	1.78	14.08	-66.78
	1.25CM + 1.25CV + SY Max	Max	-32.01	0.89	3.45	0.03	3.86	-1.31	-32.01
	1.25CM + 1.25CV + SY Min	Min	-81.87	0.55	-3.86	-0.03	-8.88	0.49	-81.87
	1.25CM + 1.25CV - SY Max	Max	-6.93	0.54	3.53	0.03	3.52	-0.58	-6.93
	1.25CM + 1.25CV - SY Min	Min	-56.13	0.54	3.53	-0.03	8.96	0.87	-56.13
	0.9CM + SX Max	Max	-22.02	4.86	0.61	0.03	1.13	0.99	-22.02
	0.9CM + SX Min	Min	-41.04	-4.13	0.61	-0.03	-1.7	13.63	-41.04
	0.9CM - SX Max	Max	-22.02	4.86	0.61	0.03	1.13	0.99	-22.02
	0.9CM - SX Min	Min	-41.04	4.86	0.61	-0.03	1.71	13.63	-41.04
	0.9CM + SY Max	Max	-6.93	0.19	-3.78	0.03	-2.68	-0.91	-6.93
	0.9CM + SY Min	Min	-56.13	0.19	3.53	-0.03	-8.95	0.87	-56.13
	0.9CM - SY Max	Max	-6.93	0.54	3.53	0.03	3.52	-0.58	-6.93
	0.9CM - SY Min	Min	-56.13	0.54	3.53	-0.03	8.96	0.87	-56.13

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°29: Fuerzas del diagrama de interacción en X

	Curve #1 0 deg			Curve #13 180 deg				
	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf- m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
X	1	295.46	1.07	1.02	1.00	295.46	1.07	1.02
	2	295.46	-2.9	11.55	2.00	279.94	5.25	-13.33
	3	295.46	-5.44	17.56	3.00	222.92	8.4	-20.7
	4	280.76	-8.11	22.62	4.00	163.29	11.55	-25.41
	5	250.35	-10.95	26.84	5.00	101.69	14.06	-27.86
	6	213.77	-14.21	30.72	6.00	51.45	12.56	-29.78
	7	200.79	-16.2	36.42	7.00	18.95	12.62	-32.88
	8	163.5	-16.3	40.96	8.00	-15.62	11.71	-57.66
	9	62.57	-12.16	32.65	9.00	-54.21	7.45	-26.52
	10	-29.71	-6.99	18.91	10.00	-89.6	3.54	-16.22
	11	-135.59	-1.55	-1.48	11.00	-135.59	-1.55	-1.48

Fuente: Elaboración Propia

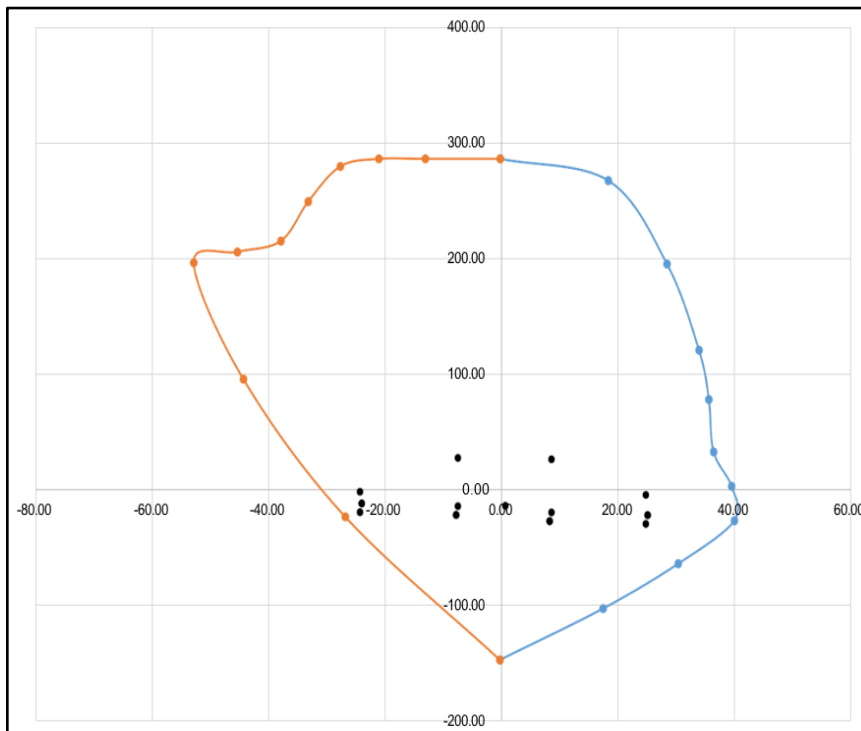


Figura N°41: Diagrama de interacción columna CL-1 en X

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°30: Fuerzas del diagrama de interacción en Y

Y	Curve #7 90 deg			Curve #19 270 deg				
	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m	Point	P tonf	M2 tonf-m	M3 tonf-m
	1	295.46	1.07	1.02	1.00	295.46	1.07	1.02
	2	295.46	11.59	-2.92	2.00	279.82	-13.29	5.21
	3	295.46	17.59	-5.47	3.00	222.79	-20.66	8.37
	4	280.92	22.64	-8.13	4.00	163.13	-25.38	11.53
	5	250.54	26.86	-10.96	5.00	101.5	-27.84	14.06
	6	214.01	30.72	-14.22	6.00	51.22	-29.77	12.57
	7	200.86	36.4	-16.25	7.00	18.61	-32.9	12.62
	8	163.86	40.94	-16.3	8.00	-15.8	-57.66	11.75
	9	62.83	32.58	-12.16	9.00	-54.21	-26.6	7.52
	10	-29.71	18.84	-7	10.00	-89.6	-16.29	3.61
	11	-135.59	-1.55	-1.48	11.00	-135.59	-1.55	-1.48

Fuente: Elaboración Propia

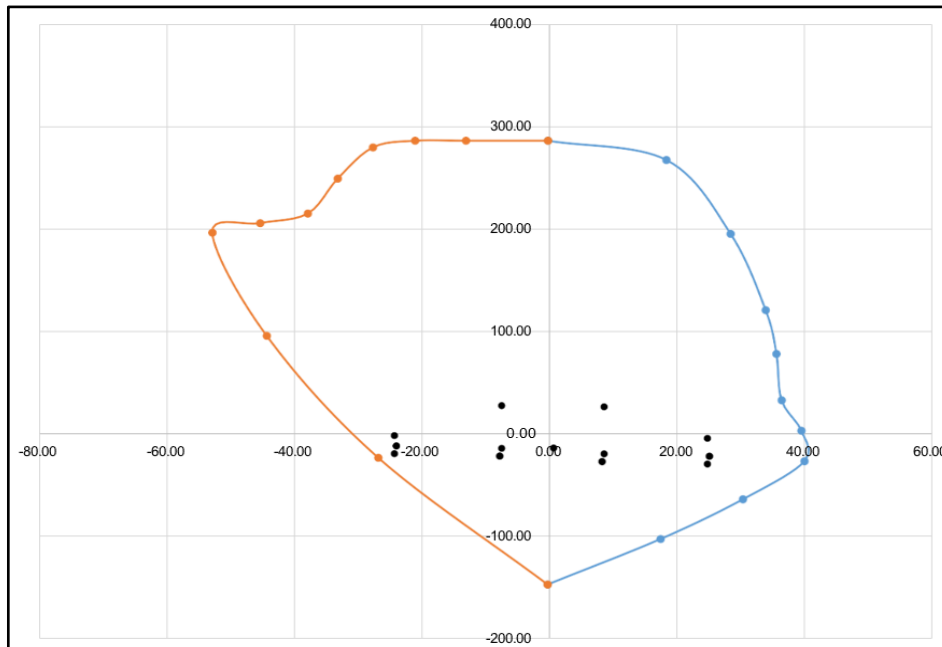


Figura N°42: Diagrama de interacción columna CL-1 en Y

Fuente: Elaboración Propia

Como se ha observado cada punto que representa a las combinaciones de diseño se encuentra dentro del diagrama de interacción de la columna CL-1, por lo tanto, el diseño planteado es el adecuado.

En la figura N°43 se muestra los parámetros de diseño, así como la cuantía de acero de la columna, como se observa se está usando una cuantía del 1.51%, lo cual está dentro de lo permitido, según la Norma E.060.

Column Element Details (Summary)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Combo ID	Station Loc	Length (m)	LLRF	Type
PRIMER NIVEL	C4	8	CL-1	1.25(CM+CV)-SX	0	3.9	0.676	Sway Special

Section Properties

SD Section	dc (m)	Cover (Torsion) (m)
0.25	0.05901	0.0273

Material Properties

E _c (kgf/m ²)	f' _c (kgf/m ²)	Lt.Wt Factor (Unitless)	f _y (kgf/m ²)	f _{ys} (kgf/m ²)
2173706500	2100000	1	42000000	42000000

Design Code Parameters

Φ _T	Φ _{CTied}	Φ _{CSpiral}	Φ _{Vns}	Φ _{Vs}	Φ _{Vjoint}	Ω ₀
0.9	0.65	0.75	0.75	0.6	0.85	2

Axial Force and Biaxial Moment Design For P_u, M_{u2}, M_{u3}

Design P _u tonf	Design M _{u2} tonf-m	Design M _{u3} tonf-m	Minimum M ₂ tonf-m	Minimum M ₃ tonf-m	Rebar %	Capacity Ratio
66.78	2.22	14.08	2.22	2.22	1.51	0.57

Axial Force and Biaxial Moment Factors

	C _m Factor Unitless	δ _{ns} Factor Unitless	δ _s Factor Unitless	K Factor Unitless	Effective Length m
Major Bend(M3)	0.508699	1	1	1	3.3
Minor Bend(M2)	0.609786	1	1	1	3.3

Shear Design for V_{u2}, V_{u3}

	Shear V _u tonf	Shear ΦV _c tonf	Shear ΦV _s tonf	Shear ΦV _p tonf	Rebar A _v /s cm ² /m
Major, V _{u2}	5.22	9.32	6.85	4.01	5.02193
Minor, V _{u3}	4.81	11.64	0	4.81	0

Figura N°43: Parámetros de diseño de columna
Fuente: ACI

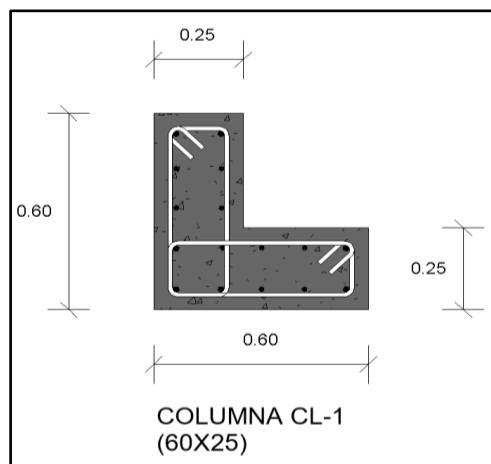


Figura N°44: Columna CL-1
Fuente: Elaboración Propia

4.8.5. Diseño de Cimentación

Para la cimentación, por criterio de los autores se creyó conveniente usar el tipo de cimentación superficial con zapatas aisladas, las cuales fueron diseñadas a partir del modelo base creado en la etapa de arquitectura, modelo ya contenía toda la información necesaria para que el Software Safe pueda diseñar automáticamente el acero de refuerzo de la cimentación.

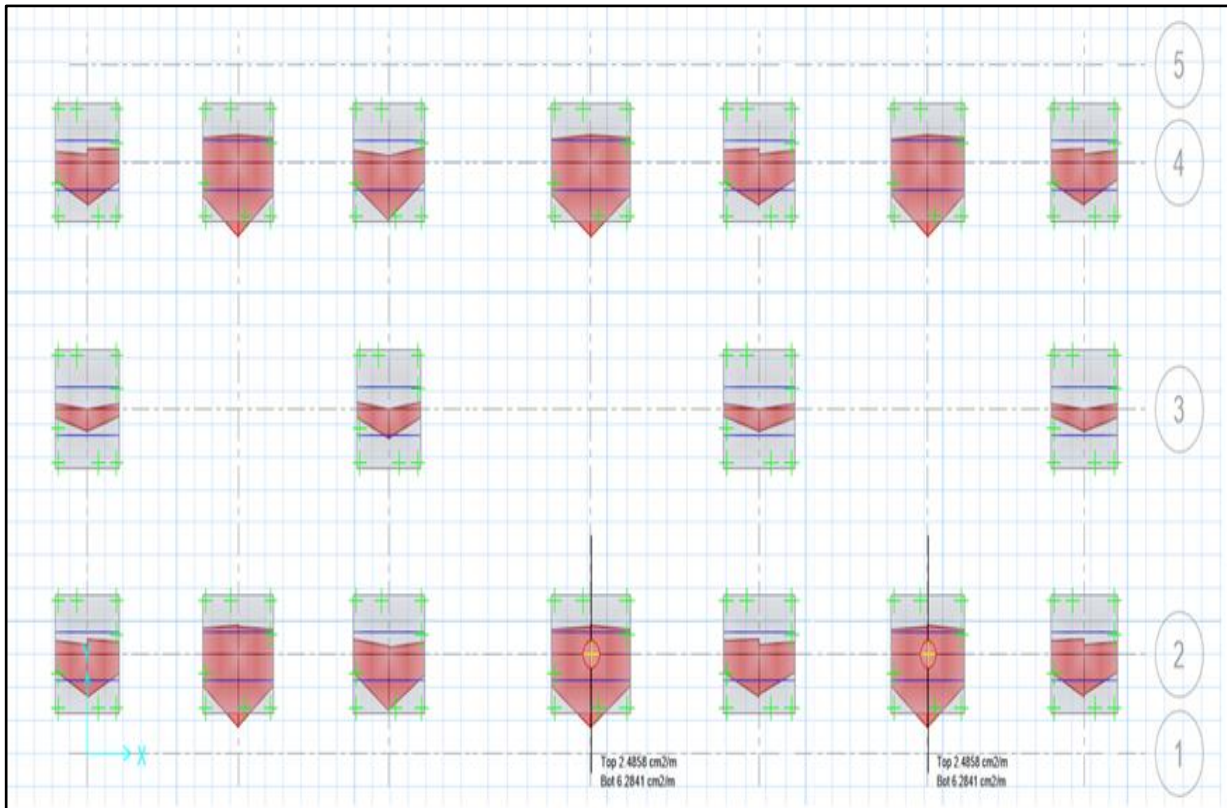


Figura N°45: Diseño de zapatas aisladas

Fuente: Elaboración Propia

❖ Zapatas Z1=1.80x1.80

La cimentación presenta zapatas conectadas con peralte de 60 cm; para el diseño se utilizó acero de 5/8" en la parte inferior.

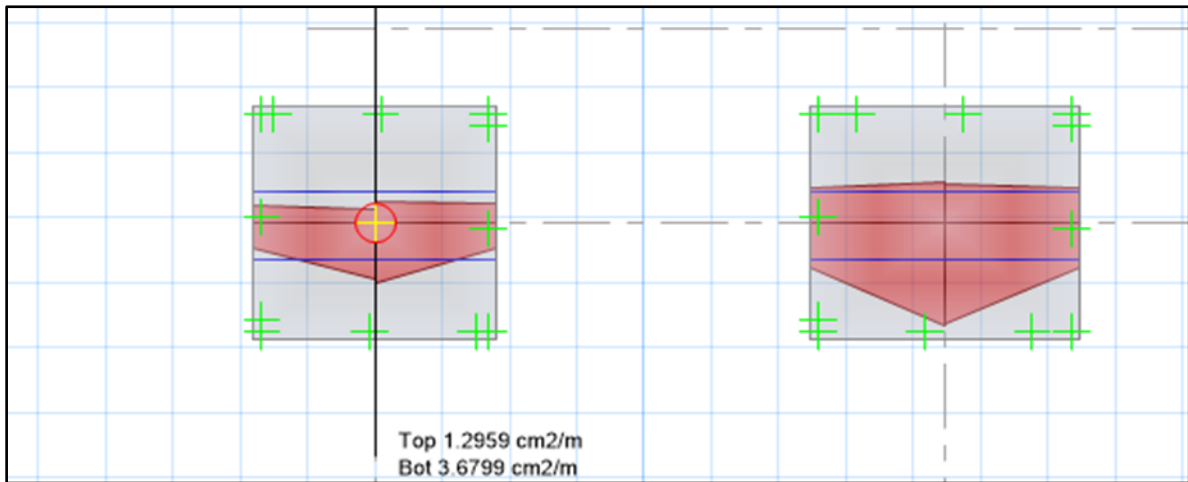


Figura N°46: Acero en cm² en la parte superior e inferior

Fuente: Elaboración Propia

Se tiene un acero de 3.68 cm²/m, de forma general, para el total de la cimentación, en la parte inferior de las zapatas para ambas direcciones, se toma un acero de 5/8", teniendo este como área 2.00 cm², entonces se tiene:

$$S = \frac{1m}{\frac{3.68}{2}}$$

Donde S es el espaciamiento entre barras de acero.

$$S=0.54 < S_{max}=0.40 \quad \Rightarrow \text{Usar } 0.20 \text{ m}$$

Por lo tanto, se utilizará: \emptyset 5/8" @ 0.20 m. en ambas direcciones

❖ ZAPATAS Z2=2.00x1.80

La cimentación presenta zapatas conectadas con peralte de 60cm; para el diseño se utilizó acero de 5/8" en la parte inferior.

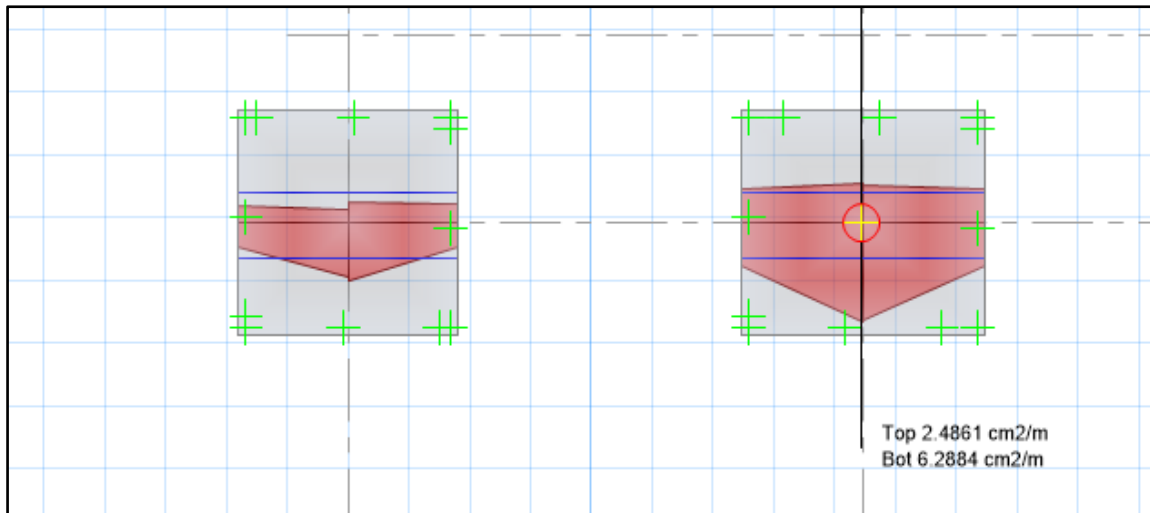


Figura N°47: Acero en cm²/m en la parte inferior

Fuente: Elaboración Propia

- Tiene un acero de 6.29 cm²/m, de forma general, para el total de la cimentación, en la parte inferior de las zapatas para ambas direcciones, se toma un acero de 5/8", teniendo este como área 2.00cm², entonces se tiene:

$$S = \frac{1m}{\frac{6.29}{2}}$$

Donde S es el espaciamiento entre barras de acero.

$$S = 0.317 < S_{max} = 0.40 \quad \Rightarrow \text{Usar } 0.20 \text{ m}$$

Por lo tanto, se utilizará: Ø 5/8" @ 0.20 m. en ambas direcciones

4.8.6. Diseño de Vigas de Cimentación

❖ Viga de cimentación: VC1 (25x50)

$$h = 0.50$$

$$b = 0.25$$

$$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$$

$$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$\phi = 0.90$$

$$\beta_1 = 0.85$$

Acero Longitudinal Max ϕ 5/8"

Acero Transversal Max ϕ 3/8"

Rec= 5 cm

- ❖ Formulas para para el calculo del Acero, Viga Simplemente reforzada

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} \quad a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} \quad M_u = \phi b d^2 f'_c w (1 - 0.59w)$$

$$M_u = \phi d * A_s * f_y - 0.59\phi \frac{1}{b} * A_s^2 * \frac{f_y^2}{f'_c}$$

$$0.59\phi \frac{1}{b} * \frac{f_y^2}{f'_c} * A_s^2 - \phi d * f_y * A_s + \frac{f_y^2}{f'_c} M_u = 0$$

- ❖ Solución cuadrática para el cálculo del Acero:

$$x = \frac{-b - \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$\rho = \frac{A_s}{b * d} \quad A_s = \frac{\phi d * f_y \sqrt{(\phi d * f_y)^2 - 4 * \left(0.59\phi \frac{1}{b} * \frac{f_y^2}{f'_c}\right) * M_u}}{2(0.59\phi \frac{1}{b} * \frac{f_y^2}{f'_c})}$$

- ❖ Cálculo del Acero Positivo (Parte inferior de Viga):

$$M_u (+) = 5.16 \text{ tn-m}$$

$$d = 0.43 \text{ m}$$

$$A_s (+) = 5.43 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.11 \text{ cm}$$

$$A_s (+) = 5.43 \text{ cm}^2 \quad \text{Conformidad del Acero en el Proceso Iterativo}$$

$$A_s \text{ colocado (+)} = 5.68 \text{ cm}^2 \quad \text{Acero colocado } 2\phi 3/4" \quad \text{Acero Adecuado}$$

$$\rho = 0.004544$$

- ❖ Verificación de Cuantía Máxima y Mínima:

Cuantía Máxima

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000 + fy} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_b$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{max} = 0.01063$$

$$\rho_{max} = 0.01063 > 0.004544 > \rho_{max} = 0.00333 \quad \text{Conforme}$$

Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy}$$

$$\rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\rho_{min} = 0.00333$$

❖ Cálculo del Acero Negativo (Parte superior de Viga):

$$Mu (+) = 6.29 \text{ tn-m}$$

$$d = 0.43 \text{ m}$$

$$As (+) = 5.88 \text{ cm}^2$$

$$a = 5.53 \text{ cm}$$

$$As (+) = 5.88 \text{ cm}^2 \quad \text{Conformidad del Acero en el Proceso Iterativo}$$

As colocado (+) = 6 cm² Acero colocado 2Ø 3/4" + 1Ø 5/8" Acero Adecuado

$$\rho = 0.006136$$

❖ Verificación de Cuantía Máxima y Mínima:

Cuantía Máxima

$$\rho_b = \beta_1 * 0.85 * \frac{f'c}{fy} * \left(\frac{6000}{6000 + fy} \right)$$

$$\rho_{max} = 0.5 * \rho_b$$

$$\rho_b = 0.02125$$

$$\rho_{max} = 0.01063$$

$$\rho_{max} = 0.01063 > 0.006136 > \rho_{max} = 0.00333 \quad \text{Conforme}$$

Cuantía Mínima

$$\rho_{min} = \frac{14}{fy}$$

$$\rho_{min} = 0.8 * \frac{\sqrt{f'c}}{fy}$$

$$\rho_{min} = 0.00333$$

Distribución longitudinal de acero en Viga:

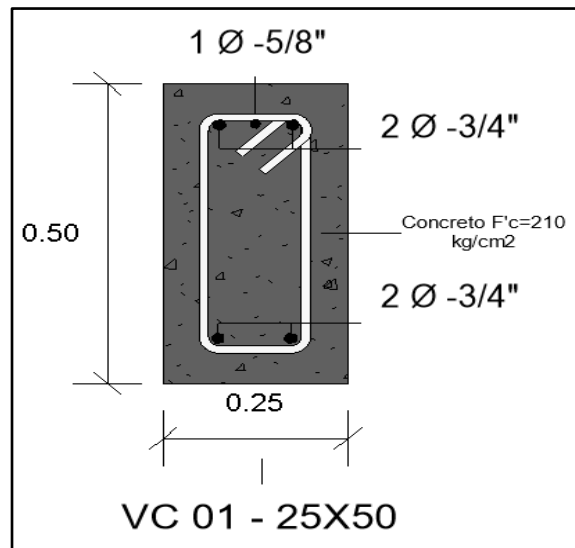


Figura N°48: Diseño de VC-01
Fuente: Elaboración Propia

❖ Diseño del Acero Transversal:

Zona de Confinamiento: $2h = 1.00 \text{ m.}$

$h = 0.50$

$b = 0.25$

$d = 0.43 \text{ m.}$

$F'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

$Fy = 4200 \text{ kg/cm}^2$

Acero Longitudinal Max $\phi 5/8"$

Acero Transversal Max $\phi 3/8"$

Rec = 5 cm

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 8.26 \text{ Tn}$$

$$V_{ud} = 7.17 \text{ Tn} \quad \text{Contado desde la cara del apoyo hasta } 2h$$

$$V_n = \frac{V_{ud}}{\phi} = 9.56$$

$$V_s = V_n - V_c = 1.30$$

$$V_{smax} = 2.12 * \sqrt{f'c} * b * d = 33.02 \text{ tn}$$

$$V_s = 1.30 \leq V_{max} = 33.02 \text{ Tn} \quad OK$$

Diseño por cortante usando estribos $\emptyset 3/8''$ 2 ramas $A_v=1.42 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = 197.27 \text{ cm}$$

Zona Central:

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d = 8.26 \text{ Tn}$$

$$V_{ud} = 7.17 \text{ Tn} \quad \text{Contado desde 2h, hasta el Centro de luz}$$

$$V_n = \frac{V_{ud}}{\emptyset} = 9.56$$

$$V_s = V_n - V_c = 1.30$$

$$V_{smax} = 2.12 * \sqrt{f'c} * b * d = 33.02 \text{ tn}$$

$$V_s = 1.30 \leq V_{max} = 33.02 \text{ Tn} \quad OK$$

Diseño por cortante usando estribos $\emptyset 3/8''$ 2 ramas $A_v=1.42 \text{ cm}^2$

$$S = \frac{A_v * f_y * d}{V_s} = 197.27 \text{ cm}$$

Usar $\emptyset 3/8''$; 2@0.05 ; 10 @ 0.10 ; resto @ 0.20 m

Diseño por cortante usando estribos $\emptyset 3/8''$ 2 ramas $A_v=1.42 \text{ cm}^2$

❖ Disposición de Acero por Cortante:

Usar $\emptyset 3/8''$ 1@0.05 ; 10 @ 0.10 ; resto @ 0.20 m.

