UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

ESCUELA DE POSGRADO



PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2023.

Tesis para optar el grado académico de

DOCTOR EN ADMINISTRACIÓN

DEVYN OMAR DONAYRE HERNANDEZ

Pucallpa – Perú

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
ESCUELA DE POSGRADO

ANEXO Nº 4

OBTENCION DEL GRADO DE MAESTRO O DOCTOR

En la Sala de Grados de la Escuela de Posgrado de la UNU, siendo las ...11.... horas, del día .06. de octubre... del 20.25 ante el Jurado de Tesis constituido por :

PRESIDENTE: Dr. David Abel Gonzales Marigue de Lora
SECRETARIO: Dr. Jose Luis Castro Villena
VOCAL: Dr. Nilton Cesar Ayra Apoc

Don(ña) Devyn Omar Donayre Hernandez aspirante al Grado de MAESTRO en ....., Mención .....o DOCTOR en Administración, inicia el acto defensa pública con la exposición de la tesis titulada "Propuesta de implementación de la metodología Building Information Modeling (BIM) y su influencia en el control de calidad de los proyectos de infraestructura en la Universidad Nacional de Ucayali Año 2023"

Concluido el acto de sustentación los miembros del Jurado procedieron a evaluar al sustentante obteniendo el siguiente puntaje, considerando los criterios siguientes:

N°	CRITERIO	RANGO	PUNTAJE
1	Presentación personal	0 - 4	4
2	Dicción y dominio de escenario	0 - 4	4
3	Desarrollo del contenido: el problema a resolver, hipótesis, objetivos, resultados, conclusiones, los aportes, contribución a la ciencia y/o solución a un problema social y Recomendaciones	0 - 4	3
4	Grado de convicción y sustento bibliográfico utilizados para las respuestas a las interrogantes del Jurado y público asistente	0 - 4	3
5	Aporte a la maestría o mención y a la comunidad	0 - 4	4
TOTAL			18

Calificación: Puntaje ejemplo: 18/20 ..... 18/20 .....
Conclusiones: [Aprobado, Aprobado con distinción, Aprobado con observaciones, Desaprobado] ..... Aprobado .....
Observaciones: [Si las hubiera] .....
Recomendaciones: [Si las hubiera] .....

Los miembros del Jurado, firman el presente Acta en señal de conformidad, en Pucallpa, siendo las ...12.. horas del .06. de octubre del 2025

PRESIDENTE | SECRETARIO | VOCAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

CONSTANCIA

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Nº **V/542-2025**.

La Dirección de Producción Intelectual de la Universidad Nacional de Ucayali, hace constar por la presente, que el trabajo académico de investigación, titulado:

"**PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2023**"

Autor(es)	:	**DONAYRE HERNANDEZ, DEVYN OMAR**
Escuela	:	**POSGRADO**
Doctorado	:	**ADMINISTRACIÓN**
Asesor(a)	:	**Dr. ROMAN CLAROS, WALTER GILBERTO**

Presenta un **porcentaje de similitud de 5%,** verificado en el Sistema Antiplagio COMPILATIO,

De acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO, el cual indica que todo trabajo de investigación no debe superar el 10%. **En tal sentido, se declara, que el presente trabajo de investigación presenta un porcentaje aceptable de similitud,** procediéndose a emitir la presente Constancia de Originalidad de Trabajo de Investigación (COTI) a solicitud del asesor.

En señal de conformidad se firma y sella el presente documento.

Fecha: 30/09/2025

Dr. JOSÉ MANUEL CÁRDENAS BERNAOLA
Director de Producción Intelectual

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

DIRECCIÓN DE PRODUCCIÓN INTELECTUAL

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN

Repositorio de la Universidad Nacional de Ucayali

Yo, Devyn Omer Donayre Hernández

Autor de la tesis titulada : Propuesta de Implementación de la Metodología Building Information Modeling (BIM) y su influencia en el Control de Calidad de los Proyectos de Infraestructura en la Universidad Nacional de Ucayali año 2023

Sustentada el año 2025

Asesor(a): Dr. Walter Gilberto Romero Cleros

Escuela de Posgrado

Doctorado: en Administración

Autorizo la publicación:

PARCIAL [ ] TOTAL [x]

De mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali (www.repositorio.unu.edu.pe), bajo los siguientes términos:

Primero: Otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en formato digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones.

Segundo: Declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas, caso contrario, me hago único(a) responsable de investigaciones y observaciones futuras, de acuerdo a lo establecido en el estatuto de la Universidad Nacional de Ucayali, la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria y el Ministerio de Educación.

En señal de conformidad firmo la presente autorización.

Fecha: 06/10/25

Email: ingdevyndonayre@hotmail.com Firma:

Teléfono: 961558071 DNI: 40622513

DEDICATORIA

A Dios, por su favor cada día de mi vida en toda circunstancia.

A mi Padre Carlos Ernesto Donayre Aquije, que desde el cielo me sigue guiando para alcanzar mis metas.

A mi Madre Rosa Hernández Napa, quien con sus palabras de aliento no me dejaban decaer para que siga adelante y siempre sea perseverante y cumpla con mis ideales.

A mi esposa Irene y mis hijas Ayelen Krystell y Antuane Karenyna, por ser mi fortaleza y motivo para alcanzar mis metas y continuar luchando por ellas.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por brindarme la oportunidad de continuar mi formación académica y profesional a través del estudio del Doctorado en Administración.

A mi asesor de tesis Dr. Walter Román, por guiarme a través del desarrollo de la presente tesis, cuyo aporte fue significativo gracias a su capacidad y conocimiento científico.

A todas las personas que colaboraron en la toma de datos y participaron en el desarrollo del modelamiento y análisis de datos en especial a la Ing. Rosita Katherine Rojas Morón ya que sin su apoyo no hubiera sido posible lograrlo.

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal determinar de qué manera la metodología BIM influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. La implementación de esta metodología fue analizada en relación con aspectos del control de calidad de una obra en ejecución en la Universidad Nacional de Ucayali, para ello se analizaron los fundamentos y aplicación del BIM en el Modelo gráfico tridimensional, Dimensión temporal, Estimación de costos y Análisis de sostenibilidad. La investigación fue descriptiva-correlacional, diseño no experimental, al tratarse de la implementación de la metodología BIM, se utilizó herramientas como Delphin Express, CYPECAD, Navisworks y Revit, se realizó el modelamiento gráfico de la unidad muestral, generando los reportes de metrados y la generación de costos. Los resultados demostraron que la aplicación de la metodología BIM influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, lo cual permite disminuir significativamente las omisiones de información del expediente técnico, prestaciones adicionales, ampliaciones de plazo y sobrecostos en la etapa constructiva. Además, reveló que un adecuado control de calidad en los expedientes técnicos conllevaría la reducción de tiempos en obra, reducción del costo, mejor calidad en los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali y eficiencia en la ejecución del gasto.

Palabras claves: Metodología BIM, Control de calidad, Proyectos de infraestructura pública.

ABSTRACT

The main objective of this research was to determine how the BIM methodology influences the quality of infrastructure projects at the National University of Ucayali. The implementation of this methodology was analyzed in relation to quality control aspects of a project underway at the National University of Ucayali. To this end, the fundamentals and application of BIM were analyzed in three-dimensional graphic modeling, time dimensioning, cost estimation, and sustainability analysis. The case study used a non-experimental, correlational and descriptive research design, as it involved the implementation of the BIM methodology, using tools such as Delphin Express, CYPECAD, Navisworks and Revit, graphical modeling of the sample unit was carried out, generating measurement reports and cost generation. The results demonstrated that the application of the BIM methodology directly and significantly influences the quality of infrastructure projects at the National University of Ucayali, which significantly reduces omissions of information from the technical file, additional services, deadline extensions and cost overruns in the construction stage. Furthermore, he revealed that adequate quality control of technical files would lead to reduced construction times, lower costs, improved quality in the National University of Ucayali's infrastructure projects, and efficient expenditure execution.