4.9. Metodología BIM Aplicada al Diseño Estructural

El uso de la metodología BIM en el Perú ha sido poco explorada por los profesionales del diseño y construcción de obras de infraestructura, es por ello que los autores creyeron conveniente ponerla en práctica en la presente investigación, con el fin de mejorar la productividad y mejorar la calidad de proyectos.

Para la aplicación de esta metodología se realizó en primer lugar, el modelo arquitectónico en Revit 2018, el cual contiene todos los parámetros establecidos de acuerdo la norma de diseño de locales escolares del MINEDU, este modelo fue vinculado para realizar el modelo estructural, y este fue exportado para realizar el análisis sísmico estructural y el diseño de los diferentes elementos estructurales, adicionalmente a ello, se puede decir que esta metodología de trabajo no solo permite obtener el modelo digital 3D, sino que también facilita la creación de planos de las diferentes especialidades y reporte de metrados y de materiales.

4.9.1. Modelo Arquitectónico

La realización del modelo arquitectónico se basó en las normas de diseño de locales educativos, este modelo cumple con los requisitos de comodidad, habitabilidad y confort. A continuación, se describe el proceso de concepción del modelo arquitectónico.

En primer lugar, se establecieron los datos para la información del proyecto. Ver Figura N°49.

Información de proyecto

Familia: Familia de sistema: Información de proyecto Cargar...

Tipo: Editar tipo...

Parámetros de ejemplar - Controlan ejemplares seleccionados o que deben crearse

Parámetro	Valor
Datos de identidad	
Nombre de organización	UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO
Descripción de organización	
Nombre del edificio	INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE 3 NIVELES
Autor	KEVIN CHINCHE
Análisis energético	
Configuración de energía	Editar...
Otros	
Fecha de emisión de proyecto	06/04/2020
Estado de proyecto	Estado de proyecto
Nombre de cliente	Propietario
Dirección de proyecto	AA.HH LOS CONSTRUCTORES - NUEVO CHIMBOTE
Nombre de proyecto	Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de
Número de proyecto	0001

Aceptar Cancelar

Figura N°49: Información del proyecto

Fuente: Elaboración Propia

Luego, se establecieron los niveles de la estructura. Ver Figura N°50

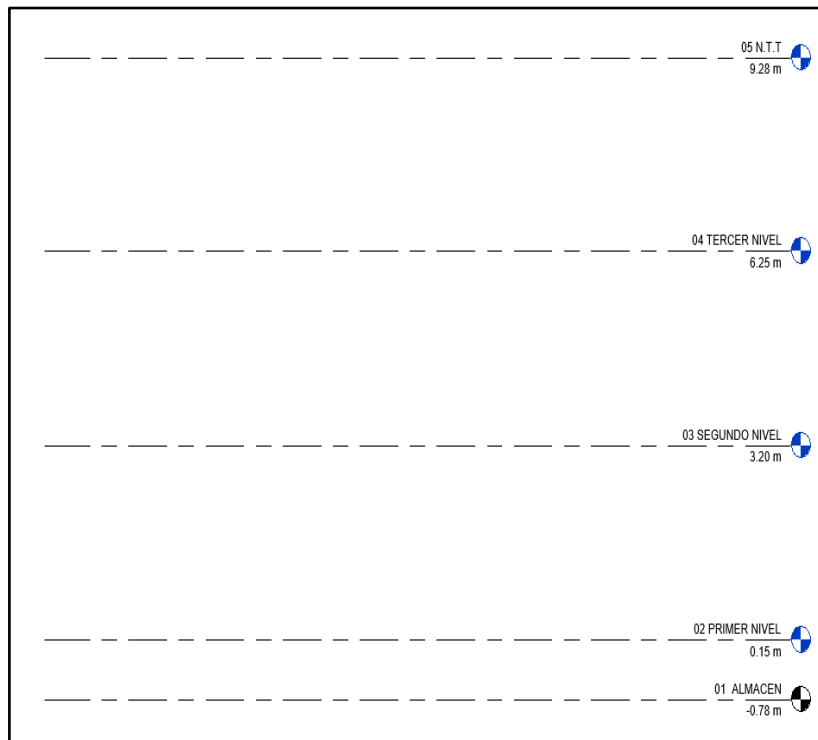


Figura N°50: Creación de niveles

Fuente: Elaboración Propia

Después de establecer los niveles, se establecieron los ejes de la estructura.

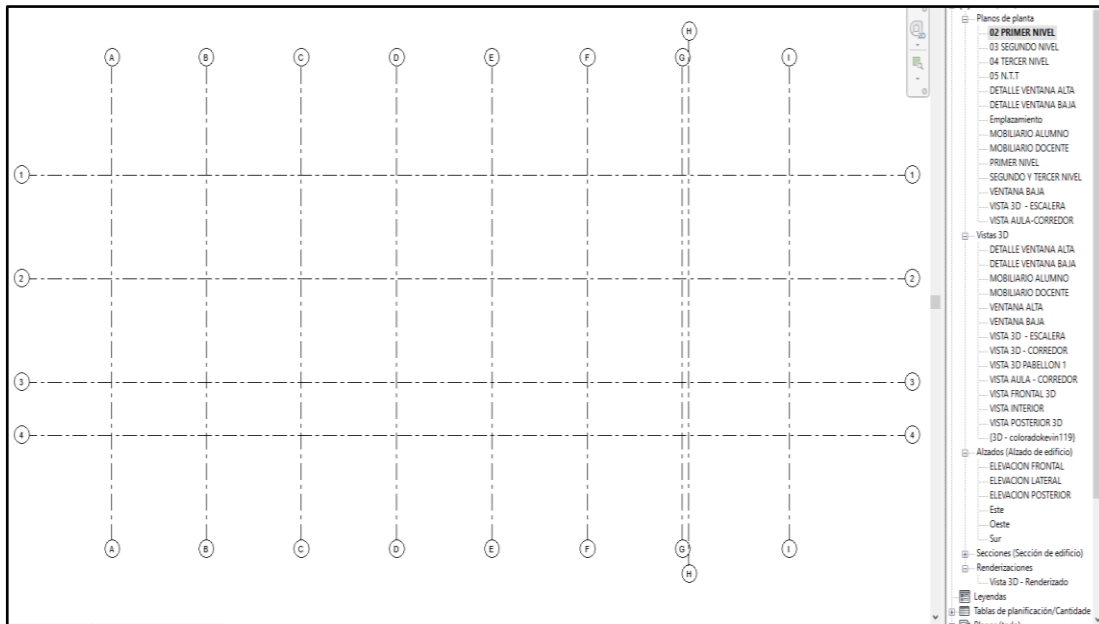


Figura N°51: Creación de ejes

Fuente: Elaboración Propia

Antes de continuar con el modelado de los elementos de arquitectura se procedió a establecer el modelo base.

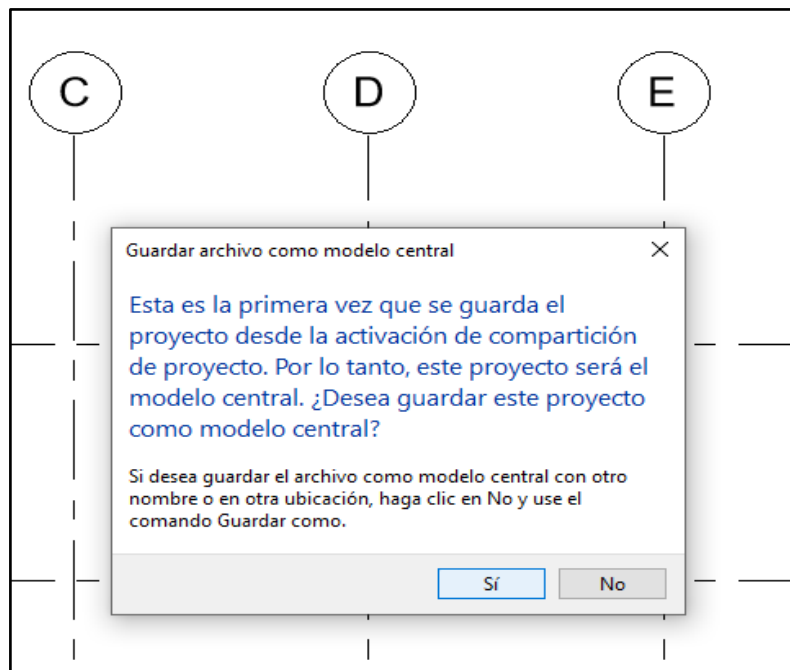


Figura N°52: Configuración del modelo central

Fuente: Elaboración Propia

Seguidamente, se procedió a modelar los elementos arquitectónicos, como muros, tabiques, etc.; además por criterio de los autores se creyó conveniente modelar también algunos elementos estructurales como vigas y columnas, ya que estos también formaban parte de la arquitectura, para obtener el modelo más detallado. Ver Figura N°53.

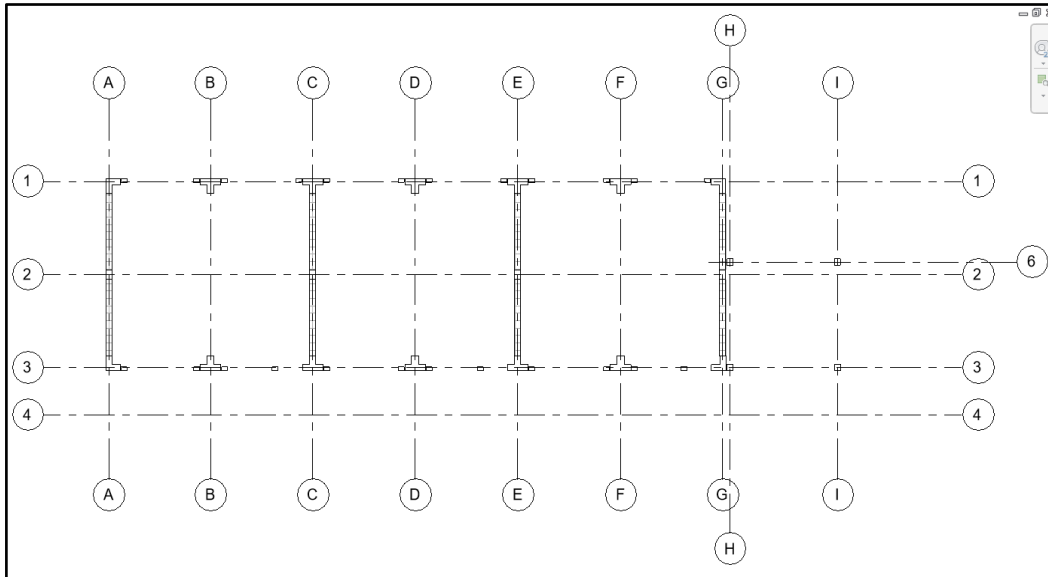


Figura N°53: Modelado de elementos en 2D
Fuente: Elaboración Propia

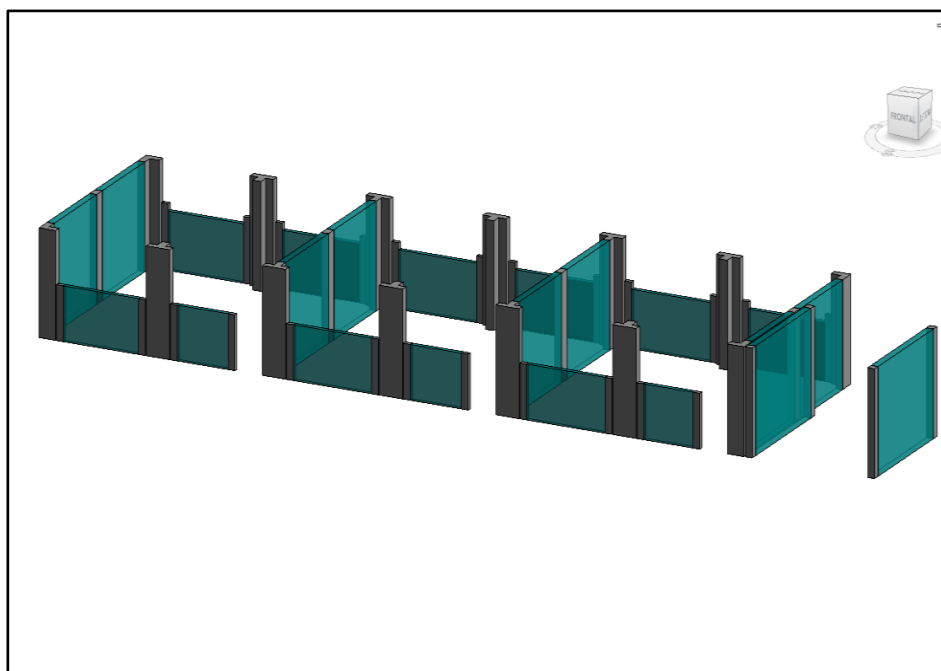


Figura N°54: Modelado de elementos en 3D
Fuente: Elaboración Propia

Se crearon los subproyectos de las otras especialidades, las cuales estarán vinculadas al modelo central. Ver Figura N°55.

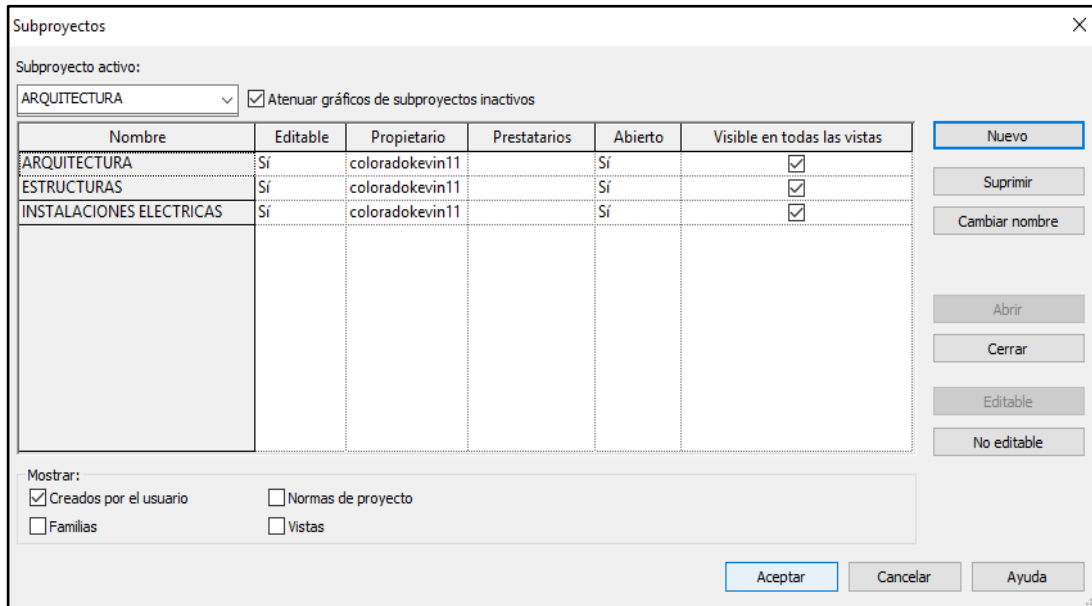


Figura N°55: Creación de subproyectos

Fuente: Elaboración Propia

Por criterio de los autores se crearon los elementos de vigas estructurales, ya que estos forman parte de la vista de algunos detalles arquitectónicos.

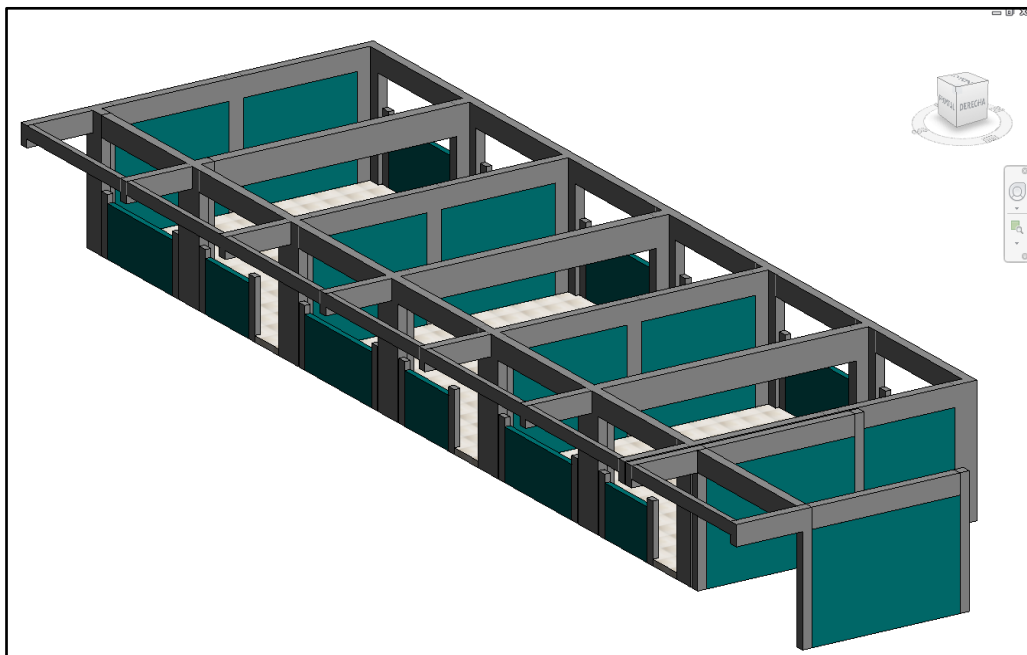


Figura N°56: Creación de las vigas estructurales

Fuente: Elaboración Propia

Luego de crear todos los elementos de vigas, se crearon las losas, estas fueron creadas como losas macizas, ya que en el modelo estructural se le agregaran los ladrillos, con lo cual se convertirá en una losa aligerada de 0.20 m.

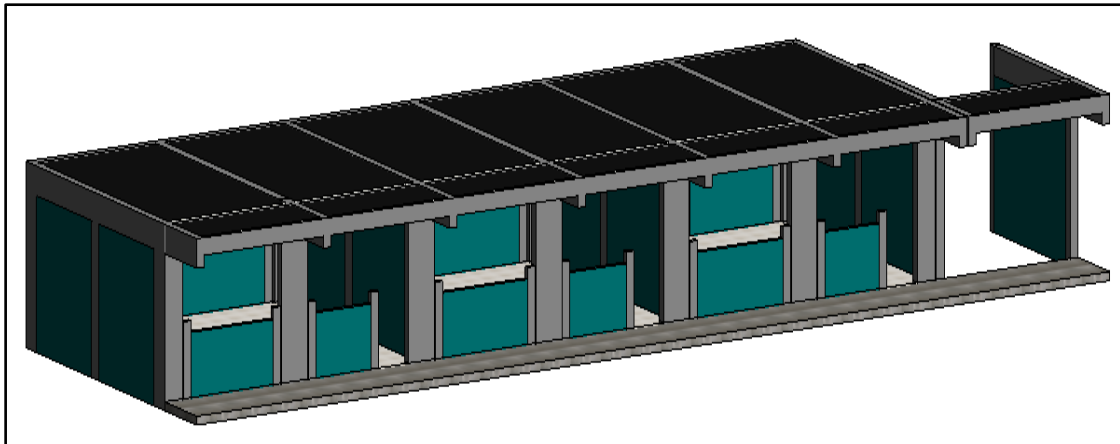


Figura N°57: Modelado de losa aligerada

Fuente: Elaboración Propia

Para el modelado de los niveles superiores, se hizo una copia al primer ya la distribución arquitectónica es la misma en los tres niveles, luego de esto se le agrego los elementos de puertas y ventanas además del mobiliario correspondiente a cada aula, por lo tanto, el modelo arquitectónico quedó de la siguiente manera:



Figura N°58: Modelo arquitectónico final

Fuente: Elaboración Propia

4.9.2. Modelo Estructural

La creación del modelo estructural se estableció mediante la colaboración con vínculos entre modelo central y el estructural, obteniendo de esta manera un solo modelo para ambas especialidades.

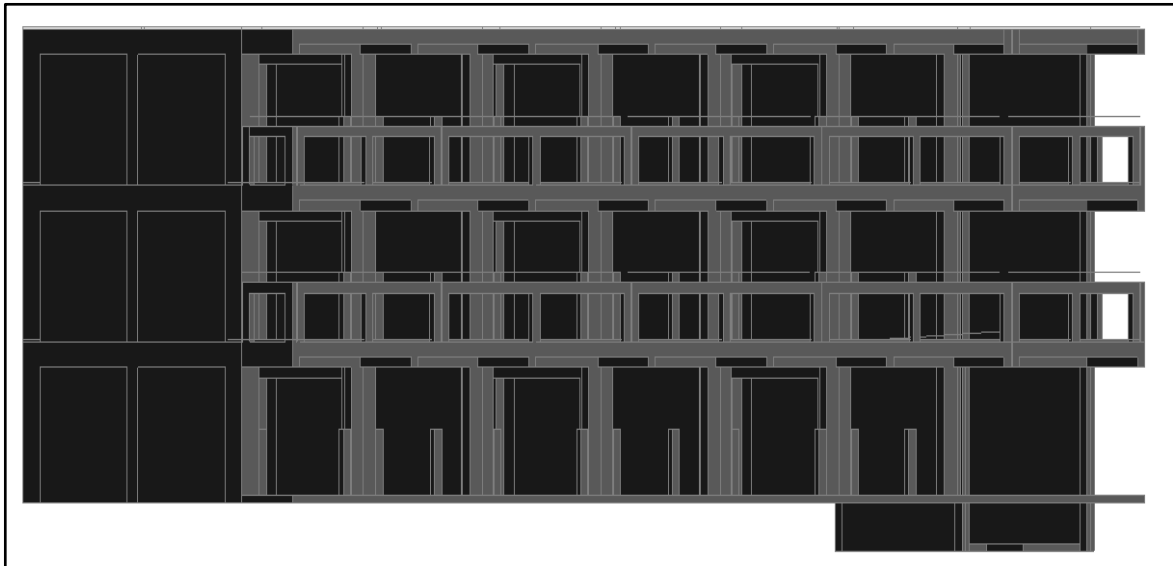


Figura N°59: Modelo estructural vinculado al modelo central
Fuente: Elaboración Propia

Luego de establecer el vínculo entre ambos modelos, se procedió a copiar los elementos estructurales con el fin de supervisarlos, para establecer y mantener relaciones entre estos elementos en el proyecto y en el vinculado.

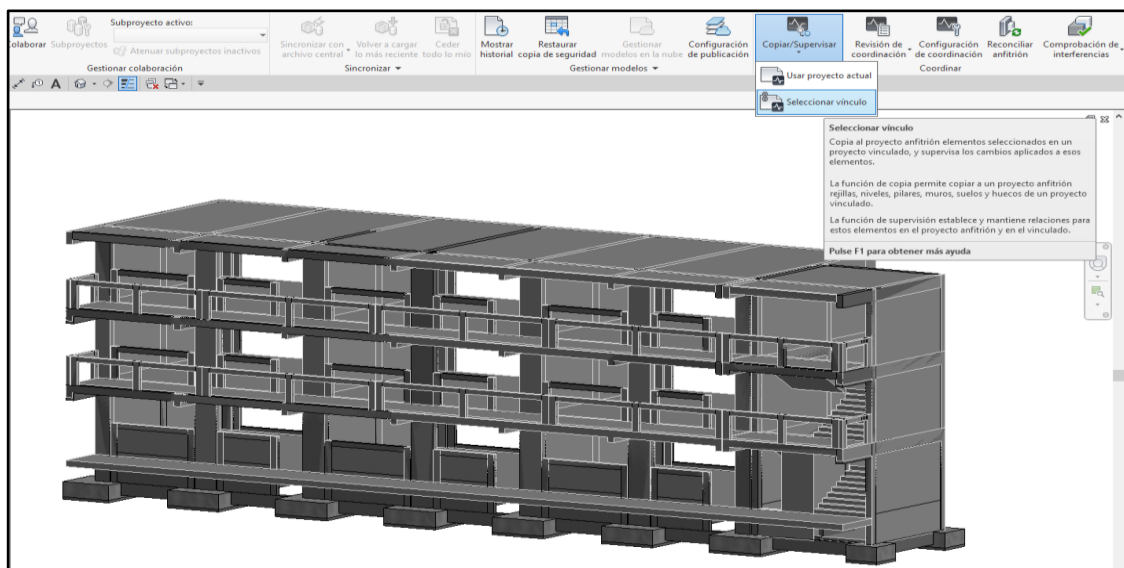


Figura N°60: Supervisión del proyecto estructural
Fuente: Elaboración Propia

Luego de haber establecido la vinculación y supervisión de los proyectos, se configuró los diferentes recubrimientos de los elementos estructurales, con el fin de restringir el acero de refuerzo hasta esa distancia.

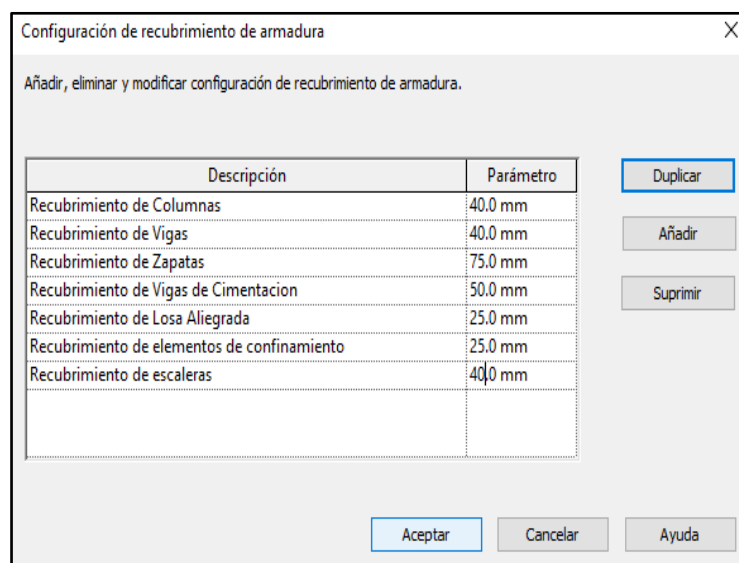


Figura N°61: Configuración de recubrimiento

Fuente: Elaboración Propia

Después de haber configurado los recubrimientos, se procedió a modelar el acero de refuerzo para cada elemento estructural diseñado anteriormente, empezando desde la cimentación hasta la losa aligerada, como se muestra a continuación:

❖ Modelado de acero de refuerzo en zapatas

El proyecto tuvo tres tipos de zapatas, las cuales fueron diseñadas anteriormente y tienen las siguientes dimensiones: Z-1: 1.80x1.80x0.60, Z-2:2.00x1.80x0.60 y Z-3:1.20x1.20x0.60, para el modelado de este tipo de cimentación se tuvo que crear una familia de zapatas para poder incluirlas en el proyecto, luego de esto se le agrego el acero de refuerzo, el diseño estableció usar acero de 5/8" a cada 20 cm en ambas direcciones.

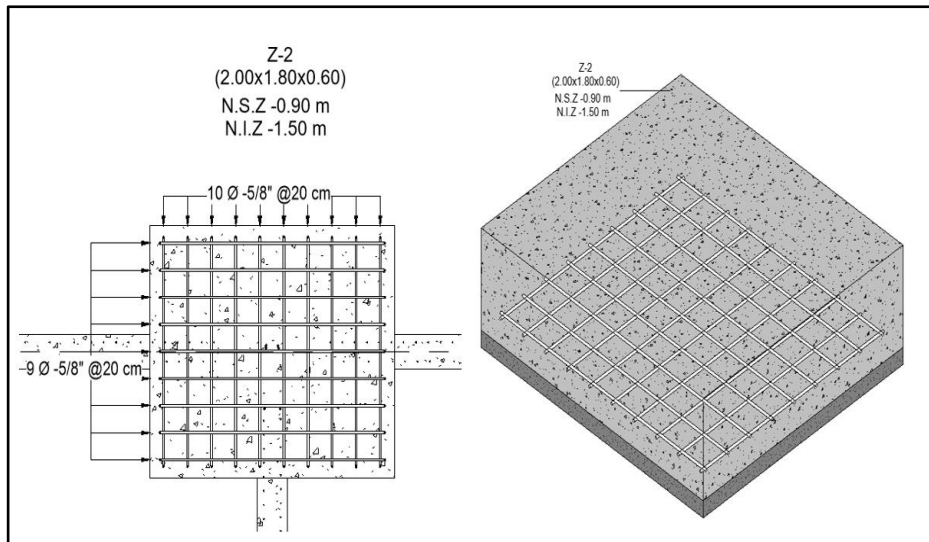


Figura N°62: Acero de refuerzo en zapatas

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Modelado de acero de refuerzo en vigas de cimentación**

Para el modelado de las vigas de cimentación se incluyó dentro de la familia de vigas estructurales, esta viga se denominó VC 1 – 25x50 con una sección de 25x50 cm y con un recubrimiento de 5 cm., luego de modelar las vigas en sus ejes correspondientes, se agregó el acero de refuerzo diseñado anteriormente.

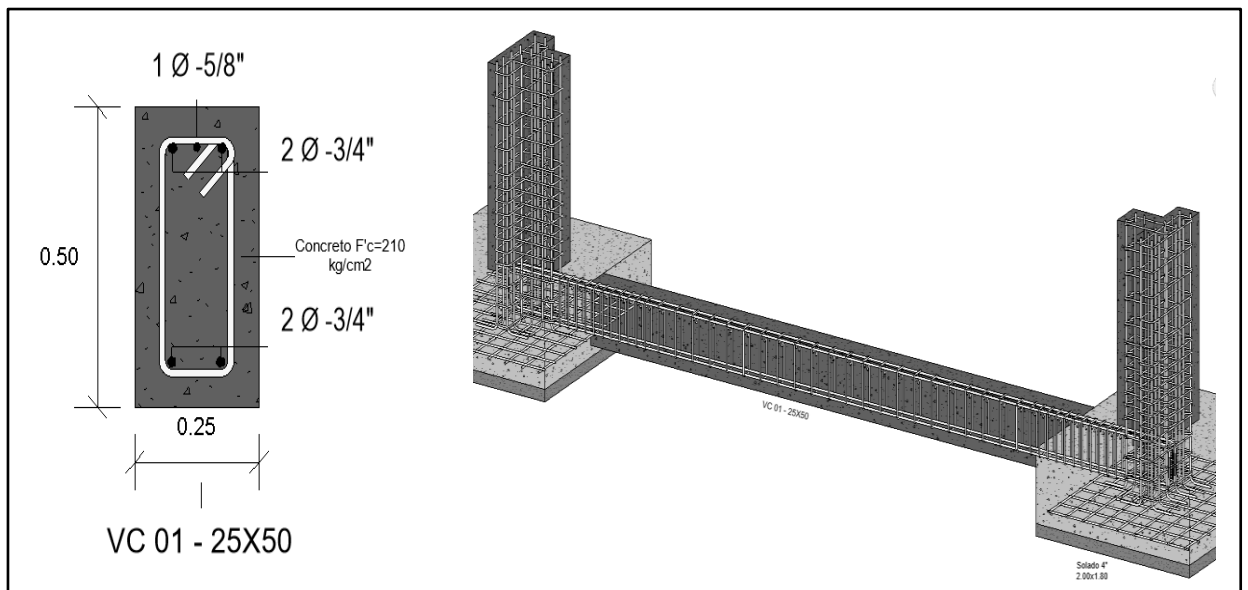


Figura N°63: Acero de refuerzo en vigas de cimentación VC 1-25x50

Fuente: Elaboración Propia

❖ Modelado de acero de refuerzo en columnas

El proyecto tuvo cinco tipos de columnas las cuales fueron: CL-1 (60x25), CT-01 (85x25x30), CT-02 (85x25x25), C1 (25X40) y C-2 (25x25), estas fueron modeladas desde el proyecto central de arquitectura, luego de esto se empezó a agregar el acero de refuerzo longitudinal y transversal diseñado en cada una de las columnas.

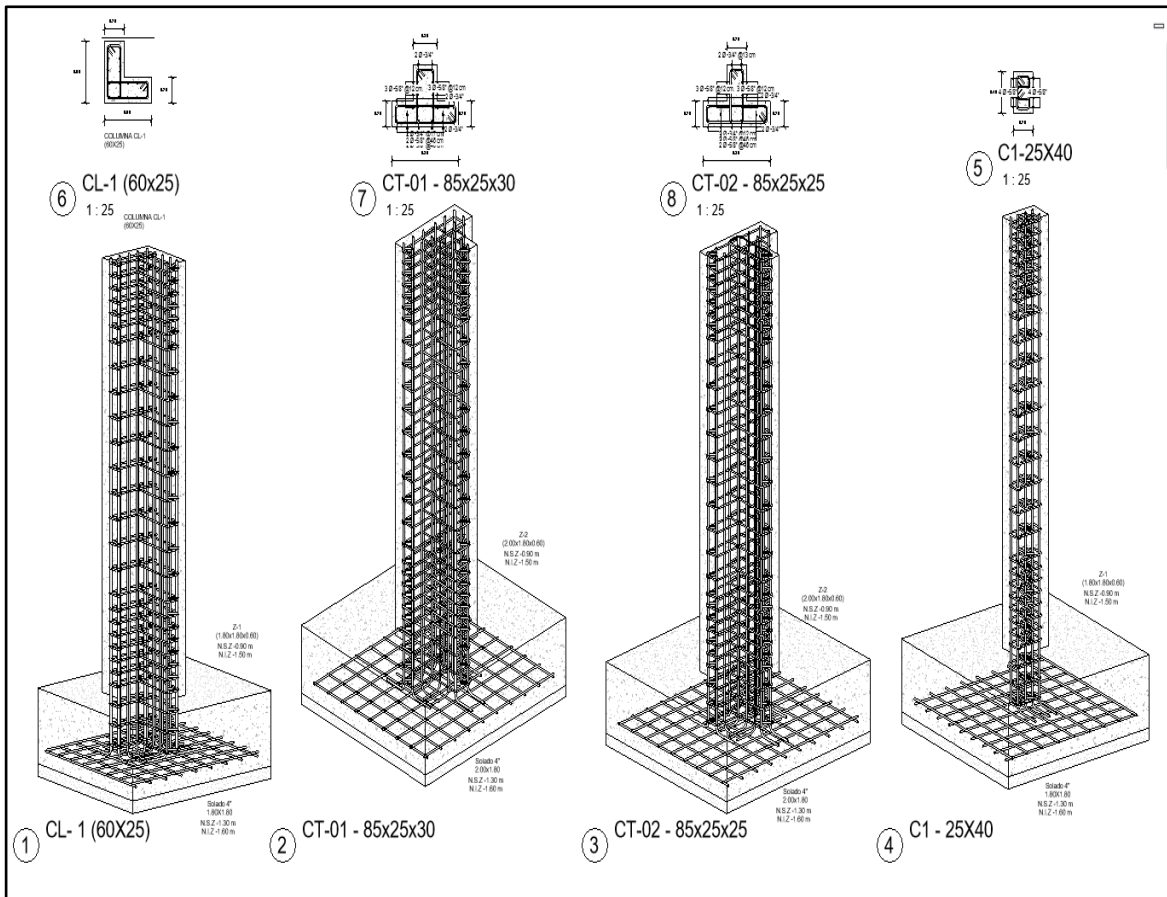


Figura N°64: Acero de refuerzo en columnas estructurales

Fuente: Elaboración Propia

❖ Modelado de acero de refuerzo en vigas estructurales

Las vigas estructurales fueron modeladas desde el proyecto central de arquitectura y fueron: V 01-25x50, V 02-30x70, V03-15x30, a estas vigas se le agregaron el acero de refuerzo diseñado en cada de una de las vigas.

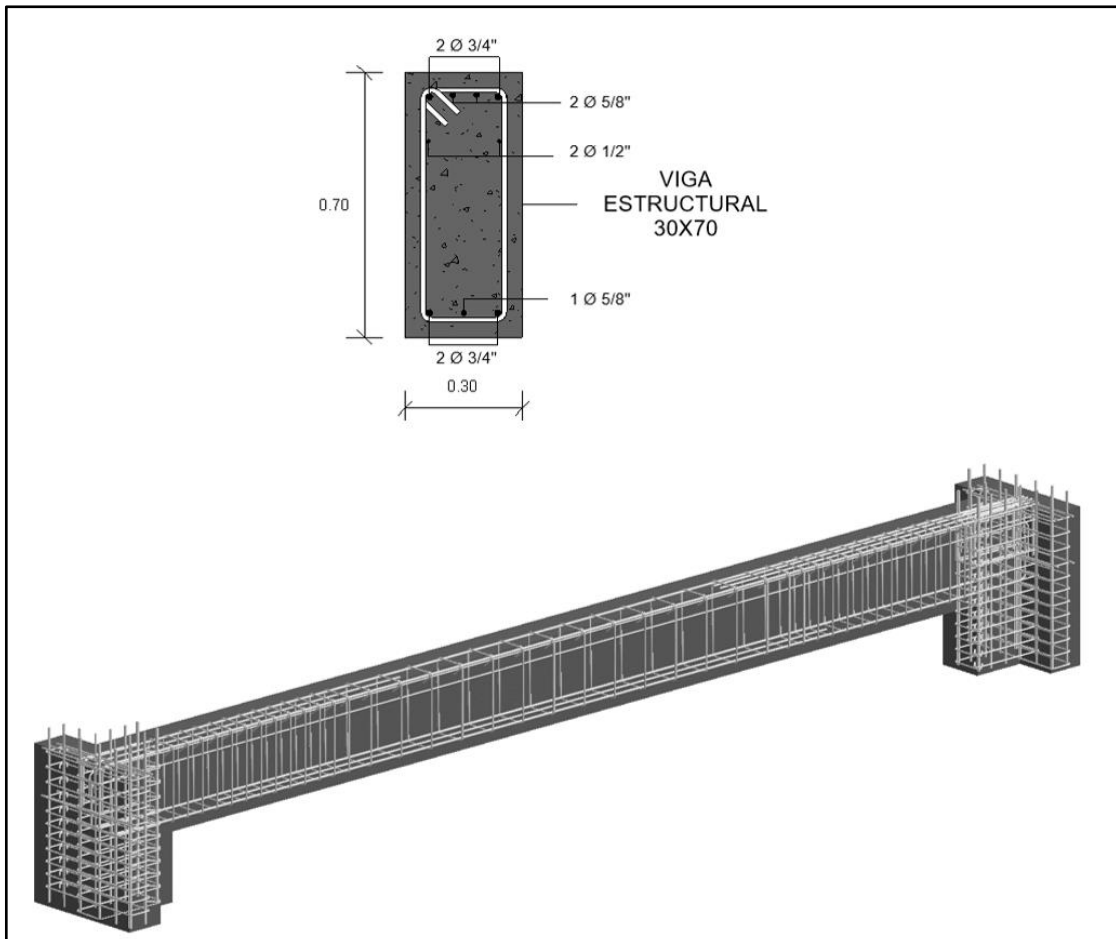


Figura N°65: Acero de refuerzo en viga V 02-30x70

Fuente: Elaboración Propia

❖ Modelado de acero de refuerzo en losa aligerada

La losa fue modelada en el proyecto central de arquitectura, pero esta solamente cumplía la función de piso arquitectónico, para el proyecto estructural a esta losa se le agregaron los bloques de ladrillo de 30x30x15 cm, convirtiéndola de esta manera en una losa aligerada, después de esto se le agregó el acero de refuerzo diseñado.

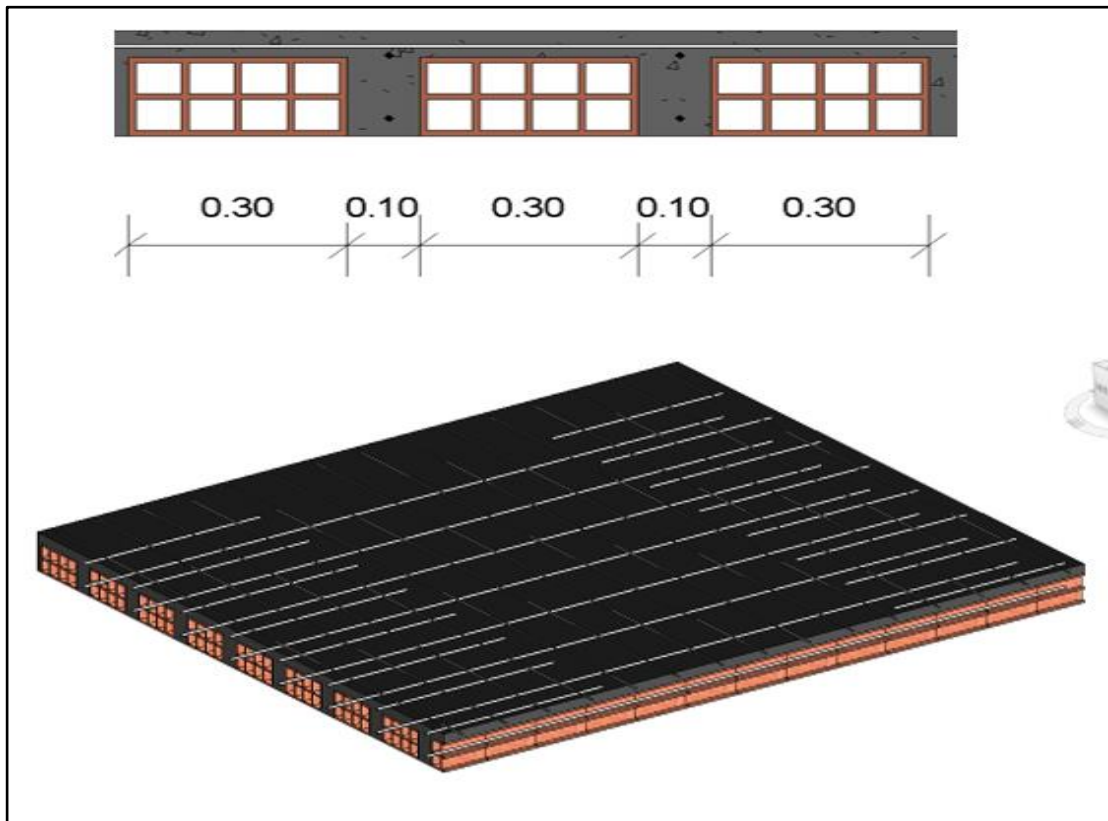


Figura N°66: Acero de refuerzo en losa aligerada

Fuente: Elaboración Propia

❖ Modelado de acero de refuerzo en escalera

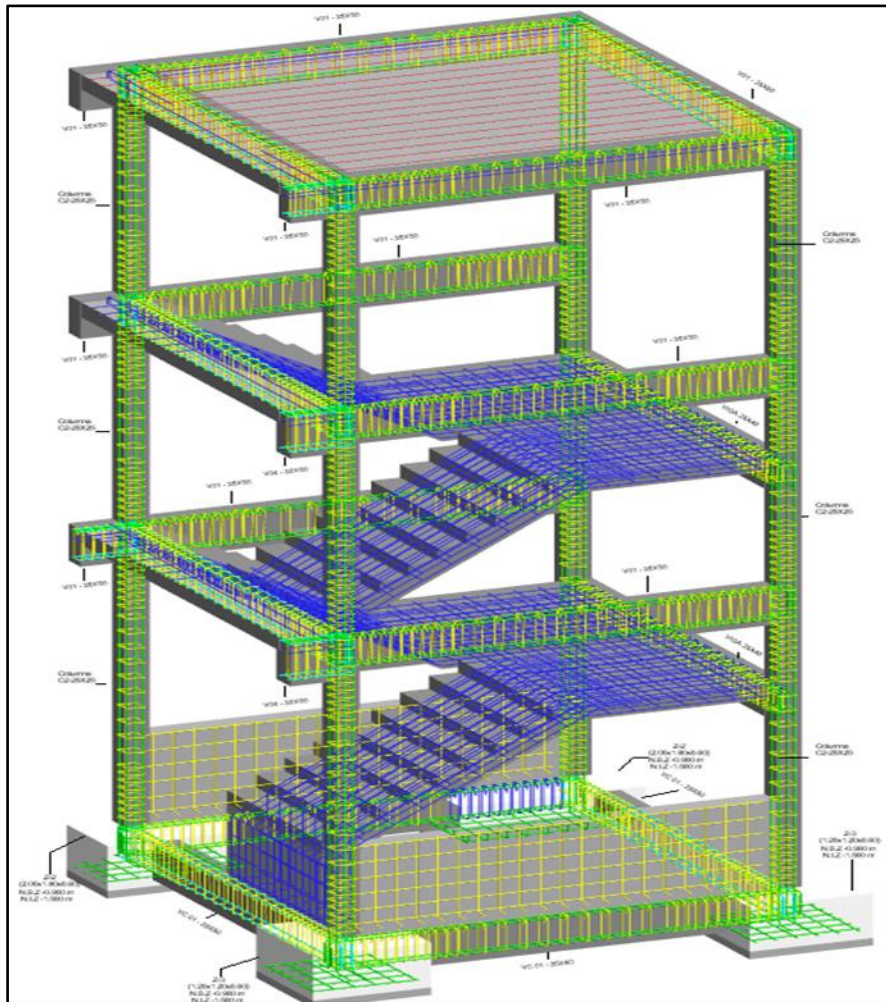


Figura N°67: Acero de refuerzo en la escalera

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3. Reporte de Metrado y Planos

La metodología BIM no solo permite conseguir un modelo digital 3D, sino que también consiente obtener toda la información de los modelos creados, esto es muy importante, ya que el software Revit 2018 almacena toda la información que se usó para el modelado de los proyectos tanto de arquitectura como de estructuras, con el fin de obtener tablas de planificación con las cantidades de las partidas utilizadas para la “construcción virtual” del proyecto.

Las tablas de planificación que en realidad son los metrados de obra, son fundamentales en todo proyecto de infraestructura, porque a partir de ello, es que se hace una estimación del costo de obra, es por ese motivo que el uso de esta metodología es de gran utilidad porque al tener un modelo 3D, el supervisor podrá observar y verificar los criterios usados para la realización del modelo, por lo tanto será más fácil verificar los metrados obtenidos a partir de la información establecida en el proyecto.

El reporte de planos se hace forma directa con toda la información creada para el modelo, también permite obtener vistas y secciones en cualquier parte del proyecto de manera automática, además permite crear planos mucho más detallados con vistas en 3D de cualquier elemento, esto es muy importante ya que ayuda a entender mejor el proceso constructivo del proyecto.

Para este proyecto se crearon tablas de planificación en el proyecto de arquitectura y estructuras, con el objetivo obtener los metrados de ambas especialidades para conseguir la información necesaria para la creación del presupuesto de obra.

4.9.3.1. Tablas de planificación y arquitectura

❖ Cuadros de puertas y ventanas

Esta tabla contiene toda la información necesaria para la fabricación de puertas y ventanas del proyecto, así como la información para el proceso constructivo. Ver tabla N°31 y N°32.