Keywords: BIM Methodology, Quality Control, Public Infrastructure Projects.

RESUMO

O principal objetivo desta pesquisa foi determinar como a metodologia BIM influencia a qualidade dos projetos de infraestrutura na Universidade Nacional de Ucayali. A implementação desta metodologia foi analisada em relação aos aspectos de controle de qualidade de um projeto em andamento na Universidade Nacional de Ucayali. Para tanto, os fundamentos e a aplicação do BIM foram analisados no modelo gráfico tridimensional, dimensão temporal, estimativa de custos e análise de sustentabilidade. O estudo de caso utilizou um desenho de pesquisa não experimental, correlacional e descritivo. Como envolveu a implementação da metodologia BIM, ferramentas como Delphin Express, CYPECAD, Navisworks e Revit foram utilizadas. A unidade amostral foi modelada graficamente, gerando relatórios de medição e estimativas de custos. Os resultados demonstraram que a aplicação da metodologia BIM influencia direta e significativamente a qualidade dos projetos de infraestrutura na Universidade Nacional de Ucayali, reduzindo significativamente omissões de informações do arquivo técnico, serviços adicionais, extensões de prazo e estouros de custo durante a fase de construção. Além disso, revelou que o controle de qualidade adequado dos arquivos técnicos levaria à redução dos tempos de construção, redução de custos, melhoria da qualidade dos projetos de infraestrutura da Universidade Nacional de Ucayali e execução eficiente das despesas.

Palavras-chave: Metodologia BIM, Controle de Qualidade, Projetos de Infraestrutura Pública

INTRODUCCIÓN

En el contexto actual de la gestión de proyectos de infraestructura, la eficiencia, la precisión y el control de calidad se han convertido en pilares fundamentales para garantizar el éxito de las obras públicas y privadas. La Universidad Nacional de Ucayali, como institución educativa comprometida con el desarrollo regional, enfrenta el desafío de optimizar sus procesos constructivos y administrativos en sus proyectos de infraestructura. En este escenario, la implementación de metodologías innovadoras como el Building Information Modeling (BIM) representa una oportunidad estratégica para transformar la manera en que se planifican, ejecutan y supervisan dichos proyectos.

El BIM es una metodología que hace factible la creación y administración de representaciones digitales de los atributos físicos y funcionales de una obra, integrando información multidisciplinaria en un modelo único y colaborativo. Su aplicación ha demostrado beneficios significativos en términos de reducción de errores, mejora en la toma de decisiones, optimización de recursos y fortalecimiento del control de calidad en diversas etapas del ciclo de vida del proyecto.

Esta tesis propone la implementación de la metodología BIM en proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali durante el año 2023, con el objetivo de analizar su influencia en el control de calidad. La investigación parte de la necesidad de modernizar los procesos constructivos institucionales, incorporando herramientas tecnológicas que permitan una gestión más eficiente, transparente y alineada con estándares internacionales y nacionales en el marco del Plan BIM Perú.

A través de un enfoque metodológico mixto, se evalúa el impacto de BIM en aspectos clave del control de calidad, tales como la detección temprana de inconsistencias, la trazabilidad de procesos, la coordinación interdisciplinaria y la documentación técnica. Asimismo, se identificarán las barreras y oportunidades que surgen en el proceso de adopción de esta metodología en el contexto específico de una universidad pública peruana.

Con esta propuesta, se busca no solo contribuir al fortalecimiento de la gestión institucional de proyectos, sino también generar conocimiento aplicable que pueda ser replicado en otras entidades del sector público, promoviendo una cultura de innovación y mejora continua en la administración de infraestructura educativa.

El desarrollo de esta investigación se presenta en cinco capítulos. En el CAPITULO I, se describe el problema de la investigación en el marco de la implementación de la metodología BIM en el mundo, luego la problemática principal en la etapa de construcción de proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali y los motivos que fundamentan y sostienen el presente estudio.

En el CAPITULO II, se menciona el tema de investigación y las bases teóricas de las variables y sus dimensiones respectivas, se indica el marco normativo vigente y las normas peruanas establecidas para el modelado de información de la edificación con metodología BIM.

En el CAPÍTULO III, se describe la ruta de la presente investigación, revisando la metodología y diseño, el tipo y nivel de la investigación, la técnica y los instrumentos, además la población y unidad muestral tomándose la ejecución de una obra de la Universidad.

En el CAPÍTULO IV se presenta los resultados del trabajo de campo obteniendo el modelamiento gráfico las distintas especialidades, arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias de la ejecución del proyecto y los reportes de metrados generados, además se identifica los problemas encontrados en la metodología de trabajo tradicional basados en puramente en CAD (modelo 2D), se enfatiza los beneficios que aporta la metodología BIM en cuanto al tiempo en la fase de diseño y posterior en la ejecución de obra.

En el CAPÍTULO V se presenta la contrastación de los resultados del trabajo de campo en base a lo referente de las bases teóricas del estudio y el aporte científico que tuvo la investigación, finalmente se concluye en base a los objetivos planteados y se manifiesta sugerencias en base a los resultados del trabajo de campo.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA v

AGRADECIMIENTO vi

RESUMEN vii

ABSTRACT viii

RESUMO ix

INTRODUCCIÓN x

ÍNDICE GENERAL xii

ÍNDICE DE TABLAS. xiv

ÍNDICE DE FIGURAS xvi

CAPÍTULO I EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 17

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA 17

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 20

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 20

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 20

1.3. OBJETIVOS GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 21

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 21

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS 21

1.5. VARIABLES 22

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA 24

1.7. VIABILIDAD 25

1.8. LIMITACIONES 25

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO 27

2.1. ANTECEDENTES 27

2.2. BASES TEÓRICAS 29

2.2.1. Bases teóricas de la variable 1 29
2.2.2. Bases teóricas de la variable 2 45
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES. 49
2.4. BASES EPISTÉMICOS. 51
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO 54
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN. 54
3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN. 54
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA. 55
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 97
3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS. 101
CAPÍTULO IV RESULTADOS 102
4.1. Resultados del trabajo de campo. 102
4.2. Contrastación de las hipótesis secundarias. 125
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS. 128
5.1. Contrastación de los resultados del trabajo de campo. 128
5.2. Contrastación de la hipótesis general. 129
5.3. Aporte científico de la investigación. 129
CONCLUSIONES 132
SUGERENCIAS 134
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 135
Anexo N°01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA 139
Anexo N°02 – LICENCIAS DE USO DE INSTRUMENTO 140

ÍNDICE DE TABLAS.

Tabla 1 Operacionalización de las variables. 23

Tabla 2 Hitos cumplidos del Plan Nacional de Competitividad y Productividad al 2009-2024. 40

Tabla 3 Metas del PNCP al 2030. 41

Tabla 4 Ejemplos de modelo de información gráfica y no gráfica. 44

Tabla 5 Documentación obtenida del proyecto general. 97

Tabla 6 Documentación obtenida de la especialidad de Arquitectura del proyecto. 98

Tabla 7 Documentación obtenida de la especialidad de Estructuras del proyecto. 99

Tabla 8 Documentación obtenida de la especialidad de Instalaciones sanitarias del proyecto. 100

Tabla 9 Documentación obtenida de la especialidad de Instalaciones eléctricas del proyecto. 100

Tabla 10 Reporte de metrado de zapatas de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 114

Tabla 11 Reporte de metrado de vigas de cimentación de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 114

Tabla 12 Reporte metrado de sobrecimientos reforzados de concreto armado f'c=175 kg/cm2. 114

Tabla 13 Reporte de metrado de muros reforzados de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 114

Tabla 14 Reporte de metrado de columnas y columnetas de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 115

Tabla 15 Reporte de metrado de vigas y viguetas de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 115

Tabla 16 Reporte de metrado de escaleras de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 115

Tabla 17 Reporte de metrado de caja de ascensores de concreto armado f'c=210 kg/cm2. 115