Tabla N°31: Cuadro de ventanas

CUADRO DE VENTANAS					
Tipo	Anchura	Altura	Alfeizar	Descripción	Recuento
V1-3.30x1.20	3.30 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V1-3.30x1.20: 3					3
V2-2.37x1.20	2.37 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V2-2.37x1.20: 3					3
V3-3.39x1.20	3.39 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V3-3.39x1.20: 3					3
V4-2.39x1.20	2.39 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V4-2.39x1.20: 3					3
V5-3.40x1.20	3.40 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V5-3.40x1.20: 3					3
V6-2.32x1.20	2.32 m	1.20 m	1.30 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V6-2.32x1.20: 3					3
V7-3.32x0.80	3.32 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V7-3.32x0.80: 3					3
V8-3.40x0.80	3.40 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V8-3.40x0.80: 3					3
V9-3.39x0.80	3.39 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	6
V9-3.39x0.80: 6					6
V10-3.37x0.80	3.37 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V10-3.37x0.80: 3					3
V11-3.30x0.80	3.30 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	3
V11-3.30x0.80: 3					3
V12-4.20x0.80	4.20 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cedro - Vidrio Doble	1
V12-4.20x0.80: 1					1
Total general: 37					37

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°32: Cuadro de puertas

CUADRO DE PUERTAS					
Tipo	Anchura	Altura	Descripción	Nivel	Recuento
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cedro Apanelada	02 PRIMER NIVEL	3
02 PRIMER NIVEL: 3					
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cedro Apanelada	03 SEGUNDO NIVEL	3
03 SEGUNDO NIVEL: 3					
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cedro Apanelada	04 TERCER NIVEL	3
04 TERCER NIVEL: 3					
P-1: 9					
P-2	0.85 m	2.50 m	Contraplacada c/ Marco Madera de Cedro	02 PRIMER NIVEL	1
02 PRIMER NIVEL: 1					
P-2: 1					
Total general: 10					

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cuadro de mobiliario

Este cuadro contiene la información de todo el mobiliario escolar utilizado en el proyecto, como el tipo de mobiliario, materiales a utilizar y total de mobiliario.

Tabla N°33: Cuadro de mobiliario

CUADRO DE MOBILIARIO			
Tipo	Descripción	Nivel	Recuento
Mesa Alumno 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	02 PRIMER NIVEL	90
Mesa Alumno 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	03 SEGUNDO NIVEL	90
Mesa Alumno 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	04 TERCER NIVEL	96
Mesa Alumno 0.50x0.60 m: 276			276
Mesa Docente 0.60x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	02 PRIMER NIVEL	3
Mesa Docente 0.60x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	03 SEGUNDO NIVEL	3
Mesa Docente 0.60x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	04 TERCER NIVEL	3
Mesa Docente 0.60x1.20 m: 9			9
Silla Docente 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	02 PRIMER NIVEL	3
Silla Docente 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	03 SEGUNDO NIVEL	3
Silla Docente 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	04 TERCER NIVEL	3
Silla Docente 0.45x0.40 m: 9			9
Sillas Alumno 0.40x.45 m	Silla de Polipropileno	02 PRIMER NIVEL	90
Sillas Alumno 0.40x.45 m	Silla de Polipropileno	03 SEGUNDO NIVEL	90
Sillas Alumno 0.40x.45 m	Silla de Polipropileno	04 TERCER NIVEL	96
Sillas Alumno 0.40x.45 m: 276			276
Total general: 570			570

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cuadro de muros de albañilería

Esta tabla contiene la información de todos los muros de albañilería usados en el proyecto, así como el total de ellos expresados en m².

Tabla N°36: Cuadro de muros parapeto e=0.15

Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.28 m	0.95 m	1.21 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	2.19 m	0.95 m	2.08 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	2.19 m	0.95 m	2.08 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.28 m	0.95 m	1.21 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.89 m	0.95 m	1.80 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.89 m	0.95 m	1.79 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.28 m	0.95 m	1.21 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	2.19 m	0.95 m	2.08 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	2.19 m	0.95 m	2.08 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.28 m	0.95 m	1.21 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	3.00 m	0.95 m	2.85 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.89 m	0.95 m	1.80 m ²	1
Parapeto e=0.15 m	Muro de Ladrillo KK 18H - Amarre de Soga	0.15 m	1.89 m	0.95 m	1.79 m ²	1
Parapeto e=0.15 m: 24					54.54 m ²	
Total general: 105					496.59 m ²	

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cuadro de acabados de pisos

En este cuadro se presenta la información para los acabados de pisos y el cielo raso de las aulas como el material, la descripción, el área, etc.

Tabla N°37: Cuadro de acabados de piso

CUADRO DE ACABADOS				
Tipo	Área	Nivel	Descripción	Recuento
LOSA ALIGERADA H=0.20	219.47 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Cielo Raso Tarrajado y Pintado	1
LOSA ALIGERADA H=0.20	219.47 m ²	04 TERCER NIVEL	Cielo Raso Tarrajado y Pintado	1
LOSA ALIGERADA H=0.20	219.47 m ²	05 N.T.T	Cielo Raso Tarrajado y Pintado	1
LOSA ALIGERADA H=0.20	16.97 m ²	05 N.T.T	Cielo Raso Tarrajado y Pintado	1
LOSA ALIGERADA H=0.20: 4	675.38 m ²			
Piso Cemento Pulido e=0.15 m	54.67 m ²	02 PRIMER NIVEL	Relleno de Hormigòn Compactado 4"	1
Piso Cemento Pulido e=0.15 m: 1	54.67 m ²			
PISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m	60.92 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso e=4" - Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m	61.38 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso e=4" - Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m	61.29 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso e=4" - Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m	14.35 m ²	01 ALMACEN	Falso Piso e=4" - Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m: 4	197.93 m ²			
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	60.92 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	61.38 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	61.29 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	49.53 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	1.05 m ²	03 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	60.92 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	61.38 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	61.29 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	49.53 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm	1.05 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PISO DE PORCELANATO 60x60 cm: 10	468.33 m ²			
Total general: 19	1396.30 m ²			

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.2. Tablas de planificación de estructuras

❖ Cuadro de metrados de concreto zapatas

Este cuadro presenta la información del tipo de cimentación, dimensiones, así como el volumen de concreto utilizado.

Tabla N°38: Cuadro de metrados de concreto-zapatas

01. Metrado de Concreto - Zapatas					
Familia	Tipo	Nivel de Zapata	Material estructural	Volumen	Recuento
SO LADOS	Solado 4" 1.20x1.20	-1.60 m	Concreto Solado	0.14 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.20x1.20	-1.60 m	Concreto Solado	0.14 m ³	1
Solado 4" 1.20x1.20 : 2				0.29 m ³	2
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 1.80x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.32 m ³	1
Solado 4" 1.80x1.80 : 6				1.94 m ³	6
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
SO LADOS	Solado 4" 2.00x1.80	-1.60 m	Concreto Solado	0.36 m ³	1
Solado 4" 2.00x1.80 : 12				4.32 m ³	12
SO LADOS : 20				6.55 m ³	20
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-1 (1.80x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	1.94 m ³	1
Z-1 (1.80x1.80x0.60) : 6				11.66 m ³	6
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-2 (2.00x1.80x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	2.16 m ³	1
Z-2 (2.00x1.80x0.60) : 12				25.92 m ³	12
ZAPATA RECTANGULAR	Z-3 (1.20x1.20x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	0.86 m ³	1
ZAPATA RECTANGULAR	Z-3 (1.20x1.20x0.60)	-1.50 m	Concreto F'c=210 kg/cm2	0.86 m ³	1
Z-3 (1.20x1.20x0.60) : 2				1.73 m ³	2
ZAPATA RECTANGULAR : 20				39.31 m ³	20
Total general: 40				45.86 m ³	40

Fuente: Elaboración Propia

❖ Cuadro de metrados de acero en zapatas

Este cuadro presenta la información de los metrados de acero utilizado para la armadura de las zapatas aisladas usadas en el proyecto.

Tabla N°39: Cuadro de metrados de acero-zapatas

03. Metrado de Acero en Zapatas							
Marca de anfitrión	Tipo	Espaciado	Cantidad	Longitud de barra	Peso Nominal	Total kg	Recuento
Z-1	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-1	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-2	5/8"	20 cm	9	1.85 m	1.55 kg/m	25.84 kg	1
Z-2	5/8"	20 cm	10	1.65 m	1.55 kg/m	25.61 kg	1
Z-3	5/8"	20 cm	9	1.88 m	1.55 kg/m	26.21 kg	1
Z-3	5/8"	20 cm	10	1.65 m	1.55 kg/m	25.61 kg	1
Z-4	5/8"	20 cm	9	1.85 m	1.55 kg/m	25.84 kg	1
Z-4	5/8"	20 cm	10	1.65 m	1.55 kg/m	25.61 kg	1
Z-5	5/8"	20 cm	9	1.99 m	1.55 kg/m	27.84 kg	1
Z-5	5/8"	20 cm	10	1.78 m	1.55 kg/m	27.58 kg	1
Z-6	5/8"	20 cm	9	1.99 m	1.55 kg/m	27.84 kg	1
Z-6	5/8"	20 cm	10	1.78 m	1.55 kg/m	27.58 kg	1
Z-7	5/8"	20 cm	9	1.99 m	1.55 kg/m	27.84 kg	1
Z-7	5/8"	12 cm	9	1.24 m	1.55 kg/m	17.34 kg	1
Z-7	5/8"	20 cm	10	1.78 m	1.55 kg/m	27.58 kg	1
Z-8	5/8"	20 cm	6	1.18 m	1.55 kg/m	10.96 kg	1
Z-8	5/8"	20 cm	6	1.19 m	1.55 kg/m	11.11 kg	1
Z-9	5/8"	20 cm	6	1.28 m	1.55 kg/m	11.89 kg	1
Z-9	5/8"	20 cm	6	1.28 m	1.55 kg/m	11.89 kg	1
Z-10	5/8"	20 cm	9	2.01 m	1.55 kg/m	28.10 kg	1
Z-10	5/8"	20 cm	10	1.78 m	1.55 kg/m	27.58 kg	1
Z-11	5/8"	20 cm	9	1.88 m	1.55 kg/m	26.22 kg	1
Z-11	5/8"	20 cm	9	1.88 m	1.55 kg/m	26.22 kg	1
Z-12	5/8"	20 cm	9	2.08 m	1.55 kg/m	29.06 kg	1
Z-12	5/8"	20 cm	10	1.88 m	1.55 kg/m	29.13 kg	1
Z-13	5/8"	20 cm	9	2.08 m	1.55 kg/m	29.06 kg	1
Z-13	5/8"	20 cm	10	1.88 m	1.55 kg/m	29.13 kg	1
Z-14	5/8"	20 cm	9	1.85 m	1.55 kg/m	25.84 kg	1
Z-14	5/8"	20 cm	10	1.65 m	1.55 kg/m	25.61 kg	1
Z-15	5/8"	20 cm	9	2.02 m	1.55 kg/m	28.22 kg	1
Z-15	5/8"	20 cm	10	1.65 m	1.55 kg/m	25.61 kg	1
Z-16	5/8"	20 cm	9	1.85 m	1.55 kg/m	25.84 kg	1
Z-16	5/8"	20 cm	10	1.88 m	1.55 kg/m	29.13 kg	1
Z-17	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-17	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-18	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-18	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-19	5/8"	20 cm	9	1.65 m	1.55 kg/m	23.05 kg	1
Z-19	5/8"	20 cm	9	1.79 m	1.55 kg/m	25.04 kg	1
Z-20	5/8"	20 cm	9	1.78 m	1.55 kg/m	24.82 kg	1
Z-20	5/8"	20 cm	9	1.79 m	1.55 kg/m	25.04 kg	1

Total general: 41

1005.13 kg 41

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Metrado de concreto en vigas de cimentación**

Este cuadro presenta el metrado de las vigas de cimentación, así como sus dimensiones, volumen de concreto utilizado.

Tabla N°40: Cuadro de metrados de concreto-vigas de cimentación

02. Metrado de Concreto - Vigas de Cimentacion					
Familia	Tipo	Área de sección	Longitud	Volumen	Material estructural
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.30 m	0.29 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	2.32 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.78 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.20 m	0.29 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.22 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.25 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.22 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.25 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.22 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.24 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.25 m	0.28 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.22 m	0.29 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.75 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.78 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.78 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.75 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.75 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.78 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	7.55 m	0.72 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	7.55 m	0.72 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	7.55 m	0.72 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.17 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.45 m	0.39 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.17 m	0.39 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	4.45 m	0.39 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	1.80 m	0.23 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
Viga Estructural	VC 01 - 25X50	0.125 m ²	3.78 m	0.25 m ³	Concreto F'c=210 kg/cm ²
VC 01 - 25X50: 28			119.75 m	9.16 m ³	
Total general: 28			119.75 m	9.16 m ³	

Fuente: Elaboración Propia

❖ **Metrado de columnas**

Este cuadro presenta la información de las columnas usadas en el proyecto, el volumen de concreto utilizado, el área de encofrado, etc.

❖ **Metrado de acero en columnas**

Este cuadro presenta la información de los metrados de acero utilizado para la armadura de las columnas del proyecto.

Tabla N°42: Cuadro de metrados de acero en columnas

05. Metrado de Acero en Columnas									
Categoría de anfitrión	Tipo	Espaciado	Cantidad	Longitud de barra	Peso Nominal	% de Desperdicio	Total kg	Recuento	Estilo
Pilar estructural	1/2"		592		0.99 kg/m	105.00%	2143.71 kg	211	Norma
1/2": 211			592				2143.71 kg	211	
Pilar estructural	1/4"		1600		0.22 kg/m	103.00%	244.48 kg	323	Estribo / Tirante
1/4": 323			1600				244.48 kg	323	
Pilar estructural	3/4"		92		2.24 kg/m	108.00%	2872.31 kg	52	Norma
3/4": 52			92				2872.31 kg	52	
Pilar estructural	3/8"		3096		0.56 kg/m	103.00%	2632.47 kg	487	Estribo / Tirante
Pilar estructural	3/8"		112		0.56 kg/m	103.00%	194.51 kg	56	Norma
3/8": 543			3208				2826.98 kg	543	
Pilar estructural	5/8"		155		1.55 kg/m	107.00%	3145.90 kg	73	Norma
5/8": 73			155				3145.90 kg	73	
Total general: 1202			5647				11233.39 kg	1202	

Fuente: Elaboración Propia

4.9.3.3. Reporte de planos

4.9.3.3.1. Planos de arquitectura

A partir del modelo digital 3D de arquitectura se empezaron a crear los planos de esta especialidad, permitiendo obtener planos en 2D y 3D siendo estos últimos mucho más detallados, los cuales ayudaran para el proceso constructivo. A continuación, se menciona los planos creados de esta especialidad:

❖ **A-01 – Planta de Arquitectura Primer Nivel**

Este plano contiene la planta de distribución arquitectónica del primer, así como los cuadros de puertas, ventanas, cuadro de mobiliario y acabados, además una vista en 3D del proyecto. Ver Anexo N°04.

❖ **A-02 – Planta de Arquitectura Segundo y Tercer Nivel**

Este plano contiene la planta de distribución arquitectónica del segundo y tercer, así como los cuadros de puertas, ventanas, cuadro de mobiliario y acabados, además una vista en 3D del proyecto. Ver Anexo N°05.

❖ **A-03 – Cortes y elevaciones**

Este plano contiene la elevación frontal y la elevación posterior, y también las vistas en 3D de estas elevaciones. Ver Anexo N°06.

❖ **A-04 – Cortes y elevaciones**

Este plano contiene la sección A-A, B-B y la elevación lateral, también las vistas en 3D de la escalera, así como algunos detalles del proyecto. Ver Anexo N°07

❖ **A-05 – Cortes y elevaciones**

Este plano contiene la sección C-C, D-D y como algunos detalles del proyecto. Ver Anexo N°08.

❖ **A-05 – Cuadros y Detalles**

Este plano contiene los cuadro o tablas de planificación de obra, así como detalles del mobiliario. Ver Anexo N°09.

4.9.3.3.2. Planos de Estructuras

A partir del modelo estructural se empezaron a crear los planos de esta especialidad, permitiendo obtener planos en 2D y 3D siendo estos últimos mucho más detallados, los cuales ayudaran para el proceso constructivo. A continuación, se menciona los planos creados de esta especialidad:

❖ **E-01 – Planta de Cimentación**

Este plano contiene la planta de cimentación donde se detalla la ubicación de las zapatas aisladas y las vigas de cimentación, así como los cuadros de metrados de concreto y acero de estos elementos. Ver Anexo N°10

❖ **E-02 – Planta de Cimentación**

Este plano contiene la planta de cimentación donde se detalla la ubicación de las zapatas aisladas, columnas y sobrecimientos, y también los cuadros de metrados de concreto y acero de estos elementos. Ver Anexo N°11.

❖ **E-03 – Columnas**

Este plano contiene las secciones de columnas y las vistas en 3D de estos elementos, además tiene los cuadros de metrados de concreto y acero de estos elementos. Ver Anexo N°12.

❖ **E-04 – Losa Aligerada**

Este plano contiene la planta de la losa aligerada, además cuadros de metrados de concreto y acero de estos elementos. Ver Anexo N°13.

❖ **E-05 – Vigas Estructurales**

Este plano contiene la planta de la losa aligerada, detalles de losa y además de cuadros de metrados de concreto y acero de estos elementos. Ver Anexo N°14.

❖ **E-06 – Vigas Estructurales 3D**

Este plano contiene detalles estructurales 3D de las vigas estructurales. Ver Anexo N°15.

❖ **E-07 – Detalles Estructurales**

Este plano contiene los detalles en elevación frontal de la estructura. Ver Anexo N°16.

❖ **E-08 – Detalles Estructurales**

Este plano contiene los detalles de los ejes de la estructura. Ver Anexo N°17.

❖ **E-09 – Escalera**

Este plano contiene los detalles en planta, elevación y 3D de la escalera, así como los metrados de este elemento. Ver Anexo N°18.

V. DISCUSIÓN

El terreno de la Institución Educativa N°89541 del Distrito de Nuevo Chimbote presenta un desnivel de 1.00 m, entre cota mayor y cota menor, con una distancia entre ellas de 37.17 m., obteniendo una pendiente del 3 %, con lo cual se pudo determinar que el terreno en estudio es plano.

Para el Estudio de Mecánica de Suelos se hicieron 03 calicatas con 1.60, 2.30 y 3.00 m. de profundidad, no encontrándose en ninguna de ellas nivel freático, en la calicata C-1 se encontró lecho rocoso a una profundidad de - 1.60 m., en la calicata C-3 se encontró lecho rocoso a una profundidad de 2.30 m., por lo que se decidió que la profundidad de cimentación sea de - 1.50 m.

El modelo arquitectónico se realizó tomando en cuenta los criterios de la Norma de Diseño de Locales Escolares del Ministerio de Educación, es por ello, que se diseñó un pabellón de 03 niveles, considerando 03 aulas por nivel con un área de 61.00 m² para cada aula. Para el modelo estructural, el sistema de usado fue de pórticos de concreto armado en las dos direcciones principales, considerando columnas en forma de L con un espesor de 0.25 m y un ancho de 0.60 m. en las esquinas y columnas en forma de TEE con un ancho de 0.85 m y un espesor de 0.25 y 0.30 m, en tanto, para las vigas las secciones establecidas fueron de 0.25x0.50 y 0.30x0.70.

Se realizó el diseño sísmico en el software Etabs 2017 vinculado al modelo estructural en Revit 2018, para este diseño se obtuvieron la máxima deriva de entrepiso 0.0070 en la dirección X y en la dirección Y la máxima deriva fue de 0.0033, mientras que según Ruiz y Vega (2014) obtuvieron derivas de 0.0053 en el eje X y 0.0064 en el Y, las derivas de estos autores son menores porque ellos usaron el sistema de muros estructurales en el eje X y pórticos de concreto armado en el eje Y, es por eso, que las derivas fueron menores, ya que los muros de concreto armado aportan mayor rigidez a la estructura.

El análisis y diseño estructural se realizó en el software Etabs 2017, el cual diseñó las áreas de acero de refuerzo de todos los elementos estructurales proyectados, para ejemplo, se tomó en cuenta el pórtico del eje F-F, según el diseño realizado en el software Etabs se determinó que para las columnas en forma en Tee se requiere un área de acero de 42.71 cm^2 , mientras que para la viga V02-30x70 el área de acero máxima fue de 8.80 cm^2 , adicionalmente a ello, se realizó el diseño estructural de manera convencional mediante hojas de cálculo de Excel, en el cual se determinó que el área máxima de acero requerida para la viga V02-30x70 fue de 8.82 cm^2 , con lo cual se puede decir que los elementos estructurales diseñados en Etabs, son los adecuados para esta estructura planteada.

Se realizó el modelado de acero de refuerzo con barras de diámetro de $\frac{1}{4}$ " hasta $\frac{3}{4}$ ", cada una de estas barras estuvieron diferenciadas por un color específico, el cual permitió una rápida interpretación de los diámetros usados para cada elemento estructural, además, Espinoza (2018) en su tesis "Implementación de la tecnología BIM para mejorar la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto – Lima 2018" concluyó que usando la Metodología BIM se puede reducir las mermas en la habilitación e instalación de acero en un 89 %, esta conclusión es acertada, porque con el uso de esta metodología se pueden obtener mejores detalles del armado de los elementos estructurales, beneficiando de esta manera la habilitación e instalación del acero de refuerzo, reduciendo tiempos y mermas en el proyecto.

La realización de los metrados de la estructura se hizo manera directa y automática a partir del modelo estructural, permitiendo de esta manera generar metrados más exactos de las diferentes partidas, por ejemplo, para el metrado de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ en zapatas se obtuvo un total de 39.31 m^3 , mientras que el metrado de acero de refuerzo fue de 980.14 kg , esta característica de la Metodología BIM permitió reducir el tiempo de trabajo para obtener los metrados de la estructura; además, Rojas (2017) en su tesis "Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos

y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK”, concluyó que se requiere menos hh/m² para la elaboración de los metrados respecto a métodos tradicionales, porque el modelo 3D BIM genera los metrados de manera automática y dinámica.

VI. CONCLUSIONES

Se realizó el levantamiento topográfico con estación total, determinando que la Institución Educativa N°89541 cuenta con un área de 4430.08 m² y 312.62 ml de perímetro, además según las curvas de nivel, el terreno presenta una pendiente del 3 % con lo que se logró determinar que el terreno es Plano.

Mediante el Estudio de Mecánica de Suelos realizado, se determinaron que el suelo de la Institución Educativa N°89541 es una arena mal graduada semicompacta con presencia de roca fracturada del tipo granodiorita a -1.60 m de profundidad, por lo que se estableció que la cimentación sea zapatas aisladas conectadas mediante vigas de cimentación a una profundidad de -1.50 m.

Se realizó el modelo arquitectónico y estructural del pabellón de la Institución Educativa N°89541 bajo la metodología BIM con el software Revit 2018 vinculando ambas especialidades, permitiendo de esta manera tener un flujo de trabajo directo entre arquitectura y estructura, para el modelado arquitectónico se diseñaron un total de 09 aulas de 61.00 m² cada una, este pabellón está destinado para un máximo de 270 alumnos, mientras que el modelo estructural se diseñó con el sistema de pórticos de concreto armado con columnas L y columnas Tee, vigas de principales de 25x50, 30x70 y 15x30 cm, es así, que la edificación planteada cumple con las condiciones de funcionalidad, habitabilidad y seguridad, de acuerdo a las exigencias vigentes para locales educativos de Educación Básica Regular.

Mediante la realización del diseño sísmico se obtuvo una cortante basal de 139.23 tn en la dirección X y 146.11 tn en la dirección Y, además se determinó que la máxima deriva de entrepiso de la estructura fue de 0.0070 en la dirección X, mientras en la dirección Y la máxima deriva fue de 0.0033, y según la Norma E.030 indica que las derivas para estructuras de concreto armado no deben exceder de 0.007, de esta manera la estructura planteada cumplió con lo establecido en la E.030.

A partir del modelo estructural en Revit 2018, se diseñaron los elementos estructurales con el Software Etabs 17.0.1, este software diseñó las áreas de acero requerido en cada elemento estructural; la cuantía de diseño para columnas tipo L fue de 1.51 % que representa un área de acero de 35.87 cm², para las columnas tipo Tee la cuantía de diseño fue 1.20 % con un área de acero de 42.71 cm², estos diseños cumplen con lo establecido en la Norma E.060 que indica que la cuantía de diseño para elementos en flexocompresión debe estar entre 1 y 6 %, en tanto, para vigas la cuantía de diseño fue de 0.005, el cual se encuentra dentro del rango establecido en la norma E.060 que indica que la cuantía mínima fue de 0.0033 y la máxima fue 0.0159, con lo se puede concluir que el diseño estructural fue el adecuado.