Tabla 18 Relación entre el modelo gráfico tridimensional y la calidad de los proyectos. 116

Tabla 19 Relación entre la dimensión temporal y la calidad de los proyectos 118

Tabla 20 Relación entre la estimación de costos y la calidad de los proyectos 121

Tabla 21 Relación entre el análisis de sostenibilidad y la calidad de los proyectos 123

Tabla 22 Aporte científico del estudio 129

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Usuarios del sistema BIM 32

Figura 2 Uso e implementación del sistema BIM en el mundo 33

Figura 3 Cartera de proyectos de inversión PMI 2020-2022.....56

Figura 4 Planos de la especialidad de Arquitectura del proyecto. 57

Figura 5 Planos de la especialidad de Estructuras del proyecto.....69

Figura 6 Planos de la especialidad de Instalaciones sanitarias del proyecto. 79

Figura 7 Planos de la especialidad de Instalaciones Eléctricas del proyecto. 86

Figura 8 Modelo BIM de la especialidad de Arquitectura del proyecto. 103

Figura 9 Modelo BIM de la especialidad de Estructura del proyecto. 103

Figura 10 Armadura de refuerzo en la infraestructura del proyecto. 104

Figura 11 Modelo BIM de la especialidad de Instalaciones Sanitarias del proyecto. 104

Figura 12 Modelo BIM de la especialidad de Instalaciones Eléctricas del proyecto. 105

Figura 13 Modelo BIM de todas las especialidades unidas del proyecto. 105

CAPÍTULO I
EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En este mundo, las tecnologías de la información vienen dando pasos agigantados hacia una nueva era digital, así mismo los requerimientos técnicos mínimos son mucho más exigentes y de esta manera los tiempos se vuelven más cortos. Es por ello que existe una necesidad de buscar metodologías nuevas para desarrollar las diferentes actividades, principalmente en el sector Construcción el cual enfrenta múltiples desafíos en los últimos años.

Así, data en la década de 1980, donde las empresas de construcción del Reino Unido empezaron a utilizar una metodología de construcción basada en el dinamismo de la gestión de datos y la generación de espacios colaborativos y maximización de la producción de proyectos de infraestructura civil -lo que hoy llamamos metodología BIM-, el primer uso del BIM (Building Information Modeling), es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual. A partir de entonces, varios países europeos han comenzado a utilizarlo.

“La necesidad de crear y elevar los estándares de calidad y que todos los participantes en un proyecto sean eficaces”, comprende los alcances del uso de Building Information Modeling (BIM), que hace uso de la tecnología para la adopción progresiva de los métodos colaborativos de modelado digital de la información, con el propósito de optimizar la transparencia, eficacia e integridad de la inversión, mejorando la rentabilidad y asegurando la adecuada gestión de los activos generados con la ejecución de las inversiones así como la adecuada provisión de los servicios. (Constructivo, 2021)

De acuerdo con un estudio de liderazgo BIM en Latinoamérica, de los ocho países que se encuentran en la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos, entre ellos Argentina, Brasil, Chile Colombia, Costa Rica, México, Perú, Uruguay, encabeza Chile con una cantidad de 13 normas adoptadas al año 2021, le sigue Uruguay, Brasil y Costa

Rica empatados con 6 normas adoptadas, mientras que Perú se encuentra en los tres últimos lugares con 2 normas adoptadas. (Estudio Ese, 2022).

Durante los años 2016 al 2020, Según el Banco Central de Reserva del Perú (2021), la inversión pública durante el año representó el 4.64% del PBI peruano. Aunque se trata de un porcentaje alto a escala regional, la evolución de la infraestructura está rezagada en comparación con otras naciones de la región y con otros miembros de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos). De acuerdo con el Índice de Competitividad Global 2019, específicamente su indicador de calidad de infraestructura, nuestro país ocupa el puesto 88 de 141 países (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2021, p. 12).

La Cámara Peruana de la Construcción (Capeco) señalaba que el sector Construcción cerró el año 2021 con un crecimiento 35% pese a los factores internacionales que aquejaban a la población mundial y además enfrentando precios elevados de los materiales de obra (Revista Construir, 2022).

“De acuerdo con el reporte de obras paralizadas de la Contraloría General de la República y los Órganos de Control Institucional, al mes de julio de 2018, los Gobiernos Nacionales y Gobiernos Regionales presentaban 867 obras paralizadas” (MEF, 2021).

“Asimismo, el 39% de las causas de dichas paralizaciones correspondían a deficiencias técnicas e incumplimientos contractuales, lo cual viene siendo una situación recurrente en estos niveles de gobierno” (MEF, 2021, p. 12).

La metodología BIM es una herramienta de trabajo colaborativo basada en el uso de un software dinámico de gestión de datos de una infraestructura civil a lo largo de la totalidad de su ciclo de vida, abarcando las tres fases generales más importantes de un proyecto: diseño, construcción y mantenimiento.

En ese sentido, en el marco de la Política 1.2: Plan BIM, del Plan Nacional de Competitividad y Productividad (PNCP), aprobado mediante DS N°237-2019-EF, se publicó en el Diario Oficial “El Peruano” el DS N°289-2019 EF, que aprueba el “Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú” (MEF, 2021).

La planificación para la implementación gradual de BIM en los procedimientos de inversión pública de las organizaciones y compañías públicas se encuentra delineada en la hoja de ruta del Plan BIM. Una de sus líneas estratégicas es la "Construcción de un marco colaborativo", cuyo objetivo es establecer un marco legal y técnico para respaldar y promover la adopción gradual de BIM en las inversiones de las entidades y empresas públicas que están bajo el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

No obstante, los proyectos todavía afrontan dificultades como estándares de calidad insuficientes, baja productividad, retrasos en los plazos y descoordinación entre disciplinas y/o especialidades, entre otros. Las carencias que, en general, muestran los expedientes técnicos son uno de los motivos fundamentales por los cuales existen dificultades para llevar a cabo los proyectos desde el punto de vista administrativo y técnico. Ante esto, una alternativa se puede mitigar estos problemas implementando la metodología BIM, durante la etapa de formulación del expediente técnico, lo que conllevaría a minimizar esos sobrecostos y tiempos de demora en la etapa de ejecución.

Durante la ejecución de las obras de infraestructura en este proceso, se han generado consultas o requerimientos de información para levantar dudas sobre el proyecto, prestaciones adicionales y ampliaciones de plazo, lo que conlleva a pagar mayores gastos generales y ampliar los tiempos programados para la ejecución de las obras.

En el contexto local, las empresas de construcción y los encargados de proyectos han estado utilizando programas informáticos como AutoCAD, que son en cierta medida generalizados y no estandarizados. Esta herramienta tiene una tecnología que fundamenta la representación gráfica, pero requiere tiempo para su creación, dado que no hay un enlace automático entre los planos de planta, corte y elevación de la misma disciplina y/o distintas especialidades (Instalaciones eléctricas, sanitarias, Estructuras, Arquitectura). Lo que conduce a la omisión de errores en la fase de elaboración del proyecto, que luego se identifican durante la fase de ejecución.

Para sintetizar la idea, la metodología BIM se fundamenta en la colaboración facilitada por plataformas multidisciplinarias que posibilitan el manejo de la información del proyecto. Esto hace posible que se puedan superar los problemas más relevantes del desarrollo tradicional, fragmentado entre los diferentes participantes a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, como sucede en toda obra y específicamente en la Universidad Nacional de Ucayali. Como resultado, se producen beneficios que abarcan desde las fases iniciales hasta todo su periodo. de operación, sin embargo, la interrogante que surge si el uso del BIM puede traer consigo muchos desafíos, tales como “adaptarse al cambio” para hacer las cosas de forma distinta, lo que es materia de investigación del presente proyecto de investigación para contrastar si será o no significativo la implementación para trabajar colaborativamente con otros.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

-¿De qué manera la metodología BIM influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

-¿En qué medida el modelo grafico tridimensional influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad?

-¿En qué medida la dimensión temporal influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad?

-¿En qué medida la estimación de costos influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad?

-¿En qué medida el análisis de sostenibilidad influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad?

1.3. OBJETIVOS GENERAL Y OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Determinar de qué manera la metodología BIM influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

-Establecer si el modelo grafico tridimensional influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad.

-Establecer si la dimensión temporal influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad.

-Establecer si la estimación de costos influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad.

-Establecer si el análisis de sostenibilidad influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad.

1.4. HIPÓTESIS Y/O SISTEMA DE HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

- La metodología BIM influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.4.2. Hipótesis específicas

-El modelo grafico tridimensional influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

-La dimensión temporal influye en el control de calidad de los proyectos de la infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

-La estimación de costos influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

-El análisis de sostenibilidad influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

1.5. VARIABLES

1.5.1. Variable 1

Metodología Building Information Modeling (BIM).

1.5.2. Variable 2

Control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

Tabla 1

Operacionalización de las variables.

Variables	Definición conceptual	Dimensiones o Sub variables	Indicadores	Nivel de Medición	Tipo de Variable
Metodología Building Information Modeling (BIM).	Es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten formular, diseñar, construir, operar y mantener una infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual, se medirá en el espacio digital del software.	**Tecnología BIM: Diseño** D1. Modelo grafico tridimensional D2. Dimensión temporal D3. Estimación de Costos D4. Análisis de Sostenibilidad	• Estandarización de herramientas de análisis y modelación. • Roles para la gestión y grado de adopción del BIM. • Detección de inconsistencias. • Trazabilidad de procesos • Inversión requerida para la implementación de BIM – Infraestructura tecnológica	• Según los procesos en los cuales se utilizará el BIM, análisis que se utilizará para cada etapa del proceso de diseño (diseño conceptual, anteproyecto, proyecto, generación de documentación) • Óptimo, regular, deficiente	Cuantitativa-Cualitativa
Control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali	Indicador del grado de conformidad respecto a la calidad de los proyectos de infraestructura de la universidad, acorde a los estándares establecidos.	**Productividad: Construcción** D1. Tiempo D2. Costo D3. Calidad de procesos D4. Eficiencia D5. Ejecución de gasto	• Personas en la organización con conocimientos BIM. • Grado de adopción de BIM en personas en la UNU. • Grado de adopción de BIM en la UNU - procesos. • Indicador de desempeño • Porcentaje de ejecución del gasto. • Beneficios por uso de BIM • Gestión, tecnología, costos.	• Según el porcentaje (%) de procesos en los cuales se utilizará el BIM. • Según una estimación del costo y uso de BIM para lograr los objetivos estratégicos de la universidad (Alto. Medio, bajo). • Optimo, regular, deficiente.	Cuantitativa

1.6. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

Justificación científica

La metodología BIM, no está ajena a la tendencias tecnológicas y científicas, su aplicación en el campo de la elaboración de proyectos se ha impulsado con el boom de la construcción lo que permite que empresas dedicadas al rubro de software le den el impulso necesario a la creación de programas que facilitan la integración a esta metodología.

Justificación metodológica

Para el logro de los objetivos de esta investigación, se recurrirá a la aplicación de esta metodología con el fin se tomar la información de los proyectos elaborados en el área de Infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, y procesarla mediante el software REVIT, para verificar la aplicación de las variables, con lo cual los resultados que se obtengan respaldan la validez de la investigación.

Justificación práctica

La investigación nos generará un modelo grafico tridimensional, que se asemeja a la forma real del proyecto, con lo cual se puede evaluar las consideraciones practicas tomadas en cuenta al momento de la concepción del proyecto, como es el cálculo de la estimación de costos y evaluación del análisis de sostenibilidad con el fin de evaluar la calidad del proyecto.

Sin embargo, aún muchas entidades públicas (Área de Infraestructura) y empresas dedicadas al rubro de la consultoría de obras no implementan esta metodología, dado que se resisten al cambio ¿Si todo está funcionando correctamente porque cambiarlo?

Justificación social

Con la implementación de esta metodología se estima que se minimizarán los sobre costos generados por lo adicionales de obra, lo que conlleva a una optimización de los recursos por parte de las entidades del estado, a fin de que los mismos sean

invertidos en los proyectos en beneficio de la población, ello lo dirá la investigación en este contexto.

Importancia

Si bien la implementación de la metodología BIM, está en constante crecimiento a nivel internacional y no a nivel nacional ya que recién el Gobierno mediante Decreto Legislativo N.° 1444 que modifica la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado que a la letra dice “Mediante Decreto Supremo se establecen las consideraciones de implementación obligatoria de la gestión de la información para la construcción de obras de inversión pública usando herramientas de modelamiento digital que mejoren la eficiencia y la calidad de los expedientes, la calidad de la construcción, que funcione en buenas condiciones hasta su mantenimiento” este decreto se encuentra vigente desde el 30/01/2019, este es nuestro primer hito para la implementación de la metodología BIM en el Perú.

Motivo por el cual de una incorrecta o deficiente elaboración del expediente técnico afectara directamente en la ejecución de las obras, pudiendo originar adicionales de obra, controversias entre las partes involucradas en el contrato de ejecución de obra.

Hoy en día, precisamente los errores en el expediente técnico constituyen uno de los principales motivos de demoras y paralizaciones de las obras publicas.

1.7. VIABILIDAD

El presente estudio de investigación es viable, porque se encuentra enmarcado, en las líneas de investigación del Doctorado en Administración y el Reglamento de la Escuela de Postgrado para obtener el grado académico de Doctor en la Universidad Nacional de Ucayali, tal como control de calidad.

1.8. LIMITACIONES

Limitaciones en el tiempo, los cambios y la mejora continua en la implementación de la metodología BIM en el ámbito internacional y la confiabilidad de los resultados ha

sido el impulso para que en el Perú se de impulso a la reglamentación para la utilización de la metodología.

Limitaciones de recursos, la disponibilidad de recursos, para la adquisición de una licencia comercial, por lo cual el investigador hará uso de las licencias personales que dispone y otras pagara una suscripción mensual, las cuales brindan las empresas que desarrollan software implementando la metodología BIM, a su vez estos programas cuentan con todas las funcionabilidades por ser de uso comercial.

Limitaciones de información, la misma tomo un tiempo para recolectar la información sobre los proyectos que tiene proyección la Oficina de Infraestructura de la UNU.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Cerón y Liévano (2017) en su investigación “Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida en un proyecto”, indican que de acuerdo con los meses de trabajo evaluando cómo implementar la metodología BIM de una manera eficiente, pueden observar que el tema está vinculado en gran forma con la especialización de Gerencia de obras civiles y con muchos de los fundamentos del PMI. Es por eso por lo que al saber aplicar metodologías y tener unos parámetros claros para para llevar a cabo un proyecto, son fundamentales. El hecho de aplicar listas de verificación debe ir ligado al proceso de diseño. La coordinación de diseños se debe implementar tanto en diseño como en obra.

Chacón y Cuervo (2017) en su investigación “Implementación de la Metodología BIM para Elaborar Proyectos mediante el software Revit”, a través de todo este trabajo de investigación resaltaron varios aspectos importantes sobre todo lo que es el universo BIM como metodología de elaboración de proyectos. En primer lugar, se demostró que esta metodología ya es el presente en muchos países, de los cuales 17 ya manejan una estandarización mediante la asociación Building Smart. La implementación de esta metodología comienza a ser obligatoria para ciertos proyectos públicos por lo que se hace cada vez más necesario la investigación acerca de esta nueva metodología de trabajo para evitar la desactualización.