El modelado de acero de refuerzo se realizó en el software Revit 2018, teniendo en cuenta el área de acero diseñado, es por ello, que para las columnas tipo L se le colocó un área de acero de 38.64 cm² distribuido con 8Ø 3/4" + 8Ø 5/8", a las columnas tipo Tee se les colocaron 8Ø 3/4" + 10Ø 5/8" obteniendo un área de refuerzo de 42.62 cm², a las vigas V01-25x50 se les colocó 4Ø 3/4" + 1Ø 5/8", a las vigas V02-30x70 se les colocó 4Ø 3/4" + 3Ø 5/8" + 2Ø 1/2", con lo que se puede concluir que el acero colocado cumple con los aceros diseños para la estructura.

La generación de los metrados de la estructura se realizó de manera automática luego de tener el modelo estructural terminado con sus componentes de concreto y acero de refuerzo, estos metrados fueron ordenados por cada elemento estructural y según sus componentes, como por ejemplo para el metrado de columnas se obtuvo 54.41 m³ de concreto f'c=210 kg/cm², 10 086.46 kg de acero corrugado y 598.16 m² de encofrado, con lo que se puede decir que los metrados obtenidos mediante el uso de la Metodología BIM son más exactos y confiables.

VII. RECOMENDACIONES

Se puede agregar o diseñar la estructura con muros estructurales de concreto armado en la dirección X, con el fin de reducir las derivas de entrepiso en esta dirección, ya que estos elementos aportan mayor rigidez a la estructura.

Antes de empezar a modelar la edificación es muy importante tener un primer planteamiento arquitectónico en AutoCAD, esto sirve como guía para realizar el modelo digital 3D en Revit.

Para el reporte de metrados es necesario que estos, estén de acuerdo a cada elemento arquitectónico o estructural, ya que así se podrá mejorar la interpretación de estos datos.

REFERENCIAS

BLANCO, Antonio. Estructuración y Diseño de Edificaciones de Concreto Armado, Libro 2 de la colección del Ingeniero Civil. Lima, 1990-1991. 34-43 pp.

ESPINOZA, Raúl. Implementación de la tecnología Bim para mejorar la habilitación e instalación de acero en las construcciones de concreto – Lima 2018. Tesis. (Título de ingeniero Civil). Lima, Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 106pp.

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34705>

GARNICA, Andrea. Diseño de metodología integral orientada a la gestión de proyectos de construcción civil empleando la herramienta Building Information Modeling (BIM). Caso: viviendo unifamiliar. (Título de Ingeniero Civil) Caracas, Universidad Metropolitana, Escuela de Ingeniería Civil, 2017. 265pp.

<http://www.bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/10/Tesis-Andrea-Garnica-P.pdf>

GDE Acondicionamiento de locales escolares al nuevo modelo de Educación Básica Regular. Educación Primaria y Secundaria, Perú: Lima, 2015.

GONZÁLES, Carlos. Building Information Modeling: Metodología, aplicaciones y ventajas. Proyecto (Master en Edificaciones, Especialidad de Gestión). España, Universidad Politécnica de Valencia, Escuela superior de Ingeniería de Edificación, 2015. 96pp.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/56357/TFM%202015%20CARLOS%20GONZALEZ.pdf?se>

HERNANDEZ, Fernández y Baptista, Metodología de la Investigación. 5.^a. México: INTERAMERICANA EDITORES S.A. 2014. ISBN: 978-607-15-0291-9.

HIBBELER, R.C. Análisis Estructural. 8va edición. México, 2012. pp. 720
ISBN: 978-607-32-1062-1

CHANG, Daniel. Diseño Estructural de un Edificio de Aulas de Concreto Armado de Cuatro Pisos en el Distrito de San Miguel. Tesis (Grado de Ingeniero Civil) Lima, Pontificia Universidad Católica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2015.110pp.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/11/browse?value=Chang+Tokushima%2C+Daniel+Andr%C3%A9s&type=author>

MALLQUI, Badin. Revit Structure. Perú 1° Edición. Editorial Macro. ISBN N°978-612-304-326-1.

MEZA, Jorge. Diseño Estructural de un edificio de concreto armado de cinco pisos y un semisótano ubicado en la ciudad de Arequipa. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú,2014.120pp.

<http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5989>

MOJICA, Alfonso y Valencia. Implementación de las Metodologías BIM como Herramienta para la Planificación y Control del Proceso Constructivo de una Edificación en Bogotá. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana,2012,146pp.

<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/11135>

MORALES, Roberto, Diseño en Concreto Armado. Fondo editorial ICG.2014.334pp.

<https://es.slideshare.net/agemiler/diseo-en-concreto-armado-ing-roberto-morales-morales>

MULATO Ccoyllar, Erick. Utilización de la metodología Bim para la optimización de costos en el diseño de edificaciones de concreto armado en Huancavelica. Tesis (Título de Ingeniero Civil) Huancavelica, Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ciencias de Ingeniería, 2018. 322pp.

Norma Técnica de Infraestructura Educativa. Ministerio de Educación.2017.

https://www.pronied.gob.pe/wp-content/uploads/7NTIE_001-2017_Criterios_Generales_de_Disenio.pdf

Norma Técnica. Criterios de diseño para locales educativos de primaria y secundaria. Ministerio de Educación .2019.

<http://www.minedu.gob.pe/p/pdf/rvm-n084-2019-minedu-nt-primaria-y-secundaria.pdf>

N.T.P. E.020. Cargas. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú: Lima, 2006.

N.T.P. E.030. Diseño Sismorresistente. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú: Lima, 2018.

N.T.P. E.050. Suelos y Cimentaciones. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú: Lima, 2018.

N.T.P. E.060. Concreto Armado. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú: Lima, 2009.

R.N.E. A.040. Educación. Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. Perú: Lima, 2020.

OBLITAS, Víctor. Implementación del BIM en el diseño de la infraestructura de la Institución Educativa N°1283, Elías Soplín Vargas – Rioja – San Martín, 2018. Tesis (Título de ingeniero Civil). Rioja, Universidad Cesar Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2018. 129pp.

<http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/29636>

POCLIN Tuesta, Euclides. Evaluación del Diseño del Hospital II-2 de Jaén con el Uso de Tecnología BIM. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Jaén, Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ingeniería, 2014. 84pp.

https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNHE_15dd76ec6403561ff0142e524f7062b1

ROJAS Sacatuma, Juan. Análisis comparativo del rendimiento en la producción de planos y metrados, especialidad estructuras usando métodos tradicionales y la metodología de trabajo BIM en la empresa IMTEK. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Cusco, Universidad Andina del Cusco, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2017. 229pp.

<http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/40/browse?type=author&order=ASC&rpp=20&value=Rojas+Sacatuma%2C+Juan>

RUIZ, Alexander y VEGA, Emerson. Diseño Estructural de la I.E. Manuel González Prada-Nivel Primaria, Distrito de Quiruvilca, Santiago de Chuco-La Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Universidad Privada Antenor Orrego, Facultad de Ingeniería Civil, 2014. 197pp.

<http://repositorio.upao.edu.pe/handle/upaorep/623>

SAN BARTOLOMÉ, Ángel. Análisis de Edificios. Perú.1° Edición por la Pontificia Universidad Católica del Perú. Marzo. 1998.344pp.

SAAVEDRA Yslado, Irmer. Evaluación del diseño estructural del centro educativo nivel primaria en el caserío de Chagavara, Santiago de Chuco en el 2018. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo, Universidad Nacional de Trujillo, Facultad de Ingeniería, 2018. 216pp.

<http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12130>

VALDÉS Indo, Antonio. Estudio de Viabilidad del uso de la Tecnología BIM en un Proyecto Habitacional en Altura. Tesis (Título de Magister en Dirección y Administración de Proyectos Inmobiliarios). Chile, Universidad de Chile, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, 2014. 159pp.

<http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/130352>

ANEXOS

VARIABLE DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Diseño estructural de la Institución Educativa.	El diseño estructural se encarga de realizar un análisis de los elementos estructurales, planteamiento y cálculos para disponer y atribuir los elementos estructurales de forma apropiada, es decir, ubicarlos de tal manera que la estructura presente un buen comportamiento frente a cargas de gravedad o sismo. Hibbeler (2012).	El diseño estructural para un pabellón de 3 niveles con 3 aulas cada nivel de la I.E. N°89541, se hará mediante el uso de normas y softwares: - Normas utilizadas, E.020, E. 030, E. 050, E. 060. Softwares Revit Architecture, Revit Structure, ETABS, SAFE.	Levantamiento Topográfico	Planimetría (m)	Razón
				Altimetría (m)	Razón
			Estudio de Mecánica de suelos	Granulometría (%)	Razón
				Contenido de humedad (%)	Razón
				Capacidad Portante (Kg/cm ²)	Razón
			Predimensionamiento	Dimensiones de elementos estructurales. (m)	Razón
			Metrado de cargas	Carga muerta, carga viva, Toneladas, Kg/m Kg/ m ² .	Razón
			Análisis Dinámico	Desplazamientos, derivas y cortantes	Razón

			Diseño del acero de refuerzo	Área del acero Cm ² /m	Razón
			Diseño estructural con metodología BIM	Modelo: arquitectónico (planos, Und)	Razón
				Modelo estructural (planos, Und)	Razón
				Modela de acero de refuerzo. (planos, Und)	Razón
				Cuantificación de la estructura (Und, m3, m2, m, Kg)	Razón

Anexo 02: Panel Fotográfico





Anexo 03: Estudio de mecánica de Suelos





Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Construcción y Pavimentación
RUC 2056916852 - Reg. Consultor C 60112

ANÁLISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I.E. N 89541
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SAN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C - 1 **ESTRATO** : E - 1 **PROF.** : De 0.00m. a -1.60m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tare	R-1	R-2	R-3
Peso de tara + MH	500.00	530.00	560.00
Peso de tara + MS	492.00	522.00	552.00
Peso de tara	80.00	109.00	138.00
Peso del agua	8.00	8.00	8.00
Peso Muestra Seca	412.00	413.00	414.00
Contenido de humedad (%)	1.94%	1.94%	1.93%
PROMEDIO	1.94%		

Análisis Granulométrico - MTC E 167

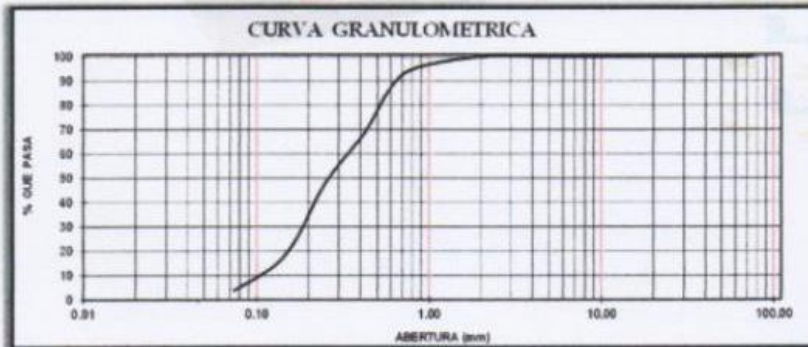
P. Seco Inicial (gr) : 1805.00 P. Seco Final (gr) : 1738.00 P. Lavado (gr) : 67.00

TAMIZ	M-1					
	No	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	76.200	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3"	50.800	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 4	4.750	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 10	2.000	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
Nº 20	0.840	84.00	4.65	4.65	95.35	
Nº 30	0.590	156.00	8.64	13.30	86.70	
Nº 40	0.420	328.00	18.17	31.47	68.53	
Nº 60	0.250	372.00	20.61	52.08	47.92	
Nº 100	0.149	528.00	29.25	81.33	18.67	
Nº 200	0.074	270.00	14.96	96.29	3.71	
PLATO		67.00	3.71	100.00	0.00	
TOTAL			1805.00			

HUMEDAD (%) : 1.94%
 LIMITE LIQUIDO (%) : NP
 LIMITE PLASTICO (%) : NP
 INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
 CLASIF. AASHTO : A-3 (0)

GRAVA (%) : 0.00
 ARENA (%) : 96.29
 ARENA GRUESA (%) : 4.65
 ARENA MEDIA (%) : 47.43
 ARENA FINA (%) : 44.21
 LIMO y/o ARCILLA (%) : 3.71



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Chocarpe
 Ing. Rafael Armando Chocarpe Minzaya
 JEFE DEL AREA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24
 P.J. Misagflores Alto - Chimbote
 Celular : 938124054 - 946445353
 Correo Electrónico :
 Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con fines de Construcción y Pavimentación
RUC 28569188632 - Reg. Consultor C 68112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I E N 89541
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C-2 **ESTRATO** : E-1 **PROF.**: De 0.00m. a -0.20m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tara	R-11	R-12	R-13
Peso de tara = MH	640.00	650.00	660.00
Peso de tara = MS	632.00	642.00	652.00
Peso de tara	121.00	126.00	128.00
Peso del agua	8.00	8.00	8.00
Peso Muestra Seca	511.00	516.00	524.00
Contenido de humedad (%)	1.57%	1.52%	1.53%
PROMEDIO	1.53%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

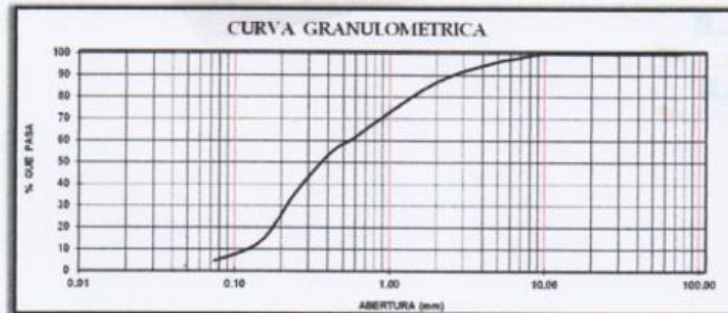
P. Seco Inicial (gr): 2205.50 P. Seco Final (gr): 2102.00 P. Lavado (gr): 103.50

TAMIZ	No	ABERT. (mm.)	M - 1			
			PESEO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00	
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00	
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/4"	18.100	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00	
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00	
1/4"	6.300	52.00	2.36	2.36	97.64	
N° 4	4.750	40.00	1.81	4.17	95.83	
N° 10	2.000	196.00	8.89	13.06	86.94	
N° 20	0.840	380.00	17.68	30.74	69.26	
N° 30	0.590	176.00	7.98	38.72	61.28	
N° 40	0.420	144.00	6.53	45.25	54.75	
N° 60	0.250	404.00	18.32	63.57	36.43	
N° 100	0.149	500.00	22.67	86.24	13.76	
N° 200	0.074	200.00	9.07	95.31	4.69	
PLATO		103.50	4.69	100.00	0.00	
TOTAL		2205.50				

HUMEDAD (%) : 1.53%
LIMITE LIQUIDO (%) : NP
LIMITE PLASTICO (%) : NP
INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASHTO : A-3 (0)

GRAVA (%) : 4.17
ARENA (%) : 91.14
ARENA GRUESA (%) : 26.57
ARENA MEDIA (%) : 32.83
ARENA FINA (%) : 31.74
LIMO y/o ARCILLA (%) : 4.89



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Minaya
Ing. Rafael Armando Charcape Minaya
Exp. en AREA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Almirante Guisno Me. J1 - Lote 24
P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular : 938124054 - 946445353
Correo Electrónico:
Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



**Wildcats Peru
Ingenieros SAC**

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con
fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20509168652 - Reg. Consolida C 60112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MENDEZ ASCATE YANIXA
 PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I E N 89541
 LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
 MATERIAL : TERRENO NATURAL
 CALICATA : C - 2 ESTRATO : E - 4 PROF.: De -0.90m. a -2.30m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tara	R-10	R-14	R-15
Peso de tara + M1	600.00	610.00	620.00
Peso de tara + M5	588.50	598.50	608.50
Peso de tara	83.00	88.00	90.00
Peso del agua	11.50	11.50	11.50
Peso Muestra Seca	605.50	610.50	618.50
Contenido de humedad (%)	2.27%	2.25%	2.22%
PROMEDIO	2.25%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

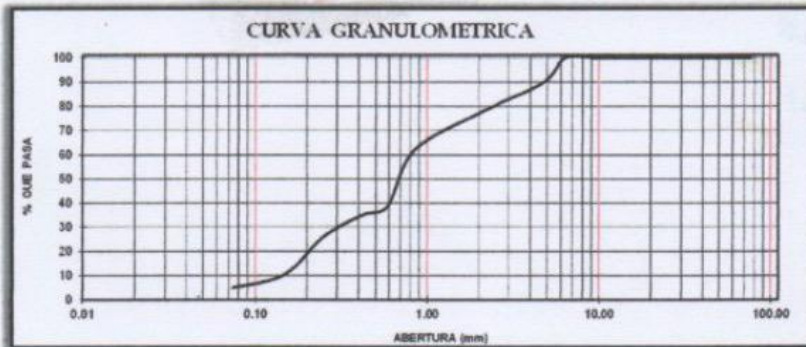
P. Seco Inicial (gr): 3311.90 P. Seco Final (gr): 3147.10 P. Lavado (gr): 164.80

TAMIZ		M - 4			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	340.00	10.27	10.27	89.73
N° 10	2.000	416.50	12.58	22.84	77.16
N° 20	0.840	510.00	15.40	38.24	61.76
N° 30	0.590	756.50	22.84	61.08	38.92
N° 40	0.420	129.90	3.91	65.00	35.00
N° 60	0.250	299.80	9.05	74.04	25.96
N° 100	0.149	514.30	15.53	89.57	10.43
N° 200	0.074	180.60	5.45	95.02	4.98
PLATO		164.80	4.98	100.00	0.00
TOTAL		3311.90			

HUMEDAD (%) : 2.25%
 LIMITE LIQUIDO (%) : NP
 LIMITE PLASTICO (%) : NP
 INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
 CLASIF. AASHTO : A-1-b (0)

GRAVA (%) : 10.27
 ARENA (%) : 84.75
 ARENA GRUESA (%) : 27.97
 ARENA MEDIA (%) : 35.80
 ARENA FINA (%) : 20.98
 LIMO y/o ARCILLA (%) : 4.98



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charco Mirona
 REP DEL AREA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24
 P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular : 958124054 - 946445353
 Correo Electrónico:
 Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



Wildcats Peru
Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con
fines de Construcción y Pavimentación
RUC 20509168652 - Reg. Consultor C 68112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECI. : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I.E N 89541
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C - 2 **ESTRATO** : E - 2 **PROF.**: De -0.20m. a -0.40m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Yara	R-4	R-5	R-6
Peso de tara + MH	500.00	510.00	520.00
Peso de tara + MS	120.00	130.00	142.00
Peso de tara	81.50	26.00	66.50
Peso del agua	360.00	380.00	378.00
Peso Muestra Seca	38.50	102.00	53.50
Contenido de humedad (%)	987.01%	372.56%	706.54%
PROMEDIO	688.70%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

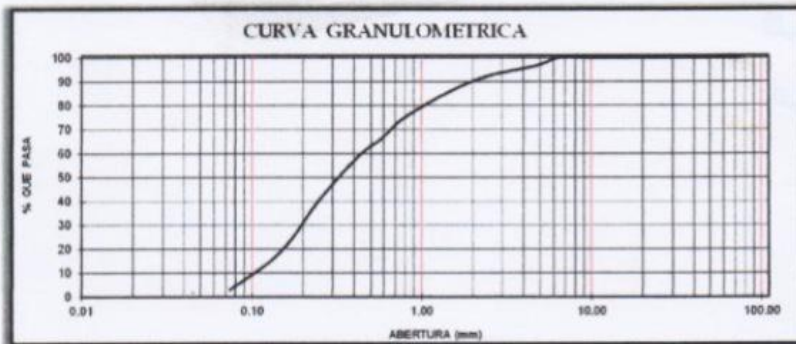
P. Seco Inicial (gr): 2844.80 P. Seco Final (gr): 2758.30 P. Lavado (gr): 86.50

TAMIZ		M - 2			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	93.50	3.29	3.29	96.71
N° 10	2.000	181.50	6.38	9.67	90.33
N° 20	0.840	401.50	14.11	23.78	76.22
N° 30	0.590	259.50	9.47	33.25	66.75
N° 40	0.420	231.00	8.12	41.37	58.63
N° 50	0.290	511.50	17.98	59.35	40.65
N° 100	0.149	616.00	21.65	81.01	18.99
N° 200	0.074	463.80	15.95	96.96	3.04
PLATO		86.50	3.04	100.00	0.00
TOTAL		2844.80			

HUMEDAD (%) : 688.70%
LIMITE LIQUIDO (%) : NP
LIMITE PLASTICO (%) : NP
INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASHTO : A-3 (0)

GRAVA (%) : 3.29
ARENA (%) : 93.67
ARENA GRUESA (%) : 20.43
ARENA MEDIA (%) : 35.57
ARENA FINA (%) : 37.61
LIMO y/o ARCILLA (%) : 3.04



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charupe Miraya
Ing. Rafael Armando Charupe Miraya
SEPE DEL APRA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Abimarcos Guisez Mt. 11 - Lote 24
P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular : 988124034 - 946445355
Correo Electrónico:
Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de Cimentación y Pavimentación
RUC 20509168652 - Reg. Consultor C 60112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I.E N 89541
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - S/N - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C - 3 **ESTRATO** : E - 3 **PROF.**: De -0.80m. a -1.60m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tara	R-22	R-23	R-24
Peso de tara + MH	600.00	610.00	620.00
Peso de tara + MS	598.00	598.00	608.00
Peso de tara	81.50	86.50	88.50
Peso del agua	12.00	12.00	12.00
Peso Muestra Seca	506.50	511.50	519.50
Contenido de humedad (%)	2.37%	2.36%	2.31%
PROMEDIO	2.34%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

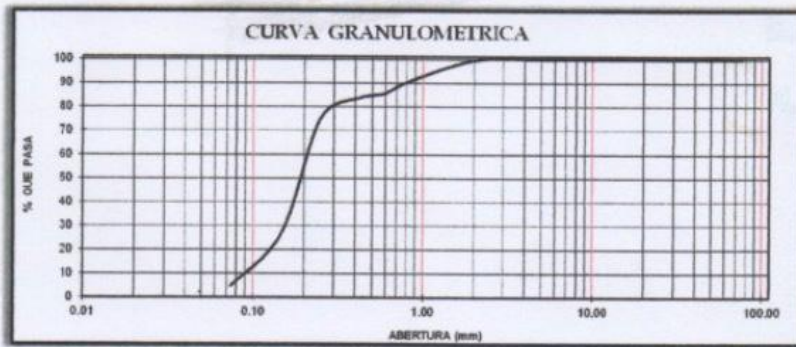
P. Seco Inicial (gr): 1347.30 P. Seco Final (gr): 1282.30 P. Lavado (gr): 86.00

TAMIZ		M - 2			
No	ABERT. (mm.)	PESEO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	6.10	0.45	0.45	99.55
N° 20	0.840	117.80	8.74	9.20	90.80
N° 30	0.590	70.40	5.23	14.42	85.58
N° 40	0.420	25.50	1.89	16.31	83.69
N° 60	0.250	114.20	8.48	24.79	75.21
N° 100	0.149	643.50	47.78	72.55	27.45
N° 200	0.074	304.80	22.62	95.18	4.82
PLATO		86.00	4.82	100.00	0.00
TOTAL		1347.30			

HUMEDAD (%) : 2.34%
 LIMITE LIQUIDO (%) : NP
 LIMITE PLASTICO (%) : NP
 INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
 CLASIF. AASHTO : A-3(0)

GRAVA (%) : 0.00
 ARENA (%) : 95.18
 ARENA GRUESA (%) : 9.20
 ARENA MEDIA (%) : 15.59
 ARENA FINA (%) : 70.39
 LIMO y/o ARCILLA (%) : 4.82



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charcape Minaya
 JEFE DE LA AREA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24
 P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular : 938124054 - 946443333
 Correo Electrónico: Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



**Wildcats Peru
Ingenieros SAC**

Elaboración de Estudio de Mecánica de Suelos con
finos de Consultoría y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Consultor C 60112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHE COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I E N 89541
0
#REFI
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SIN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C-2 **ESTRATO** : E-3 **PROF.**: De -0.40m. a -0.90m.