Saldías Silva (2010) en su investigación “Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de Proyectos con Tecnologías BIM” , el propósito principal de este trabajo fue establecer una idea de lo rentable que puede ser la tecnología BIM en un proyecto de construcción. Para hacer válido el estudio, se requirió definir una serie de supuestos que dependieron principalmente de la cantidad y calidad de la documentación prestada por las constructoras que apoyaron este trabajo. Teniendo

como base esta documentación, se estimaron los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Cusirimay Centeno (2022), en su investigación “Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Agoiganaera Maganiro de la Comunidad de Shimaa, Distrito de Echarate, La Convención – Cusco”, desarrolló una investigación de tipo aplicada con un nivel descriptivo no experimental con el objetivo de describir el impacto de la implementación de la metodología BIM en un proyecto de infraestructura pública. Cusirimay concluyó que la implementación de la metodología BIM arribó en resultados positivos, indicó la cuantificación de metrados un grado de precisión de hasta 18.53% con respecto al método manual, lo cual influye directamente en los costos de ejecución de obra.

Bances y Falla (2016), en su investigación “La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar Los Claveles en Trujillo Perú”, a través del trabajo logran demostrar que el uso de la tecnología BIM, pudo generarse un incremento mínimo del 5% de la eficiencia de mano de obra en el proyecto multifamiliar “Los Claveles”, tanto para las diferentes partidas de estructuras como acabado. Así mismo a través de sus resultados quedo demostrado la ventaja de usar el software BIM a diferencia del CAD.

Salinas y Ulloa (2015), en su investigación “Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de Diseño y Construcción de la empresa MARCAN”, de acuerdo a su investigación indican que la Metodología BIM, debe ser implementado en las empresas del sector construcción sin importar el tamaño de esta como una estrategia de mejora de la gestión en los procesos de diseño y construcción.

Así mismo la comparación con otras realidades como la Chilena donde la implementación parte de los diseñadores arquitectos y su uso es limitado a la visualización 3D, en nuestro país la iniciativa de BIM parte de las empresas de

construcción que ven esta novedosa manera de gestión, un gran potencial para mejora de nuestra industria.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Bases teóricas de la variable 1

2.2.1.1. Definición de metodología Building Information Modeling (BIM).

El arquitecto Charles Eastman, sostiene que el sistema BIM es una tecnología de modelado y un conjunto asociado de procesos para producir, comunicar y analizar modelos de edificaciones. Estos modelos son caracterizados por:

- Elementos de la construcción: se representan a través de representaciones digitales (objetos) con gráficos computables y datos que los distinguen en los softwares, además de contar con reglas paramétricas que les posibilitan ser manipulados inteligentemente.
- Componentes: Cuentan con datos que describen su comportamiento y son útiles para el análisis.
- Información invariable y no redundante, de modo que las modificaciones en los datos del componente se reflejan en todas las vistas de este y en todos los elementos a los que está vinculado.
- Datos organizados de modo que todas las perspectivas del modelo se representen coordinadamente (Eastman, 2011, Fernández Villalobos, 2018).

Hardin y Azhar describieron la metodología BIM como un proceso y software no solamente al software como tal; ellos explicaron de manera sencilla el significado de la aplicación del BIM de la siguiente manera:

> “Muchos creen que una vez que han comprado una licencia para un software BIM pueden sentar una persona en frente de la computadora y están haciendo BIM. Y lo que no se dan cuenta que BIM no sólo significa usar un software de

modelado tridimensional sino también la implementación de una nueva forma de pensar". (Por: Hardin, 2009; citado en Salinas y Ulloa, 2015, p. 11)

"El proceso que se enfoca en el desarrollo y uso de un modelo generado por computadora para simular el planeamiento, diseño, construcción y operación de una instalación". (Por Azhar, 2008, citado en Salinas y Ulloa, 2015, p. 11)

Se define BIM como (Building Information Modeling) o VDC (Virtual Design Construction) esto comprende el proceso de generación y gestión de información de un proyecto de construcción durante sus diferentes etapas, ya sea desde el inicio en la fase de diseño o en su coordinación y planificación de construcción, basado en una plataforma virtual.

El término VDC engloba el proceso completo más allá del modelo en sí, pues se refiere al uso que se le da al modelo BIM que se crea para el proyecto. Está regido por datos estandarizados, permitiendo la interoperabilidad del modelo con los distintos participantes de un proyecto. Debido a que posee una gran facilidad de modelamiento paramétrico, es posible tener una representación virtual con datos necesarios para automatizar la gestión, por lo que cuenta con la ventaja de poder realizar planificación de obras y su visualización de construcción en tiempo real, logrando dar una visión más cercana de lo que se obtendrá como producto una vez finalizado, transformándose en una pre-construcción del proyecto en su totalidad.

Si se desea hacer una maqueta virtual de un proyecto, esta maqueta puede tener distintos atributos dependiendo de los alcances y objetivos que se hayan planteado resolver al momento de su diseño, y por lo tanto es importante tener claramente identificados estos puntos al comenzar a desarrollarlo. Estos atributos están definidos principalmente por lo solicitado de parte del cliente, como también lo determinado para desarrollar internamente en cada disciplina que participe en el proyecto.

Es importante utilizar inteligentemente esta metodología de trabajo, y por sobre todo aplicar un procedimiento ordenado en su implementación, puesto que la comunicación y principalmente la coordinación de las distintas especialidades durante

todo el proceso de diseño juega un rol fundamental para el éxito en la implementación completa de BIM.

Podemos entender la metodología como un método innovador que facilita la comunicación entre los sectores de ingeniería, arquitectura y construcción, que logra generar e intercambiar información de manera eficiente y además crear representaciones digitales de las fases del proceso de construcción del proyecto. Al trabajar con objetos paramétricos inteligentes, se cuenta con una base de información que entrega tanto dados geométricos como materialidad, resistencia y otros, que les dan un valor agregado a los elementos, transformando una representación gráfica en una representación virtual siendo en conjunto un modelo con condiciones reales del proyecto.

Asimismo, la ventaja de esta parametrización de los elementos es que al modificar sus propiedades se consigue transformar su geometría con rapidez, una tarea muy beneficiosa en comparación con software de diseño tradicional que solo se basa en representaciones gráficas (Aliaga Melo, 2012, p. 5).

Para los fines de esta investigación podemos definir la metodología BIM, como el proceso de compilar la información en una data inteligente y tridimensional, que se actualiza por medio de la web en tiempo real con cada cambio de alguna especialidad del proyecto, para el diseño, construcción y mantenimiento de este, con el objetivo de tener un mejor control de la información, comunicación (Ver. Figura 1), planeamiento, compatibilización de interferencias, ingeniería ocurrente, diseño colaborativo y conformidad final del proyecto.

Figura 1

Usuarios del sistema BIM



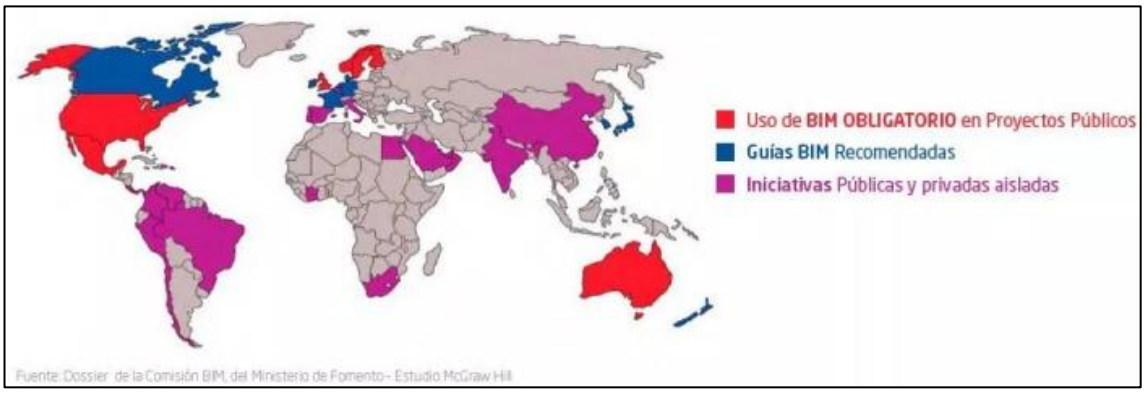
Fuente: Presentación BIM.ppt Arq. Hyrum Jacay

BIM en el mundo.

Existen estándares BIM Internacionales en países donde ya se han implementado la metodología a nivel de Gobierno. Entre ellos destacan Australia, Corea del Sur, Finlandia, Holanda, Noruega, Nueva Zelanda, Singapur y Estados Unidos. A nivel regional, se están haciendo esfuerzos muy importantes para mejorar la calidad del gasto público. Por ello, se han ido incorporando, en todas las fases del ciclo de inversión, metodologías y tecnologías que permitan alcanzar ese objetivo. El Perú no es ajeno a este esfuerzo y, con el objetivo de ser partícipe del desarrollo de las actividades de colaboración y definición de estándares regionales e internacionales, forma parte de la Red BIM de Gobiernos Latinoamericanos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2020).

Figura 2

Uso e implementación del sistema BIM en el mundo



Fuente: Dossier de la Comisión BIM del Ministerio de Fomento – Estudio McGraw Hill.

Contexto del BIM en las inversiones públicas en el Perú.

En esta última década, el Gobierno peruano ha estado implementando las acciones necesarias para elevar la calidad de la infraestructura pública en los últimos diez años, con el propósito fundamental de optimizar y aumentar los servicios que ofrece a sus ciudadanos.

No obstante, el sector de la construcción es uno de los que ha tenido menos progreso en términos de desarrollo tecnológico durante este último periodo. Los diferentes participantes de la industria han seguido cumpliendo sus funciones, año tras año, sin ninguna innovación importante en cuanto a la mejora de sus resultados y procesos.

La mayor parte de los profesionales responsables a cargo de una inversión (arquitectos, ingenieros, supervisores, contratistas, administradores) han estado acostumbrados hasta ahora a trabajar cada uno por su cuenta y bajo sus propios métodos. Esto ha causado constantes problemas de comunicación durante todo el desarrollo de la inversión.

Esto generaba una infinidad de dificultades, en particular cuando se planifica y desarrolla la inversión, lo cual causa que se repita el proceso y que se pierda una cantidad significativa de tiempo y dinero; además, existe la falta permanente de información y un poco de claridad a la hora de tomar decisiones.

Por esta razón, el Gobierno peruano ha asumido el compromiso de implementar medidas desde la esfera pública para optimizar la formulación, evaluación, ejecución y funcionamiento de las inversiones estatales en los últimos años.

La importancia y beneficios de aplicar BIM en el Perú.

En Perú, las inversiones en infraestructura y construcciones han mostrado numerosas deficiencias en los años recientes, lo que ha causado retrasos y costos excesivos durante todo el ciclo de inversión. Así pues, se requiere la aplicación de métodos que posibiliten llegar a una calidad, transparencia y eficiencia más altas en la inversión pública. (MEF, 2020)

Las entidades públicas no son ajenas a esta corriente de actualización. El BIM se puede aplicar en cualquier entidad correspondiente a los tres niveles gobierno, sujetas al Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, y que ejecuten proyectos de inversión o inversiones de optimización, de ampliación marginal, de reposición y de rehabilitación – IOARR , en cualquiera de las fases del ciclo de inversión. Los beneficios que pueden conseguir las entidades con la aplicación del BIM según el MEF (2020) son los siguientes:

BENEFICIO 1: TRANSFORMACIÓN DIGITAL

Utilizar BIM significa desprenderse progresivamente de documentos físicos y comenzar a intercambiar información en tiempo real y en forma colaborativa entre todo el equipo, mejorando la velocidad de procesamiento de la información.

BENEFICIO 2: INTEGRACIÓN

Toda la información de la inversión, gráfica y no gráfica, se pueden enriquecer con todo tipo de datos. Por ejemplo, es posible integrar toda la información sobre las condiciones geotécnicas del terreno donde se emplazará un edificio, permitiendo optimizar el diseño y planificar mejor la obra.

BENEFICIO 3: CALIDAD

BIM facilita el control de calidad, análisis de estándares y la verificación de cumplimiento de normas. Además, permite identificar incompatibilidades en el diseño (por ejemplo, una tubería que se cruza con el fierro de una viga), reduciendo las modificaciones durante y después de la ejecución de la inversión.

BENEFICIO 4: EFICIENCIA

BIM mejora la gestión de la información; por ende, permite ahorrar recursos a lo largo de todo el ciclo de inversión. Se reducen costos y plazos durante la obra y se planifican mejor los recursos destinados a la operación y mantenimiento de la inversión ejecutada.

BENEFICIO 5: DISEÑO PARA LA FABRICACIÓN Y ENSAMBLAJE

Los elementos constructivos que integrarán la obra son analizados en todas sus partes, desde el diseño hasta el control de calidad y se tiene en cuenta cómo se ensamblarán en el sitio de construcción.

BENEFICIO 6: SUPERVISIÓN DE AVANCE DE OBRA

La integración de los datos del diseño, costos y programación, en un solo modelo de información, permite la simulación gráfica del avance de la ejecución de obra en tiempo real.

BENEFICIO 7: RENDIMIENTO DE LA INVERSIÓN

El BIM permite que la información del fabricante o los proveedores sea incorporada en el diseño. De esta manera, se optimiza el uso de materiales o se simula diferentes condiciones, mejorando su rendimiento en la inversión ejecutada.

BENEFICIO 8: IMPACTO EN EL MEDIO AMBIENTE

Al mejorar el proceso de diseño y ejecución de obra se producen menos residuos de construcción. Además, mediante simulaciones, se puede predecir el consumo de la energía y las emisiones de carbono, impulsando las decisiones hacia soluciones más sostenibles.

BENEFICIO 9: TRANSPARENCIA

Todos los beneficios señalados contribuyen a una mayor transparencia en la toma de decisiones y en la rendición de cuentas en todo el ciclo de inversión. Se adoptan procesos consistentes para crear, compartir y gestionar la información de la inversión.

2.2.1.2. Dimensiones de metodología Building Information Modeling (BIM)

Dimensión 1: Modelo Gráfico Tridimensional

Una vez que se tiene el perfil de proyecto es el preciso momento de proceder a la modelización geométrica de la infraestructura en un modelo 3D, el cual contendrá la data de todo el proyecto con la finalidad que se pueda trabajar en forma colaborativa todas las especialidades, tales como Arquitectura, Estructura, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas y otras.

Dimensión 2: Dimensión Temporal

Este el principal punto que identifica y caracteriza la metodología BIM de otras metodologías y/o softwares de trabajo tradicionales basados en CAD, el dinamismo que se da al modelar los proyectos basados puramente en CAD (modelo 2D), el BIM aporta una nueva dimensión la cual es el tiempo, la cual variara a medida que cambian las características y condiciones de los proyectos en sus distintas fases de elaboración.

Dimensión 3: Estimación de Costos

Esta fase es una de las más importantes en países cuya consideración de optimización económica de sus recursos, orientan a la integración de la metodología BIM, cuya información detallada de cada uno de los elementos conformantes del proyecto, dado que es sumamente sencillo generar los reportes de metrados y por ende la generación de los costos en cualquier momento de la elaboración de la infraestructura.

Dimensión 4: Análisis de Sostenibilidad

Esta dimensión corresponde al planteamiento y simulación de las alternativas simuladas las que me permite analizarlas con el fin de determinar cuál es la que más se adecua a la concepción del proyecto. En otras palabas es una fase en la cual podemos discernir cual es la mejor alternativa teniendo en cuenta para ello todas las dimensiones del proyecto.