Contenido de Humedad - MTC E 198

Código de Tara	R-7	R-8	R-9
Peso de tara + MH	600.00	610.00	620.00
Peso de tara + MS	598.50	598.50	608.50
Peso de tara	83.00	88.00	90.00
Peso del agua	11.50	11.50	11.50
Peso Muestra Seca	505.50	510.50	518.50
Contenido de humedad (%)	2.27%	2.25%	2.22%
PROMEDIO	2.25%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

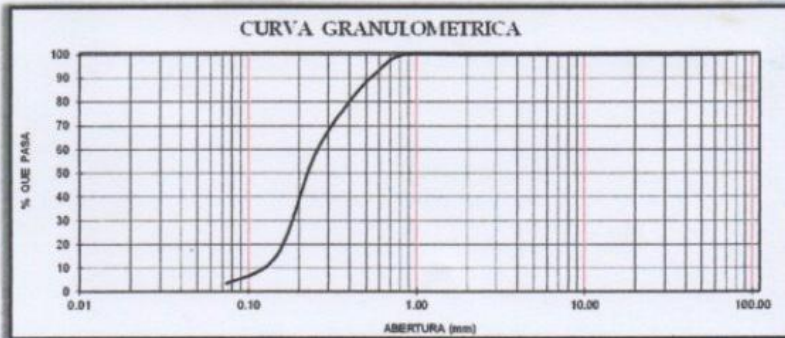
P. Seco Inicial (gr): 2402.70 P. Seco Final (gr): 2322.00 P. Lavado (gr): 80.70

TAMIZ		M-3			
No	ABERT. (mm)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
2"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 20	0.840	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 30	0.590	168.00	6.99	6.99	93.01
N° 40	0.420	258.00	10.74	17.73	82.27
N° 60	0.250	582.00	24.22	41.95	58.05
N° 100	0.149	1020.00	42.45	84.41	15.59
N° 200	0.074	294.00	12.24	96.64	3.36
PLATO		80.70	3.36	100.00	0.00
TOTAL		2402.70			

HUMEDAD (%) : 2.25%
LIMITE LIQUIDO (%) : NP
LIMITE PLASTICO (%) : NP
INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASHTO : A-3(0)

GRAVA (%) : 0.00
ARENA (%) : 96.64
ARENA GRUESA (%) : 0.00
ARENA MEDIA (%) : 41.95
ARENA FINA (%) : 54.69
LIMO y/o ARCILLA (%) : 3.36



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Ing. Rafael Armando Charupe Ninaya
SUPE DE LA APA DE MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Abimayta Guispe Mz. J1 - Lote 24
P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Cédula : 938124054 - 946443333
Correo Electrónico:
Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



ANÁLISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHÉ COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LE N 895A1
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SAN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C-2 **ESTRATO** : E-5 **PROF.**: De -2.30m a -3.00m

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tara	R-16	R-17	R-18
Peso de tara + MH	400.00	410.00	420.00
Peso de tara + MS	389.00	399.00	409.00
Peso de tara	80.00	85.00	87.00
Peso del agua	11.00	11.00	11.00
Peso Muestra Seca	309.00	314.00	322.00
Contenido de humedad (%)	3.56%	3.50%	3.42%
PROMEDIO	3.49%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

P. Seco Inicial (gr): 1500.60 P. Seco Final (gr): 1438.00 P. Lavado (gr): 62.60

TAMIZ		M - 5			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.202	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.520	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	92.00	6.13	6.13	93.87
Nº 4	4.750	136.00	9.06	15.19	84.81
Nº 10	2.000	186.00	12.40	27.59	72.41
Nº 20	0.840	206.00	13.86	41.45	58.55
Nº 30	0.600	186.00	12.40	53.85	46.15
Nº 40	0.420	176.00	11.73	65.57	34.43
Nº 60	0.250	132.00	8.80	74.37	25.63
Nº 100	0.149	206.00	13.73	88.10	11.90
Nº 200	0.074	116.00	7.73	95.83	4.17
PLATO		62.60	4.17	100.00	0.00
TOTAL		1500.60			

HUMEDAD (%) : 3.49%
 LIMITE LIQUIDO (%) : NP
 LIMITE PLASTICO (%) : NP
 INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
 CLASIF. AASHTO : A-1-b(0)

GRAVA (%) : 15.19
 ARENA (%) : 80.84
 ARENA GRUESA (%) : 26.26
 ARENA MEDIA (%) : 32.92
 ARENA FINA (%) : 21.46
 LIMO y/o ARCILLA (%) : 4.17



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Mena
 Ing. Rafael Armando Charcape Mena
 S. de la A. de la M. de la M. de la M. de la M.



Dirección : Jr. Almirante Guisse Ab. 11 - Lote 24
 P.J. Miraflores Alto - Chimbote
 Celular : 988124054 - 988445353
 Correo Electrónico:
 Wildcats_peru_ingenieros@outlook.com



Wildcats Peru
Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con
fines de Construcción y Pavimentación
RUC 20569168652 - Reg. Comercio C 60112

ANALISIS DE SUELO

SOLICITA : CHINCHÉ COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
PROYECTO : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA I.E N 89541
LUGAR : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DPTO. DE ANCASH
MATERIAL : TERRENO NATURAL
CALICATA : C - 3 **ESTRATO** : E - 4 **PROF.**: De -1.60m. a -2.30m.

Contenido de Humedad - MTC E 108

Código de Tara	R-25	R-26	R-27
Peso de tara + MH	600.00	610.00	620.00
Peso de tara + MS	583.00	595.00	603.00
Peso de tara	81.50	86.50	88.50
Peso del agua	17.00	17.00	17.00
Peso Muestra Seca	501.50	506.50	514.50
Contenido de humedad (%)	3.36%	3.36%	3.30%
PROMEDIO	3.35%		

Análisis Granulométrico - MTC E 107

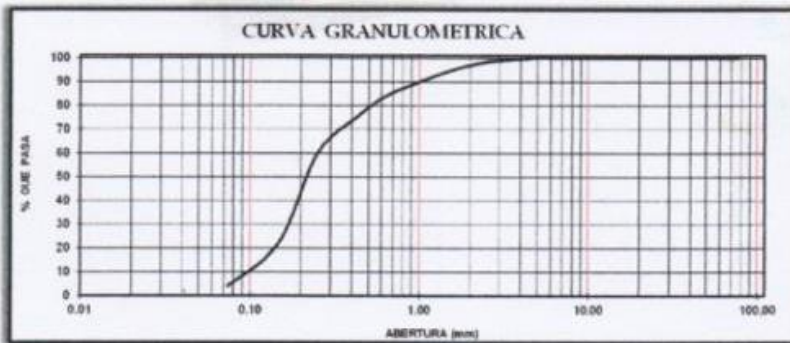
P. Seco Inicial (gr): 2391.70 P. Seco Final (gr): 2282.50 P. Lavado (gr): 99.20

TAMIZ		M - 3			
No	ABERT. (mm.)	PESO RETEN. (gr)	% RETENIDO PARCIAL	% RETENIDO ACUMULADO	% QUE PASA
3"	76.200	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.500	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.800	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.100	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.400	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.000	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.700	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.500	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.350	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.750	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.000	70.00	2.93	2.93	97.07
N° 20	0.840	220.50	9.22	12.15	87.85
N° 30	0.590	126.00	5.27	17.41	82.59
N° 40	0.420	185.50	7.76	25.17	74.83
N° 60	0.250	360.50	15.07	40.24	59.75
N° 100	0.149	896.00	37.46	77.71	22.29
N° 200	0.074	434.00	18.15	95.86	4.15
PLATO		99.20	4.15	100.00	0.00
TOTAL		2391.70			

HEMEDAD (%) : 3.35%
LIMITE LIQUIDO (%) : NP
LIMITE PLASTICO (%) : NP
INDICE PLASTICO (%) : NP

CLASIF. SUCS : SP
CLASIF. AASHTO : A-3 (6)

GRAVA (%) : 0.00
ARENA (%) : 95.86
ARENA GRUESA (%) : 12.15
ARENA MEDIA (%) : 28.10
ARENA FINA (%) : 55.61
LIMO y/o ARCILLA (%) : 4.15



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charcape Manaya
Ing. Rafael Armando Charcape Manaya
JEFE DEL AREA DE MEDICION DE SUELOS



Dirección : Jr. Abasco Gaitse Mz. J1 - Lote 21
P.J. Miraflores Alto - Chimbote
Celular : 935124054 - 946443333
Correo Electrónico : Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com



Wildcats Peru Ingenieros SAC

Elaboración de Estudios de Mecánica de Suelos con fines de
Cimentación y Pavimentación
RUC 20569168632 - Reg. Consultor C 60112

CALCULO DE LA CAPACIDAD ADMISIBLE (NTP 339.189, ASTM D 3441)
ENSAYO ESTANDAR PARA LA AUSCULTACION CON PENETROMETRO DINAMICO LIGERO (DPL - DIN 4094)

SOLICITA : CHINCHÉ COLORADO KEVIN, MÉNDEZ ASCATE YANIXA
OBRA : DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA LE N 89541
UBICACIÓN : A.H. LOS CONSTRUCTORES - SIN - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH
ENSAYO : DPL - 1
FECHA :

EQUACION

Calculo de la presión Geostática N = Numero de golpes (por cada 0.10 m de Incado)

$T^* = \frac{Prof(m)}{10} \dots \text{Suelo No cohesivo}$ $T^* = Prof (m) \times 0.2063 \dots \text{Suelo cohesivo}$

Calculo de las correcciones (solo en suelo No cohesivo) Calculo de N* Corregido final

$N_1 = 1/T^* \times 1/2 \times N/10$ $N^* = (N_1 + N_2 + N_3 + N_4)/4 \dots \text{Suelo No cohesivo}$

$N_2 = (0.77 \times \log(2^{200}/T^*)) \times N$ $\Phi = 25 + (0.15) \times (Dr) \dots \text{Angulo de fricción interna}$

$N_3 = (4 \times N / (1 + 2 \times T^*)) \times N$ $q_u = N^* / B \dots (kg/cm^2)$

$N_4 = (N + 15/2)$ $N^* = (0.77 \times \log(2^{200}/T^*)) \times N \dots \text{Suelo cohesivo}$

$q_{adm} = (q_u/3) \quad q_u = (3 \times q_{adm})$

DATOS Y RESULTADOS

Seleccionar Tipo de suelo : Cota del nivel de terreno natural : N.T.N. 0.00 manm

Cota del nivel de terreno de fundación : N.T.F. 1.50 manm

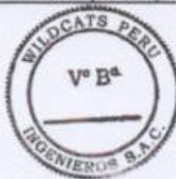
Profundidad de exploración : Df. 1.60 m

Prof. (m)	N ₆₀	Compeidad	Dr (%)	Ang. Fric. Int. Φ	q _u (Kg/cm ²)	q _{adm} (Kg/cm ²)	Q adm (kg/cm ²)
0.1	servicio	denso	#(VALOR: 35.66	#(VALOR: 30.35	1.56	0.521	
0.2	4	suelto	36.30	30.75	1.75	0.582	
0.3	5	suelto	33.10	29.96	1.38	0.461	
0.4	4	suelto	40.49	31.07	1.90	0.633	
0.5	6	suelto	43.81	31.57	2.13	0.710	
0.6	7	suelto	31.91	29.79	1.30	0.433	
0.7	4	suelto	35.46	30.32	1.55	0.516	
0.8	5	suelto	35.26	30.29	1.53	0.511	
0.9	5	suelto	35.11	30.27	1.52	0.507	
1.0	5	suelto	34.98	30.25	1.51	0.504	
1.1	5	suelto	49.44	32.42	2.52	0.841	
1.2	9	medio	52.90	32.94	2.77	0.922	
1.3	10	medio	52.76	32.91	2.76	0.918	
1.4	10	medio	69.87	35.48	4.25	1.418	
1.5	16	medio	77.38	36.61	5.25	1.748	
1.6	20	medio	169.76	50.46	12.73	4.244	
1.7	50	medio	169.44	50.42	12.71	4.236	
1.8	50	medio	169.17	50.38	12.69	4.229	
1.9	50	medio	168.96	50.34	12.67	4.224	
2.0	50	medio	168.79	50.32	12.66	4.220	
2.1	50	medio	168.65	50.30	12.65	4.22	
2.2	50	medio	168.56	50.28	12.64	4.21	
2.3	50	medio	168.49	50.27	12.64	4.21	
2.4	50	medio	168.45	50.27	12.63	4.21	
2.5	50	medio	168.43	50.26	12.63	4.21	
2.6	50	medio	168.43	50.27	12.63	4.21	
2.7	50	medio	168.46	50.27	12.63	4.21	
2.8	50	medio	168.50	50.28	12.64	4.21	
2.9	50	medio	168.56	50.28	12.64	4.21	
3.0	50	medio					

1.418 kg/cm²

Del análisis realizado, la profundidad de cimentación recomendada es 1.50 m. y considerando un FS = 3, se obtiene Qadm. =

Para la realización del ensayo se tuvo que retirar la capa de 0.20m correspondiente a un material de relleno existente sobre el punto de ensayo.



WILDCATS PERU INGENIEROS S.A.C.

Rafael Armando Charco Miraya
Ing. Rafael Armando Charco Miraya
DPS DEL ARBATO MECANICA DE SUELOS



Dirección : Jr. Almirante Guisse Mz. J1 - Lote 24

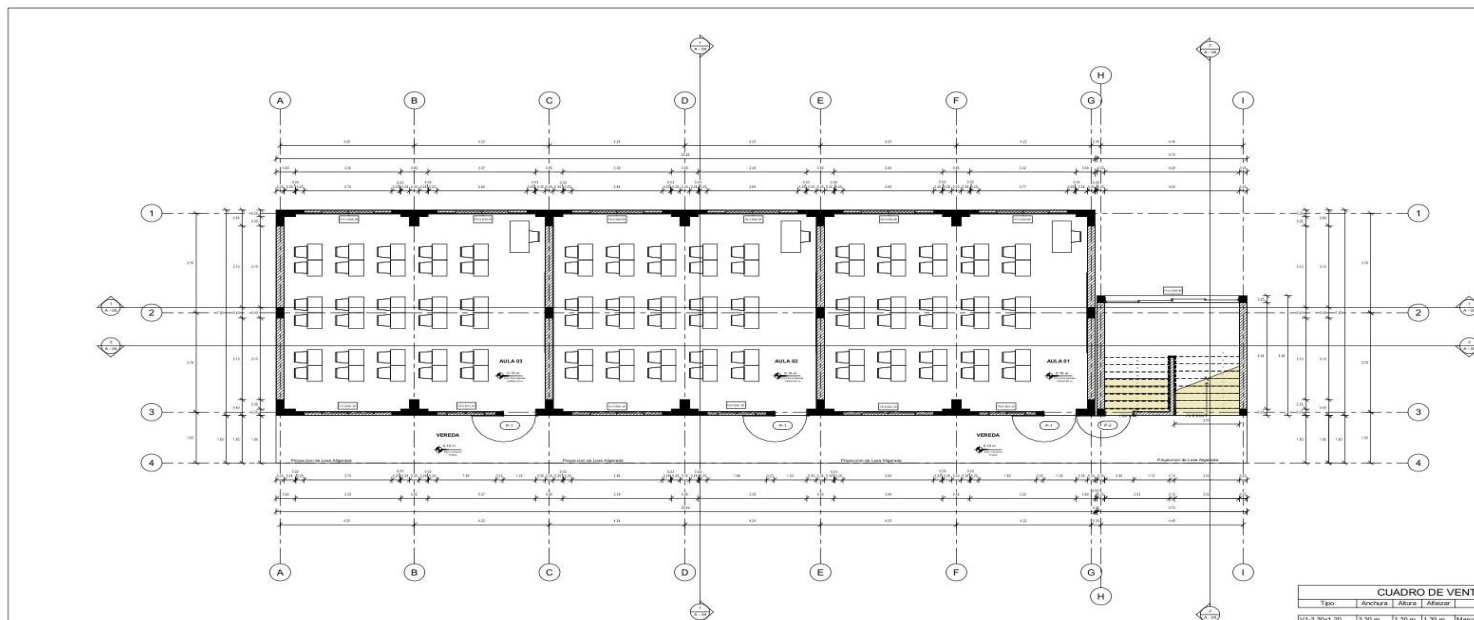
P.J. Miraflores Alto - Chimbote

Celular : 938124054 - 946443353

Correo Electrónico:

Wildcats_peru_ingenieros@Outlook.com

Anexo 4: Planta de Arquitectura Primer Nivel



1 PRIMER NIVEL
1 : 50

CUADRO DE ACABADOS				
Tipo	Area	Nivel	Descripción	Recuento
LOSA ALGERGADA H=20	219.47 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Cielo Raso Templado y Pintado	1
LOSA ALGERGADA H=20	219.47 m ²	04 TERCER NIVEL	Cielo Raso Templado y Pintado	1
LOSA ALGERGADA H=20	219.47 m ²	06 T. T.	Cielo Raso Templado y Pintado	1
LOSA ALGERGADA H=20	18.97 m ²	06 T. T.	Cielo Raso Templado y Pintado	1
LOSA ALGERGADA H=20 + Cimiento Pulpido 40x15 cm	675.38 m ²	02 PRIMER NIVEL	Tablero de Hombrón Compactado 4"	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	50.92 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso 40x40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.38 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso 40x40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.29 m ²	02 PRIMER NIVEL	Falso Piso 40x40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	14.35 m ²	01 ALMACEN	Falso Piso 40x40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m. 4	197.93 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.38 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.29 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	49.53 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	1.05 m ²	02 SEGUNDO NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.38 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	61.29 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	49.53 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60	1.05 m ²	04 TERCER NIVEL	Contrapiso 40 mm	1
PRISO DE PORCELANATO 0.60x0.60 m. 19	468.33 m ²			
Total general:	1306.30 m ²			

CUADRO DE MOBILIARIO				
Tipo	Descripción	Nivel	Recuento	
Mesa Aluminio 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	02 PRIMER NIVEL	90	
Mesa Aluminio 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	03 SEGUNDO NIVEL	90	
Mesa Aluminio 0.50x0.60 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	04 TERCER NIVEL	90	
Mesa Aluminio 0.50x0.60 m. 276			276	
Mesa Decoreta 0.40x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	02 PRIMER NIVEL	3	
Mesa Decoreta 0.40x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	03 SEGUNDO NIVEL	3	
Mesa Decoreta 0.40x1.20 m	Estructura de Acero - Tablero de Madera	04 TERCER NIVEL	3	
Mesa Decoreta 0.80x1.20 m. 9			9	
Silla Decoreta 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	02 PRIMER NIVEL	3	
Silla Decoreta 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	03 SEGUNDO NIVEL	3	
Silla Decoreta 0.45x0.40 m	Silla de Polipropileno	04 TERCER NIVEL	3	
Silla Decoreta 0.45x0.40 m. 9			9	
Silla Aluminio 0.40x0.40 m	Silla de Polipropileno	02 PRIMER NIVEL	90	
Silla Aluminio 0.40x0.40 m	Silla de Polipropileno	03 SEGUNDO NIVEL	90	
Silla Aluminio 0.40x0.40 m. 276			276	
Total general:			570	



2 VISTA 3D PABELLON 1

CUADRO DE VENTANAS					
Tipo	Anchura	Altura	Adosado	Descripción	Recuento
V1-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V1-3 30x1 20 3					3
V2-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V2-3 30x1 20 3					3
V3-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V3-3 30x1 20 3					3
V4-2 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V4-2 30x1 20 3					3
V5-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V5-3 30x1 20 3					3
V6-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V6-3 30x1 20 3					3
V7-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V7-3 30x1 20 3					3
V8-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V8-3 30x1 20 3					3
V9-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V9-3 30x1 20 3					3
V10-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V10-3 30x1 20 3					3
V11-3 30x1 20	1.30 m	1.30 m	1.30 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	3
V11-3 30x1 20 3					3
V12-4 20x0 80	1.20 m	0.80 m	1.70 m	Marco Cielo - Vidrio Doble	1
V12-4 20x0 80 1					1
Total general:					37

CUADRO DE PUERTAS					
Tipo	Anchura	Alura	Descripción	Nivel	Recuento
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cielo Aparejada	02 PRIMER NIVEL	3
02 PRIMER NIVEL 3					
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cielo Aparejada	03 SEGUNDO NIVEL	3
03 SEGUNDO NIVEL 3					
P-1	1.00 m	2.50 m	Madera de Cielo Aparejada	04 TERCER NIVEL	3
04 TERCER NIVEL 3					
P-2	0.85 m	2.50 m	Contrapisado y Marco Madera de Cielo	02 PRIMER NIVEL	1
02 PRIMER NIVEL 1					
Total general:					10

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LINEA DE INVESTIGACION:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
CHINCHÉ COLORADO KEVIN EDINSON
MENDEZ ASCATE YANIXA PAMELA

ASESORES:
Ing. Marlon Farfán Córdoba
Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:
Arquitectura

PLANO:
PLANTA DE ARQUITECTURA 1º NIVEL

UBICACION:
AA.HH.LOS CONSTRUCTORES - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA DE EMISION:
20/07/2020

ESCALA:
1 : 50

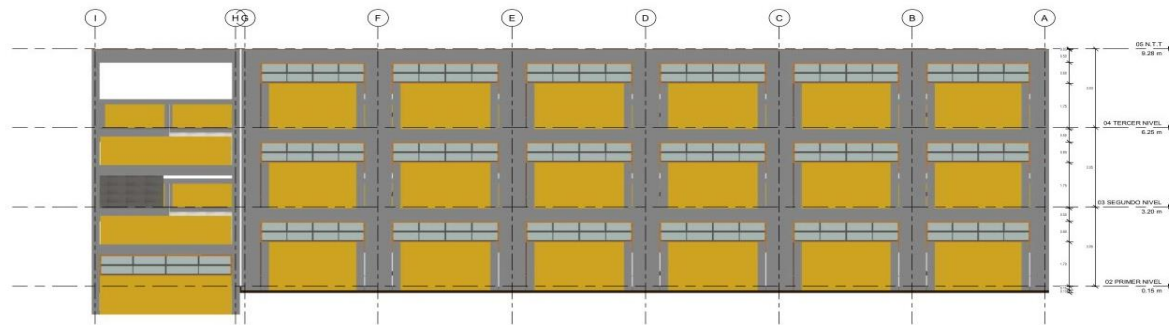
TAMAÑO DE LAMINA:
A0

Nº LAMINA:
A - 01

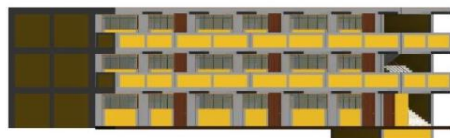
Anexo 6: Cortes y Elevaciones



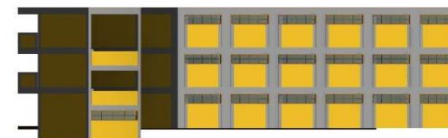
1 ELEVACION FRONTAL
1 : 50



2 ELEVACION POSTERIOR
1 : 50



4 VISTA FRONTAL 3D



3 VISTA POSTERIOR 3D



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO
PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PROYECTO:

Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:

DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:

CHINCHÉ COLORADO KEVIN EDINSON
MÉNDEZ ASCATE YANIXA PAMELA

ASESORES:

Ing. Marlon Farfán Córdova
Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:

Arquitectura

PLANO:

CORTES Y ELEVACIONES

UBICACION:

AA-HH-LOS CONSTRUCTORES - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA DE EMISION:

20/07/2020

ESCALA:

1 : 50

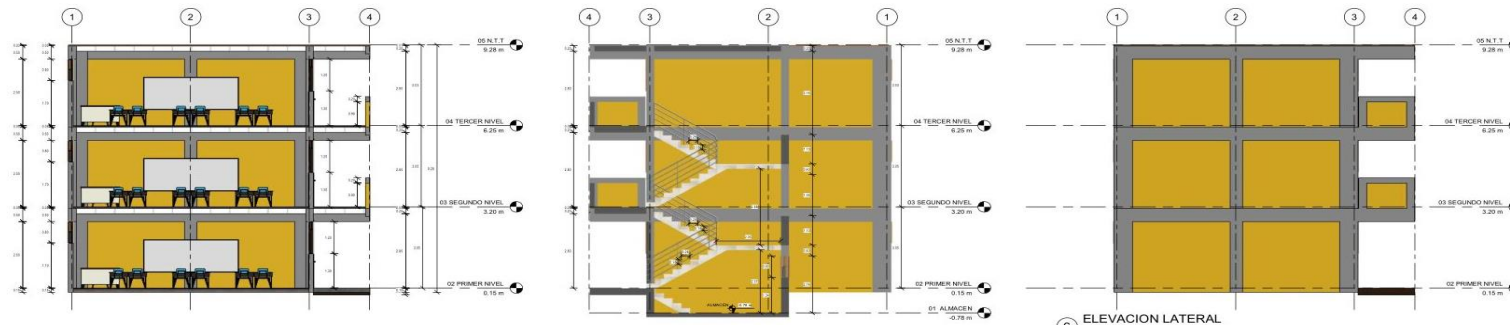
TAMAÑO DE LAMINA:

A0

N° LAMINA:

A - 03

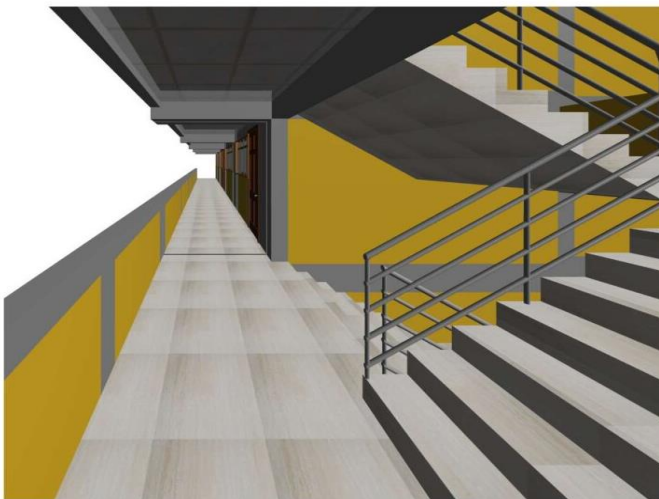
Anexo 7: Cortes y elevaciones



1 Sección A-A
1 : 50

2 Sección B-B
1 : 50

6 ELEVACION LATERAL
1 : 50



5 VISTA 3D - CORREDOR



3 VISTA 3D - ESCALERA

Cuadro de Escalera Recta de Dos Tramos

Tipo	Ancho	Paseo	Contrapeso	Espesor del Garfalo	Nivel base	Nivel superior	Numero de Contrapesos
ESCALERA DOS TRAMOS	2.03 m	0.28 m	0.19 m	0.18 m	01 ALMACEN	02 PRIMER NIVEL	0
01 ALMACEN T	2.03 m	0.28 m	0.18 m	0.18 m	02 PRIMER NIVEL	03 SEGUNDO NIVEL	17
02 PRIMER NIVEL T	2.03 m	0.28 m	0.18 m	0.18 m	03 SEGUNDO NIVEL	04 TERCER NIVEL	17



4 VISTA INTERIOR



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:

DISENO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:

CHINCHE COLORADO KEVIN EDINSON
MENDEZ ASCATE YANXIA PAMELA

ASESORES:

Ing. Marlon Farfán Cordova
Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:

Arquitectura

PLANO:

CORTES Y ELEVACIONES

UBICACION:

AAHH LOS CONSTRUCTORES - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

FECHA DE EMISION:

20/07/2020

ESCALA:

1 : 50

TAMAÑO DE LAMINA:

A0

N° LAMINA:

A - 04

Anexo 8: Cortes y elevaciones



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO
 PROFESIONAL DE INGENIERIA
 CIVIL

PROYECTO:
 Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:
 DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
 CHINCHA COLORADO KEVIN EDINSON
 MENDEZ ASCATE YANIXA PAMELA

ASESORES:
 Ing. Marlon Farfan Córdoba
 Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:
 Arquitectura

PLANO:
 CORTES Y ELEVACIONES

UBICACION:
 AA.HH.LOS CONSTRUCTORES - DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DEL SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH

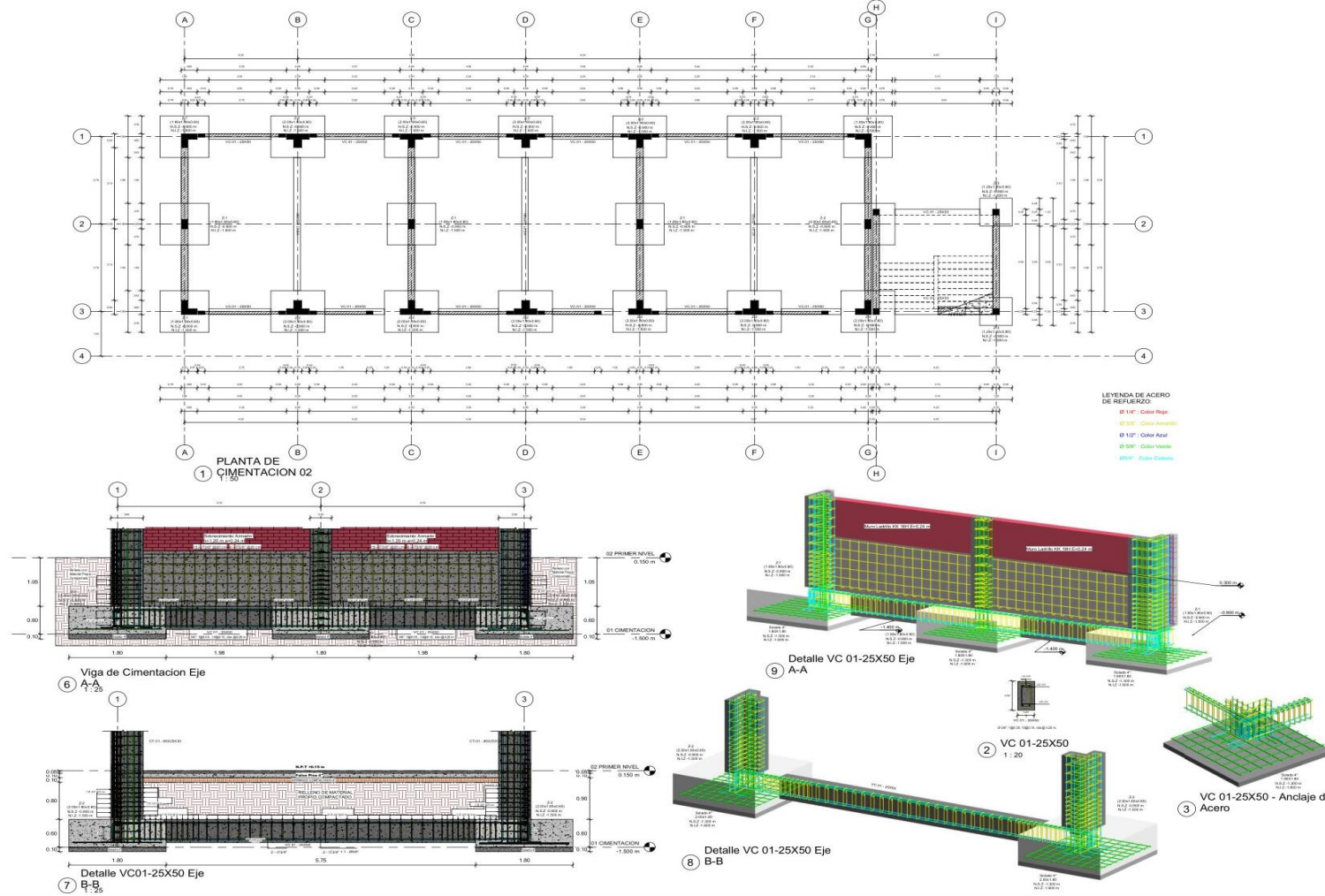
FECHA DE EMISION:
 20/07/2020


ESCALA:
 1 : 50

TAMAÑO DE LAMINA:
 A0

N° LAMINA:
 A - 05

Anexo 11: Planta de Cimentación



 <p>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</p>	
<p>FACULTAD DE INGENIERIA</p> <p>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</p>	
<p>PROYECTO:</p> <p>Diseño Estructural con Metodología BIM de un Babelón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash</p>	
<p>LINEA DE INVESTIGACION:</p> <p>DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL</p>	
<p>AUTORES:</p> <p>CHINCHE COLDRADO KEVIN EDINSON MENDEZ ASCATE YANIXA PAMELA</p>	
<p>ASESORES:</p> <p>Ing. Marlon Gastón Farfán Córdoba Ing. Luis Anibal Cerma Rondón</p>	
<p>ESPECIALIDAD:</p> <p>ESTRUCTURAS</p>	
<p>PLANO:</p> <p>PLANTA DE CIMENTACION</p>	
<p>UBICACION:</p> <p>AA.HH Los Constructores - Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa - Departamento de Ancash</p>	
<p>FECHA DE EMISION:</p> <p>20/07/2020</p>	
<p>ESCALA:</p> <p>Corno se indica</p>	
<p>TAMAÑO DE LAMINA:</p>	
<p>N° LAMINA:</p> <p>E-002</p>	

Anexo 12: Columnas

07. Metrado de Columnas - Concreto Fc=210 kg/cm ²							
Tipo	Área de Sección	Longitud	Volumen	Recurtamiento	Perímetro	Área de Encofrado	Material estructural
COLUMNA C1-25x40	0.100 m ²	4.850 m	1.62 m ³	10.940 m	0.800 m	12.960 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
COLUMNA C1-25x40-12	0.100 m ²	3.950 m	2.44 m ³	10.940 m	0.800 m	12.960 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
COLUMNA C2-25x25	0.063 m ²	4.850 m	2.44 m ³	10.925 m	0.750 m	12.150 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
COLUMNA C2-25x25-12	0.063 m ²	3.950 m	1.63 m ³	10.925 m	0.750 m	12.150 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
COLUMNA C3-15x25	0.038 m ²	2.750 m	1.28 m ³	10.925 m	0.800 m	26.400 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²
COLUMNA C3-15x25-12	0.038 m ²	2.350 m	1.09 m ³	10.925 m	0.800 m	22.560 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²
COLUMNA C3-15x25	0.038 m ²	1.750 m	0.84 m ³	10.925 m	0.800 m	33.600 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²
COLUMNA C3-15x25-12	0.038 m ²	1.350 m	0.62 m ³	10.925 m	0.800 m	28.800 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²
COLUMNA C3-15x25-118	0.038 m ²	1.150 m	0.54 m ³	10.925 m	0.800 m	34.560 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²
COLUMNA CL-1 (60x25)	0.240 m ²	3.950 m	3.85 m ³	2.400 m	3.400 m	56.520 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
COLUMNA CL-1 (60x25)-12	0.240 m ²	3.050 m	2.85 m ³	2.400 m	3.400 m	56.520 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-01-85x25x30	0.300 m ²	4.850 m	4.86 m ³	10.940 m	2.900 m	46.560 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-02-85x25x30	0.300 m ²	3.950 m	3.30 m ³	10.940 m	2.900 m	39.720 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-03-85x25x30	0.326 m ²	4.850 m	5.72 m ³	10.940 m	3.200 m	51.744 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-04-85x25x30	0.326 m ²	3.950 m	4.22 m ³	10.940 m	3.200 m	43.296 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-05-85x25x30-118	0.326 m ²	1.080 m	1.12 m ³	10.940 m	3.200 m	106.140 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
CF-06-85x25x30-118	0.326 m ²	1.080 m	1.12 m ³	10.940 m	3.200 m	106.140 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²
Total general: 176			54.41 m ³			595.160 m ²	

08. Metrado de Acero fy=4200 kg/cm ² - Columnas							
Categoría de refuerzo	Tipo	Cantidad	Peso Nominal	% de Desperdicio	Total kg	Recurt.	Estdo.
Pilar estructural	12"	410	0.98	100.00%	994.47 kg	208	Norma
	12"	205	0.98	100.00%	994.47 kg	208	
Pilar estructural	14"	1077	0.25	103.00%	241.95 kg	309	Exceso/ Defecto
	14"	993	0.25	100.00%	241.95 kg	309	Norma
Pilar estructural	16"	52	1.24	108.00%	267.41 kg	52	Exceso/ Defecto
	16"	52	1.24	100.00%	267.41 kg	52	Norma
Pilar estructural	18"	3066	0.36	103.00%	2632.47 kg	467	Exceso/ Defecto
	18"	104	0.36	100.00%	106.56 kg	104	Norma
Pilar estructural	20"	3300	0.72	100.00%	3155.56 kg	538	Norma
	20"	155	1.55	107.00%	3155.11 kg	73	Norma
Total general: 1100					10008.00 kg	1169	

01 CL-1 (60x25)

02 CT-01 - 85x25x30

03 CT-02 - 85x25x25

04 C1 - 25x40

09 Detalle de Junta de Dilatación - Columna Estructural

10 Detalle de Junta de Dilatación - Columna Estructural

11 Columnetas Parapeto

12 C2-25x25

13 C2-25x25

14 C3-15x25

15 C3-15x25

16 Anclaje de Columneta en Viga

LEYENDA DE ACERO DE REFUERZO

- Ø 14" - Color Rojo
- Ø 20" - Color Amarillo
- Ø 16" - Color Azul
- Ø 18" - Color Verde
- Ø 25" - Color Gris

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:

DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:

GINCHE COLORADO KEVIN EDINSON
MENEZ ASGATE YANIRA PAMELA

ASESORES:

Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova
Ing. Luis Anibal Cerna Rondon

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:

COLUMNAS

UBICACION:

AA.HH Los Constructores - Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa - Departamento de Ancash

FECHA DE EMISION:

20/07/2020

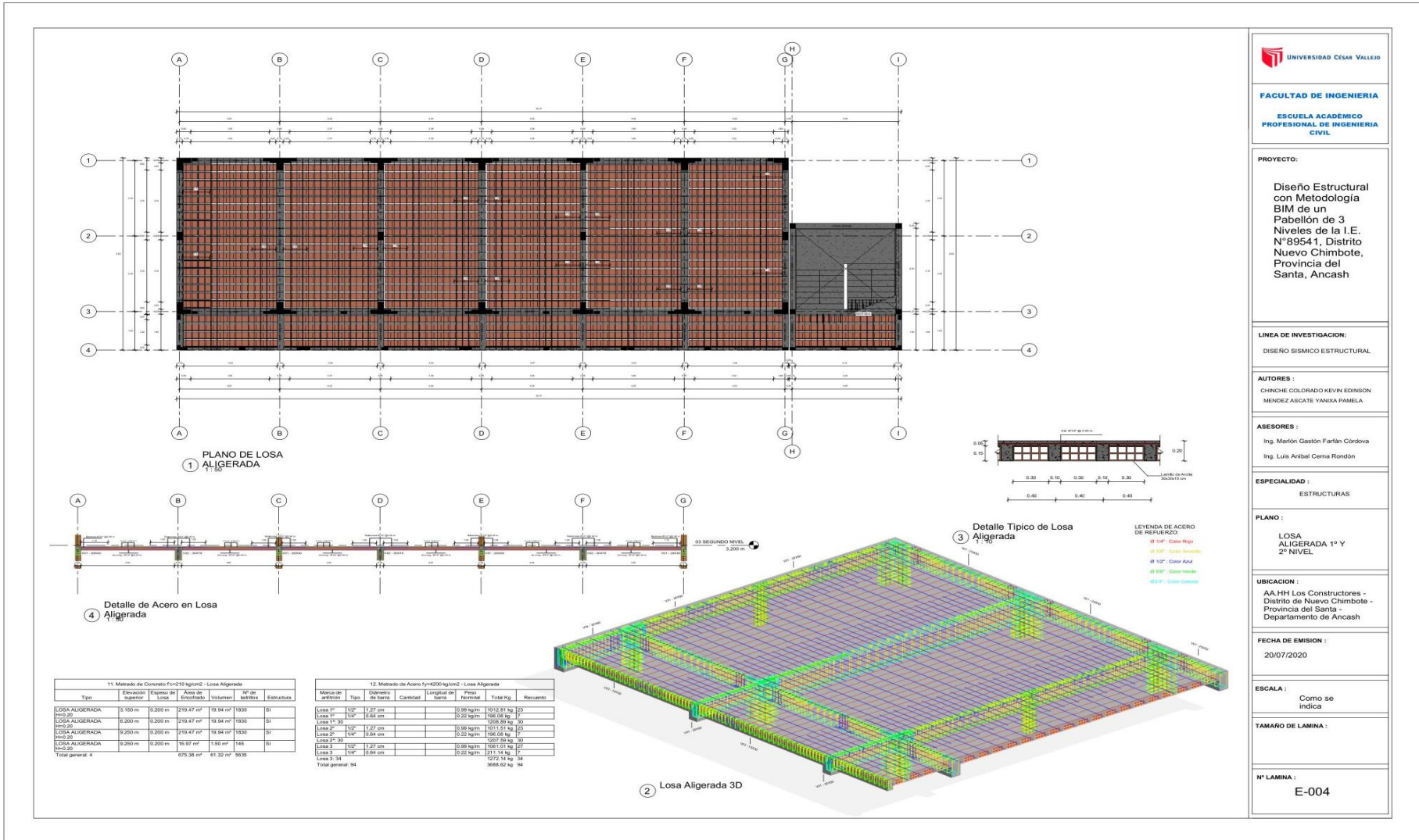
ESCALA:

Como se indica

TAMAÑO DE LAMINA:

E-003

Anexo 13: Losa Aligerada



PROYECTO:
Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LINEA DE INVESTIGACION:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
CHINICHE COLORADO KEVIN EDINSON
MENDEZ ASCATE YANXA PAMELA

ASESORES:
Ing. Marlón Gastón Farfán Córdova
Ing. Luis Anibal Cerma Rondón

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
LOSA ALIGERADA 1° Y 2° NIVEL

UBICACION:
AA-HH Los Constructores - Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa - Departamento de Ancash

FECHA DE EMISION:
20/07/2020

ESCALA:
Como se indica

TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA:
E-004

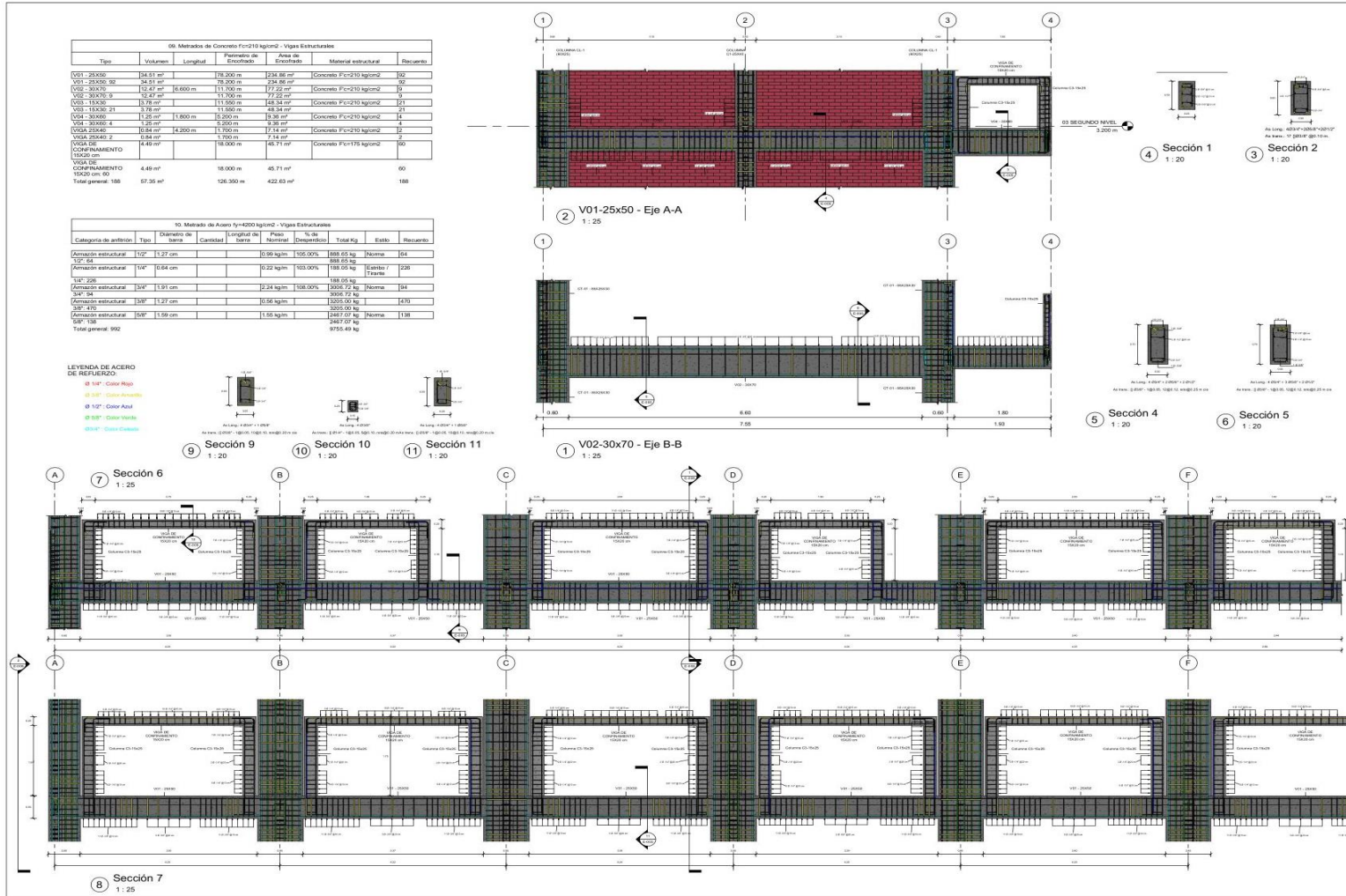
Anexo 14: Vigas Estructurales

09. Matrices de Concreto Fc=210 kg/cm ² - Vigas Estructurales						
Tipo	Volumen	Longitud	Área de Encofrado	Área de Encofrado	Materiales estructurales	Recuento
V01-25x50	54.51 m ³	18.000 m	234.86 m ²	234.86 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	92
V01-25x50	24.51 m ³	78.000 m	234.86 m ²	234.86 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	92
V02-30x70	52.47 m ³	11.100 m	77.22 m ²	77.22 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	9
V02-30x70	3.78 m ³	11.100 m	77.22 m ²	77.22 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	9
V03-15x30	15.78 m ³	11.550 m	48.34 m ²	48.34 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	21
V03-15x30	3.78 m ³	11.550 m	48.34 m ²	48.34 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	21
V04-30x60	1.25 m ³	1.800 m	5.50 m ²	5.50 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	4
V04-30x60	1.25 m ³	1.800 m	5.50 m ²	5.50 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	4
VIGA 25x40	0.84 m ³	4.200 m	1.70 m ²	1.70 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	2
VIGA 25x40	0.84 m ³	4.200 m	1.70 m ²	1.70 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	2
VIGA DE CORRIPIAMIENTO	4.46 m ³	18.000 m	48.71 m ²	48.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	90
VIGA DE CORRIPIAMIENTO	4.46 m ³	18.000 m	48.71 m ²	48.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	90
VIGA DE CORRIPIAMIENTO	1820 cm x 50	87.36 m ³	126.300 m	422.63 m ²		188
Total general:	188					188

10. Matriz del Acero fy=4200 kg/cm ² - Vigas Estructurales									
Categoría de acero	Tipo	Diametro de barra	Cantidad	Longitud de barra	Peso nominal	% de desperdicio	Total Kg.	Estado	Recuento
Armación estructural	102	11.27 cm		10.50 kg/m	105.00%		105.00 kg	Norma	204
102	14			885.55 kg			885.55 kg	Norma	204
Armación estructural	104	0.84 cm		0.22 kg/m	103.00%		103.00 kg	Norma	208
104	208			885.55 kg			885.55 kg	Norma	208
Armación estructural	104	1.91 cm		2.24 kg/m	108.00%		2052.72 kg	Norma	94
104	94			2052.72 kg			2052.72 kg	Norma	94
Armación estructural	106	11.27 cm		10.50 kg/m	100.00%		1050.00 kg	Norma	1470
106	1470			1050.00 kg			1050.00 kg	Norma	1470
Armación estructural	106	11.59 cm		1.55 kg/m	100.00%		2467.07 kg	Norma	1138
106	1138			2467.07 kg			2467.07 kg	Norma	1138
Total general:	992						9755.49 kg		