2.2.1.3. Antecedentes normativos

La primera intención para adoptar la metodología Bulding Information Modeling (BIM, acrónimo en inglés de Building Information Modeling) en el Perú, , dentro del contexto nacional, se introdujo en el año 2018, a través del numeral 4 de la sección 8.2, con respecto al marco normativo de inversiones del artículo 8 y la Cuarta Disposición Complementaria Final del Reglamento del Decreto Legislativo N° 1252, que establece y crea el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, autorizado mediante el Decreto Supremo N.º 284-2018-EF, y su modificatoria estableciéndose que le corresponde a la Dirección General de la DGPMI (Dirección General de Programación Multianual de Inversiones) tiene la autoridad para emitir disposiciones para la adopción gradual de las técnicas colaborativas para modelar digitalmente la información, con el propósito de optimizar la calidad, la transparencia y la eficacia de la inversión pública.

Igualmente, la Cuarta Disposición Complementaria Final de dicho reglamento establece que la puesta en práctica y la inclusión de metodologías de modelamiento colaborativas digital de la información mencionada en el número 4 del apartado 8.2 del artículo 8 del Reglamento se lleva a cabo de forma gradual. Para asegurar su cumplimiento, la DGPMI autoriza las medidas requeridas para la implementación de las aplicaciones informáticas y la creación de habilidades.

Mediante el Decreto Supremo N° 345-2018-EF, el cual aprueba la Política Nacional de Productividad y Competitividad son imprescindibles para todas las

entidades de las diversas entidades autónomas constitucionales, los distintos poderes del Estado y los distintos niveles de administración pública. El alcance de esta normativa también resulta de cumplimiento obligatorio para el sector privado y la sociedad civil, cuando sea pertinente.

El artículo 4 del referido Decreto Supremo establece que las entidades que se encuentran dentro del ámbito de aplicación de la Política Nacional de Competitividad y Productividad tienen a su cargo la implementación y ejecución de esta, en el marco de sus competencias. Asimismo, tienen el deber de coordinar y articular, en el ejercicio de sus competencias y funciones, el logro de los objetivos prioritarios que le correspondan, en coordinación con el Consejo Nacional de Competitividad y Formalización.

Como objetivo, la Política Nacional de Competitividad y Productividad incluye como prioridad 1: "Dotas al país de infraestructura económica y social de calidad", que por su parte incluye, entre otras cosas, formular y evaluar, o aprobar y llevar a cabo de manera eficiente las inversiones públicas, y garantizar la sostenibilidad y el desempeño de la infraestructura económica y social (financiamiento, operación y mantenimiento) mediante el reforzamiento de habilidades en la administración pública.

El Decreto Supremo N° 237-2019-EF, que aprueba el Plan Nacional de Competitividad y Productividad, indica que las acciones establecidas en dicho plan se ponen en práctica dentro del marco de las competencias legalmente asignadas y conforme al nivel de participación y responsabilidad de los actores estratégicos y entidades que se especifican.

El propósito del Plan Nacional de Competitividad y Productividad es conectar la visión nacional, que se desarrolla y formula a partir de la Política Nacional de Competitividad y Productividad, con la ejecución de las políticas requeridas para dirigir la realidad nacional hacia dicha visión. Su diseño subraya lo relevante que es, para asegurar la viabilidad política de su implementación,

agregar de manera articulada los esfuerzos de todos los actores que participan en cada sector de actividad económica y social.

En esta línea, el Plan Nacional de Productividad y Competitividad 2019-2030 establece la medida de política 1.2: Plan BIM. Su finalidad es incluir de manera gradual en el sector público la metodología BIM. Para ello, se prevén el establecimiento de hitos a corto, mediano y largo plazo.

A través del Decreto Supremo N° 289-2019-EF, que estableció las normas para la inclusión gradual de BIM en la inversión pública, se logró el objetivo de alcanzar el hito "Proyecto de Decreto Supremo que regula el BIM", correspondiente a la Medida de Política 1.2: Plan BIM y previsto hasta septiembre del año 2019. El propósito de este Decreto Supremo es sentar las bases para implementar gradualmente BIM en los procesos de inversión pública de las compañías y entidades públicas que están bajo el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones, establecido por el Decreto Legislativo N° 1252.

Se actualizaron las definiciones de los numerales 1, 2, 4, 5 y 6 del artículo segundo del Decreto Supremo N° 289-2019-EF a través de la emisión del Decreto Supremo N° 108-2021-EF, con el objetivo de que estas se alineen con las normas internacionales sobre la implementación de BIM. Además, se incluyeron los numerales 7 y 8 del mencionado artículo 2, que definen "Contenedor de información" y "Plan de implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM Perú", respectivamente.

Asimismo, se realizaron cambios en las regulaciones del artículo 5 que supervisan la aceptación y ejecución del Plan BIM Perú. Estas modificaciones se enlazarán con el hito "Plan de implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM", contenido dentro de la Medida de Política 1.2: Plan BIM, del Plan Nacional de Competitividad y Productividad 2019-2030. Este fue ratificado mediante el Decreto Supremo N° 237-2019-EF y su aprobación será responsabilidad de la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones.

Finalmente, a través de la Resolución Directoral N°0002-2021-EF/63.01, la Dirección General de Programación Multianual de Inversiones aprobó el Plan BIM Perú y su Hoja de Ruta. Este documento incluye un análisis del contexto actual del sector construcción a nivel nacional y de la adopción BIM; además, establece metas y acciones para corto, medio y largo plazo, las cuales están organizadas en torno a cuatro líneas estratégicas: 1) Fijar el liderazgo público; 2) Crear un marco colaborativo; 3) Incrementar la capacidad del sector industrial; 4) Comunicar la visión. (De “Introducción BIM: Adopción en la inversión pública” por Ministerio de Economía y Finanzas, 2021, pp. 9-11)

2.2.1.4. *Plan BIM Perú*

El Plan BIM Perú es una medida de política introducida en el Plan Nacional de Competitividad y Productividad (PNCP), impulsado por el Ministerio de Economía y Finanzas, la cuál define la estrategia de adopción progresiva de la metodología BIM a partir de generar un marco normativo e institucional para su implementación, así como una estrategia para la elaboración de estándares y metodologías aplicables a la inversión pública (Decreto Supremo N° 237-2019-EF).

Esta política establece las metas y las acciones necesarias para que, progresivamente, hasta el 2030, el BIM se aplique en todas las inversiones públicas de entidades y empresas públicas que estén bajo el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.

De esta manera, Plan BIM Perú busca garantizar un desarrollo adecuado de las inversiones, mejorando la calidad y eficiencia de las inversiones durante el ciclo de inversión. Según el PNCP, los hitos del Plan BIM Perú son:

Tabla 2

Hitos cumplidos del Plan Nacional de Competitividad y Productividad al 2009-2024.

Hito 1	Hasta julio 2021
Proyecto de Decreto Supremo que regula el BIM (Set-2019)	Estándares y requerimientos BIM elaborados.

Plan de Implementación y Hoja de Ruta del Plan BIM (Mar-2020)	Proyectos piloto aplicando la metodología BIM Estrategia de formación de capital humano para el uso BIM iniciada.

Fuente: Nota Técnica del Ministerio de Economía y Finanzas (2021).

Tabla 3

Metas del PNCP al 2030.

Hasta julio 2021	Hasta julio 2025	Hasta julio 2030
-Características mínimas estandarizadas para adoptar el BIM -Proyectos piloto aplicando BIM	BIM aplicado en proyectos del GN y GR -Aprobar el marco regulatorio para aplicar el BIM en el sector público y articular con los órganos administrativos -Herramienta tecnológica para sectores priorizados del GN -Implementación de la malla curricular, el BIM en instituciones públicas priorizadas de educación superior	BIM aplicado en GL -Obligatoriedad del BIM en GN y GR regulado con decreto. -Plataforma tecnológica para uso en todo el sector público -Malla curricular implementada en todas las instituciones públicas priorizadas de educación superior con oferta académica vinculada al sector constructivo -Evaluación de avances y lecciones aprendidas de la implementación de metodología BIM

Fuente: Nota Técnica del Ministerio de Economía y Finanzas (2021).