LEYENDA DE ACERO DE REFUERZO

- Ø 102 - Color Rojo
- Ø 104 - Color Verde
- Ø 106 - Color Azul
- Ø 108 - Color Verde
- Ø 110 - Color Verde
- Ø 112 - Color Verde
- Ø 114 - Color Verde
- Ø 116 - Color Verde
- Ø 118 - Color Verde
- Ø 120 - Color Verde
- Ø 122 - Color Verde
- Ø 124 - Color Verde
- Ø 126 - Color Verde
- Ø 128 - Color Verde
- Ø 130 - Color Verde
- Ø 132 - Color Verde
- Ø 134 - Color Verde
- Ø 136 - Color Verde
- Ø 138 - Color Verde
- Ø 140 - Color Verde
- Ø 142 - Color Verde
- Ø 144 - Color Verde
- Ø 146 - Color Verde
- Ø 148 - Color Verde
- Ø 150 - Color Verde
- Ø 152 - Color Verde
- Ø 154 - Color Verde
- Ø 156 - Color Verde
- Ø 158 - Color Verde
- Ø 160 - Color Verde
- Ø 162 - Color Verde
- Ø 164 - Color Verde
- Ø 166 - Color Verde
- Ø 168 - Color Verde
- Ø 170 - Color Verde
- Ø 172 - Color Verde
- Ø 174 - Color Verde
- Ø 176 - Color Verde
- Ø 178 - Color Verde
- Ø 180 - Color Verde
- Ø 182 - Color Verde
- Ø 184 - Color Verde
- Ø 186 - Color Verde
- Ø 188 - Color Verde
- Ø 190 - Color Verde
- Ø 192 - Color Verde
- Ø 194 - Color Verde
- Ø 196 - Color Verde
- Ø 198 - Color Verde
- Ø 200 - Color Verde
- Ø 202 - Color Verde
- Ø 204 - Color Verde
- Ø 206 - Color Verde
- Ø 208 - Color Verde
- Ø 210 - Color Verde
- Ø 212 - Color Verde
- Ø 214 - Color Verde
- Ø 216 - Color Verde
- Ø 218 - Color Verde
- Ø 220 - Color Verde
- Ø 222 - Color Verde
- Ø 224 - Color Verde
- Ø 226 - Color Verde
- Ø 228 - Color Verde
- Ø 230 - Color Verde
- Ø 232 - Color Verde
- Ø 234 - Color Verde
- Ø 236 - Color Verde
- Ø 238 - Color Verde
- Ø 240 - Color Verde
- Ø 242 - Color Verde
- Ø 244 - Color Verde
- Ø 246 - Color Verde
- Ø 248 - Color Verde
- Ø 250 - Color Verde
- Ø 252 - Color Verde
- Ø 254 - Color Verde
- Ø 256 - Color Verde
- Ø 258 - Color Verde
- Ø 260 - Color Verde
- Ø 262 - Color Verde
- Ø 264 - Color Verde
- Ø 266 - Color Verde
- Ø 268 - Color Verde
- Ø 270 - Color Verde
- Ø 272 - Color Verde
- Ø 274 - Color Verde
- Ø 276 - Color Verde
- Ø 278 - Color Verde
- Ø 280 - Color Verde
- Ø 282 - Color Verde
- Ø 284 - Color Verde
- Ø 286 - Color Verde
- Ø 288 - Color Verde
- Ø 290 - Color Verde
- Ø 292 - Color Verde
- Ø 294 - Color Verde
- Ø 296 - Color Verde
- Ø 298 - Color Verde
- Ø 300 - Color Verde



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:

Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:

DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:

CHINCHÉ COLORADO KEVIN EDINSON
MENEZES ASCATE YANIKIA PAMELA

ASESORES:

Ing. Marión Gastón Farfán Córdova
Ing. Luis Aníbal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:

ESTRUCTURAS

PLANO:

VIGAS ESTRUCTURALES

UBICACION:

AAJHH Los Constructores - Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa - Departamento de Ancash

FECHA DE EMISION:

20/07/2020

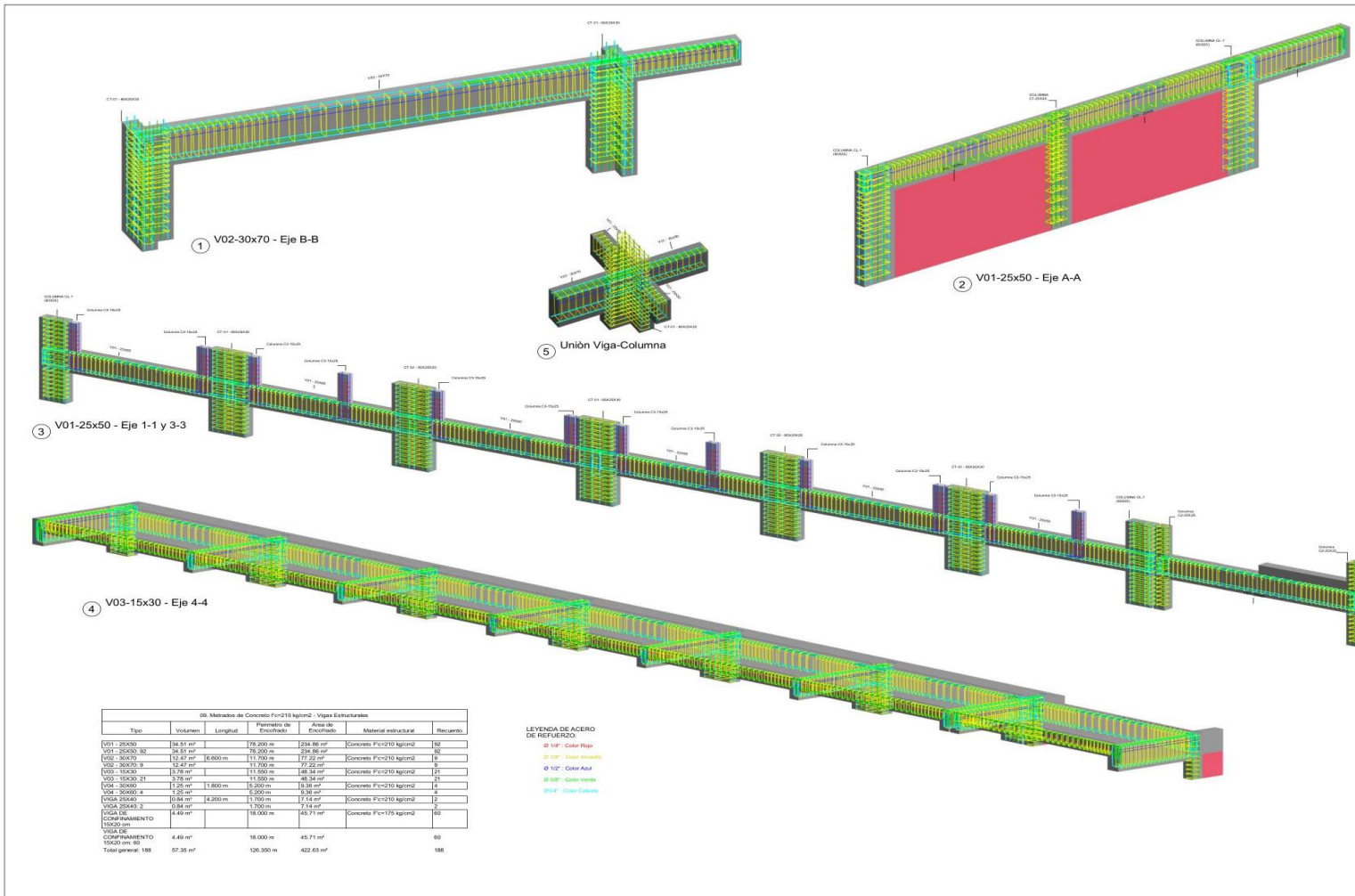
ESCALA:

Como se indica

TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA: E-005

Anexo 15: Vigas Estructurales 3D



09. Metrados de Concreto Fc=210 kg/cm² - Vigas Estructurales

Tipo	Volumen	Longitud	Requisito de Encochado	Área de Encochado	Material estructural	Recuento
V01 - 25x30	34.51 m ³	78.200 m	234.88 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	82	
V01 - 25x50 - B2	34.51 m ³	78.200 m	234.88 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	82	
V02 - 30x30	12.47 m ³	11.700 m	177.22 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	19	
V02 - 30x30 - B	12.47 m ³	11.700 m	177.22 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	19	
V03 - 15x30	1.78 m ³	11.600 m	48.34 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	21	
V03 - 15x30 - 21	3.75 m ³	11.550 m	48.34 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	21	
V04 - 30x60	1.25 m ³	1.800 m	9.36 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	4	
V04 - 30x60 - 4	1.25 m ³	1.800 m	9.36 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	4	
V05 - 30x40	0.84 m ³	4.200 m	17.14 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	12	
V05 - 30x40 - 2	0.84 m ³	4.200 m	17.14 m ²	Concreto Fc=210 kg/cm ²	12	
V06 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V06 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V07 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V07 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V08 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V08 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V09 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V09 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V10 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V10 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V11 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V11 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V12 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V12 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V13 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V13 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V14 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V14 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V15 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V15 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V16 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V16 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V17 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V17 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V18 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V18 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V19 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V19 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V20 - 15x30	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
V20 - 15x30 - 1	4.49 m ³	18.000 m	45.71 m ²	Concreto Fc=175 kg/cm ²	60	
Total general	198	57.35 m³	126.350 m	422.63 m²		198

LEYENDA DE ACERO DE REFUERZO

- ⊙ V1: Color Rojo
- ⊙ V2: Color Naranja
- ⊙ V3: Color Verde
- ⊙ V4: Color Azul
- ⊙ V5: Color Verde
- ⊙ V6: Color Verde



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO
 PROFESIONAL DE INGENIERIA
 CIVIL

PROYECTO:
 Diseño Estructural
 con Metodología
 BIM de un
 Pabellón de 3
 Niveles de la I.E.
 N°89541, Distrito
 Nuevo Chimbote,
 Provincia del
 Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:
 DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
 CHINCHÉ COLORADO KEVIN EDINSON
 MENEZ ASGATE YANXA PAMELA

ASESORES:
 Ing. Marlón Gastón Farfán Córdoba
 Ing. Luis Anibal Cerma Rondón

ESPECIALIDAD:
 ESTRUCTURAS

PLANO:
 VIGAS
 ESTRUCTURALES
 3D

UBICACION:
 AAHH Los Constructores -
 Distrito de Nuevo Chimbote -
 Provincia del Santa -
 Departamento de Ancash

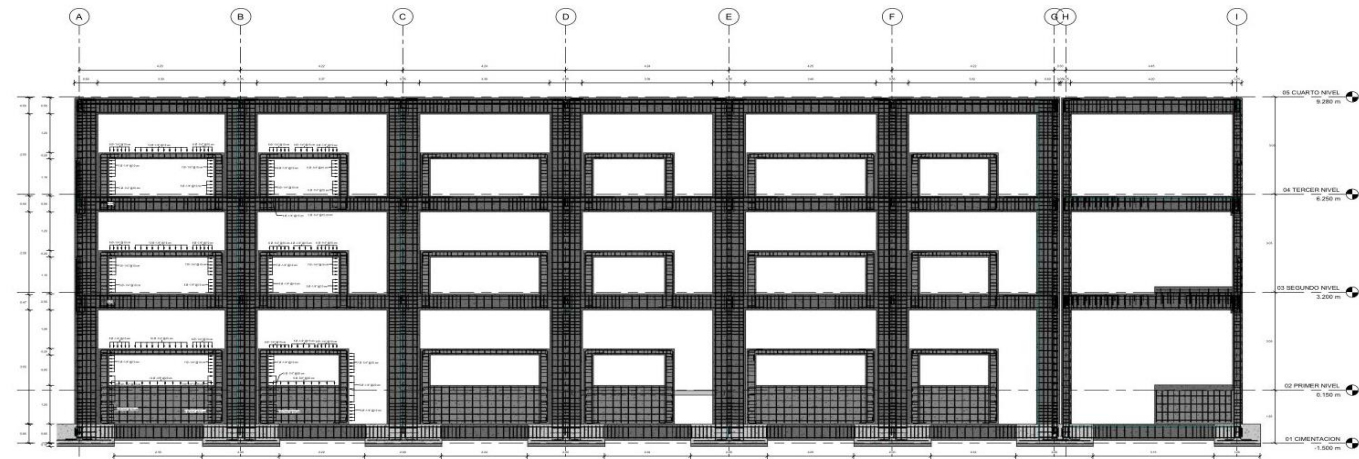
FECHA DE EMISION:
 20/07/2020

ESCALA:

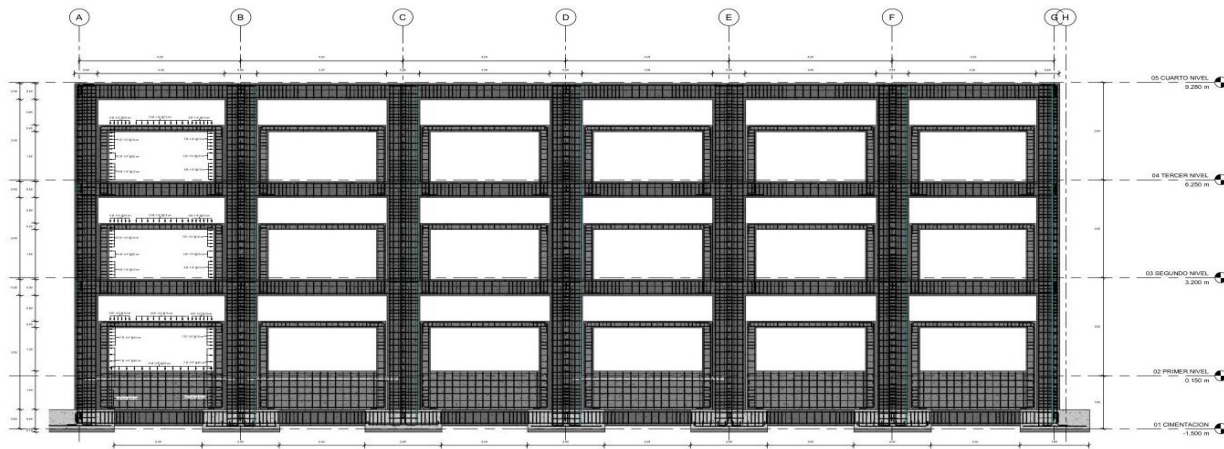
TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA:
 E-006

Anexo 16: Detalles Estructurales



1 ELEVACION FRONTAL
1:40



2 ELEVACION POSTERIOR
1:40

LEYENDA DE ACERO DE REFUERZO:
 Ø 18' Color Rojo
 Ø 16' Color Amarillo
 Ø 12' Color Azul
 Ø 8' Color Verde
 Ø 6' Color Gris



FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA ACADÉMICO
 PROFESIONAL DE INGENIERIA
 CIVIL

PROYECTO:
 Diseño Estructural
 con Metodología
 BIM de un
 Pabellón de 3
 Niveles de la I. E.
 N°89541, Distrito
 Nuevo Chimbote,
 Provincia del
 Santa, Ancash

LINEA DE INVESTIGACION:
 DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
 CHINCHE COLORADO KEVIN EDINSON
 MENDEZ ASCATE YANIXA PAMELA

ASESORES:
 Ing. Marlon Gastón Farfán Córdoba
 Ing. Luis Aníbal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:
 ESTRUCTURAS

PLANO:
 DETALLES
 ESTRUCTURALES

UBICACION:
 AA.HH Los Constructores -
 Distrito de Nuevo Chimbote -
 Provincia del Santa -
 Departamento de Ancash

FECHA DE EMISION:
 20/07/2020

ESCALA:
 1:40

TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA:
 E-007

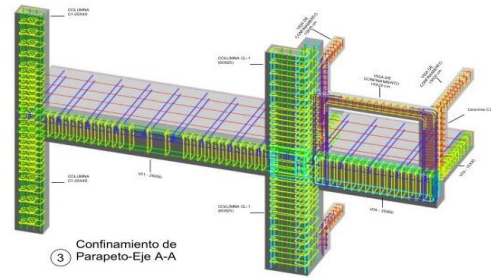
Anexo 17: Detalles Estructurales



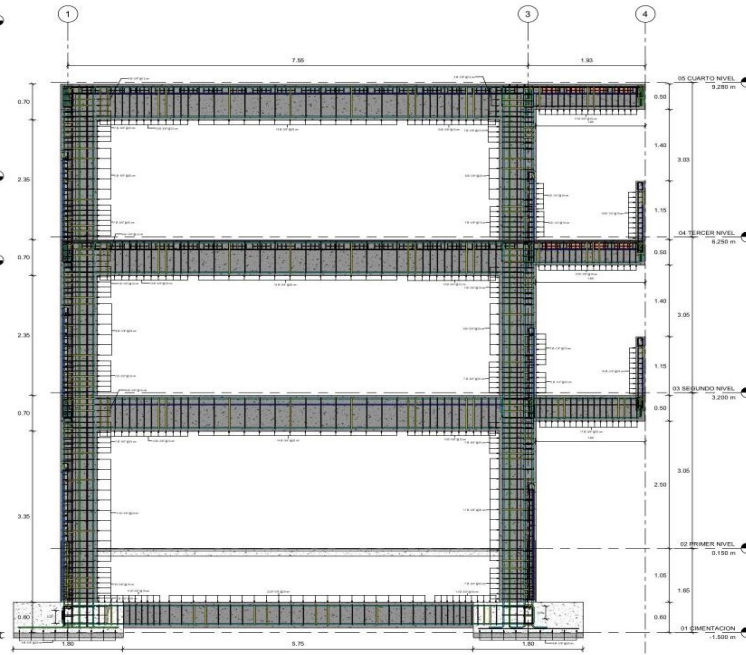
2 Portico Eje A-A
1 : 25



4 Confinamiento de Parapeto-Eje B-B



3 Confinamiento de Parapeto-Eje A-A



1 Portico Eje B-B
1 : 25



FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO
PROFESIONAL DE INGENIERIA
CIVIL

PROYECTO:
Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
CHINCHI COLORADO KEVIN EDINSON
MENDEZ ASCATE YANXA PAMELA

ASESORES:
Ing. Marlon Gastón Farfán Córdova
Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
DETALLE ESTRUCTURALES

UBICACION:
AA-HH Los Constructores -
Distrito de Nuevo Chimbote -
Provincia del Santa -
Departamento de Ancash

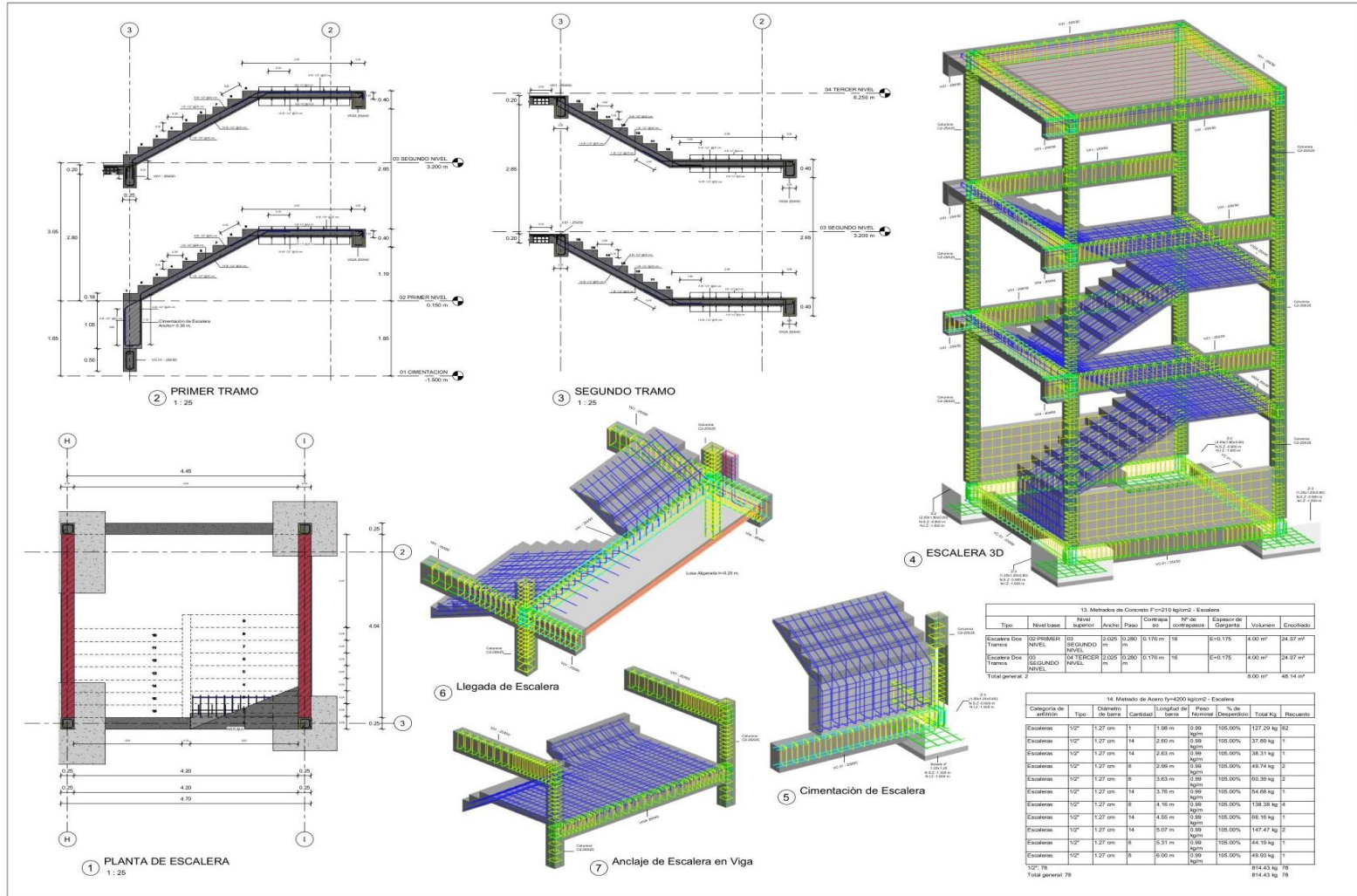
FECHA DE EMISION:
20/07/2020

ESCALA:
1 : 25

TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA:
E-008

Anexo 18: Escalera



13. Metrados de Concreto Fc=210 kg/cm² - Escalera

Tipo	Nivel base	Nivel superior	Ancho	Paso	Concreto m ³	% de Contrapeso	Espeesor de Chapa	Volúmenes	Encofrado
Escalera Dos Tramos	03 PRIMER NIVEL	03 SEGUNDO NIVEL	2.05 m	0.280 m	0.176 m ³	16	8+0.176	4.00 m ²	24.87 m ²
Escalera Dos Tramos	04 TERCER NIVEL	03 SEGUNDO NIVEL	2.05 m	0.280 m	0.176 m ³	16	8+0.176	4.00 m ²	24.87 m ²
Total general 2								8.00 m²	49.74 m²

14. Metrado de Acero fy=4200 kg/cm² - Escalera

Categoría de acero	Tipo	Diametro de barra	Longitud de barra	Peso Nominal	% de Contrapeso	Total Kg	Recuento
Escaleras	12"	1.27 cm	1	1.98 kg	105.00%	127.29 kg	62
Escaleras	12"	1.27 cm	14	2.60 kg	105.00%	37.69 kg	1
Escaleras	12"	1.27 cm	14	2.63 kg	105.00%	38.31 kg	1
Escaleras	12"	1.27 cm	8	2.89 kg	105.00%	48.74 kg	2
Escaleras	12"	1.27 cm	8	3.63 kg	105.00%	65.36 kg	2
Escaleras	12"	1.27 cm	14	3.76 kg	105.00%	54.66 kg	1
Escaleras	12"	1.27 cm	8	4.16 kg	105.00%	138.38 kg	4
Escaleras	12"	1.27 cm	14	4.56 kg	105.00%	66.16 kg	1
Escaleras	12"	1.27 cm	14	5.07 kg	105.00%	147.47 kg	2
Escaleras	12"	1.27 cm	8	5.31 kg	105.00%	44.19 kg	1
Escaleras	12"	1.27 cm	8	6.00 kg	105.00%	48.00 kg	1
12" - 78						814.43 kg	13
Total general 78						814.43 kg	78

UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

PROYECTO:
Diseño Estructural con Metodología BIM de un Pabellón de 3 Niveles de la I.E. N°89541, Distrito Nuevo Chimbote, Provincia del Santa, Ancash

LÍNEA DE INVESTIGACION:
DISEÑO SISMICO ESTRUCTURAL

AUTORES:
CHINCHE COLORADO KEVIN EDINSON
MENECHE ASCATE YANIRA PAMELA

ASESORES:
Ing. Marión Gastón Farfán Córdova
Ing. Luis Anibal Cerna Rondón

ESPECIALIDAD:
ESTRUCTURAS

PLANO:
ESCALERA

UBICACION:
AA-HH Los Constructores - Distrito de Nuevo Chimbote - Provincia del Santa - Departamento de Ancash

FECHA DE EMISION:
20/07/2020

ESCALA:
1: 25

TAMAÑO DE LAMINA:

N° LAMINA:
E-009

Anexo 19: Levantamiento topográfico