En el contexto de la realización del tercer hito: Con el fin de asesorar la implementación gradual de la metodología en el desarrollo de inversiones, se han creado una serie de Documentos BIM.

Estos documentos están basados en los estándares y requisitos BIM establecidos por la Medida de Política 1.2: Plan BIM del Plan Nacional de Competitividad y Productividad. Para tal fin, se ha tomado como adecuado crear una jerarquía de documentos según tres niveles.

***PRIMER NIVEL: NORMAS Y ESTÁNDARES TÉCNICOS A NIVEL NACIONAL*:** Conjunto de requisitos o normas obligatorias que se han sometido a un proceso de aprobación para ser aceptadas en todo el país. La administración de la información en

las inversiones que se desarrollan con BIM adquiere estructura y coherencia gracias a estos documentos. Este nivel incluye estándares o anexos nacionales, así como normas técnicas y documentos legales relacionados con BIM en Perú.

***SEGUNDO NIVEL: DIRECTIVAS, FORMATOS, GUÍAS TÉCNICAS Y ESPECIFICACIONES*:** Conjunto de sugerencias que explican la manera en la que se pueden cumplir los especificaciones de información conforme a las mejores prácticas. En esta etapa, se entiende a las guías técnicas y a las guías de carácter nacional.

TERCER NIVEL: RECURSOS DE ASISTENCIA: Documentación fundamental que posibilita entender y satisfacer los requisitos de la gestión de información en inversiones hechas mediante la aplicación de BIM. En este nivel se entiende las plantillas y los recursos de soporte BIM.

2.2.1.5. Norma internacional *ISO 19650*

La Organización Internacional de Estandarización (ISO, por sus siglas en inglés) es una organización no gubernamental con sede en Suiza, dedicada a la creación de estándares internacionales para asegurar la calidad, seguridad y eficiencia de productos y servicios, facilitando el comercio mundial y proporcionando estándares comunes entre países. Estos estándares son llamados Estándares ISO y abarcan todas las industrias.

La serie de Normas ISO 19650 son un conjunto de estándares internacionales que definen los conceptos, principios y requisitos para la gestión de la información cuando se utiliza BIM. El Plan BIM Perú toma como principal fuente de información el estándar internacional ISO 19650, y lo articula con los procesos con el ciclo de inversión.

La serie de NTP ISO-19650 enmarca el conjunto de normas técnicas peruanas (NTP) que modifican lo que se encuentra en la serie de normas ISO 19650, para implementarlo a nivel nacional.

Estas NTP ofrecen organización y coherencia a la administración de datos de las inversiones realizadas con BIM en nuestro país, posibilitando la producción y el intercambio de información de forma eficaz y eficiente. Para la creación de los Documentos y Herramientas BIM que se describen en el capítulo siguiente, se han

empleado las NTP-ISO 19650-1:2021 y 19650-2:2021, junto con otras normas relacionadas con el procedimiento de gestión de información BIM para la realización de inversiones.

2.2.1.6. *Norma Técnica Peruana – ISO19650-2021, Building Information Modeling (BIM)*

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana – ISO 19650–1:2021, el Modelado de Información de la Construcción (BIM, por sus siglas en inglés) es una representación digital compartida de un activo construido. Su propósito es hacer más sencillos los procedimientos de diseño, construcción y operación para tener una base fiable para tomar decisiones (Instituto Nacional de Calidad (INACAL, 2021, p. 8).

Este modelo de información o representación digital incorpora toda la información de una inversión, incluyendo tanto la que es gráfica (por ejemplo, tuberías en tres dimensiones) como la que no lo es (como los presupuestos).

Asimismo, el modelo de información avanza a la par que se desarrolla la inversión durante todo su ciclo: desde la programación de inversiones multianual hasta su ejecución. Independientemente de cuán compleja o grande sea la inversión, el modelo de información es desarrollado y compartido por todos los equipos de forma colaborativa, lo que mejora tanto la comunicación como el intercambio de datos.

Es importante destacar que emplear BIM no solo implica la creación de un modelo en 3D, sino que también requiere organizar metódicamente toda la información relacionada con la inversión y realizar una adecuación organizacional que posibilite el fortalecimiento de los procesos de formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de los activos generados por dicha inversión.

Así, dentro del Plan BIM Perú, el BIM puede ser definido de la siguiente manera:

> “Un método colaborativo de trabajo para gestionar la información de una inversión, que emplea un modelo de información elaborado por las partes implicadas. Su finalidad es facilitar la formulación, programación multianual,

diseño, operación y mantenimiento de infraestructura pública y garantizar así una base fiable para tomar decisiones". (MEF, 2021)

BIM o el proceso de Gestión de la Información BIM, está compuesta por las siguientes ocho actividades:

1) Evaluación de necesidades

2) Petición de ofertas

3) Presentación de ofertas

4) Contratación

5) Movilización

6) Producción colaborativa de la información

7) Entrega del modelo de información

8) Fin de la fase de ejecución. (INACAL, 2021):

Como se ha dicho, el modelo de información generado por el uso de BIM incorpora toda la información relativa a la inversión, en términos gráficos y no gráficos. La información gráfica se relaciona con el contenido geométrico, en tanto que la información no gráfica tiene que ver con el contenido alfanumérico y la documentación relacionada.

A continuación, se detalla en la Tabla 2 algunos ejemplos con respecto a lo señalado:

Tabla 4

Ejemplos de modelo de información gráfica y no gráfica.

Información gráfica	Información no gráfica
- Modelo 3D de arquitectura y estructuras - Modelo 3D de instalaciones sanitarias, eléctricas, mecánicas - Modelo 3D de mobiliario - Modelo 3D de equipamiento - Otros modelos de las demás especialidades	- Requisitos de información - Especificaciones técnicas - Metrados - Presupuestos - Cronogramas - Información sobre riesgos de la inversión - Estructura de costos desagregados - Otra documentación complementaria

Fuente: Nota Técnica del Ministerio de Economía y Finanzas (2021).

2.2.2. Bases teóricas de la variable 2

2.2.2.1. Definición de control de calidad de proyectos de infraestructura

El control de calidad en proyectos de infraestructura se define como el conjunto de procesos, técnicas y herramientas que aseguran que las obras cumplan con los estándares técnicos, normativos y funcionales establecidos. Este control abarca desde la planificación hasta la ejecución y cierre del proyecto, garantizando que los resultados sean seguros, eficientes y sostenibles.

De acuerdo con Ayala y Rojas (2021), se sostiene que, El control de calidad en un proyecto de construcción es el proceso de supervisión destinado a garantizar que, durante la edificación, se cumplan las especificaciones del proyecto y la normativa aplicable, y que se mantengan “condiciones apropiadas de calidad” (Unicontrol, s. f.).

En particular, cuando nos referimos a procesos de construcción, existe un input o entrada que consiste en las especificaciones técnicas. Estas incluyen normativas como la Norma Técnica Peruana que el Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO, en sus siglas) ha creado, reglamentos como el Reglamento Nacional de Construcción y, sobre todo, las buenas prácticas que se obtienen a través de la experiencia. Si se siguen estas pautas y sugerencias a lo largo del proceso de construcción, el resultado será de buena calidad.

No obstante, al finalizar el proceso de construcción, es crucial verificar que lo realizado sea de buena calidad y esté correcto; estos verificaciones son los Outputs, o sea, las salidas que constituyen los protocolos de calidad. Estos protocolos se realizan en forma de una lista de verificación (checklist) para comprobar todos los elementos del producto.

Al final, este control que se realiza tras terminar el proceso de construcción está directamente vinculado al Input, puesto que si desde el comienzo se ha trabajado teniendo presente los detalles de calidad, la calidad del producto terminado será alta.

Desde la perspectiva que aborda la Guía de los fundamentos para la dirección de Proyectos (PMBOK, por sus siglas en inglés), el control de calidad se entiende como un proceso que consiste en supervisar y documentar los hallazgos relacionados con la realización de actividades de gestión de calidad. Esto se hace con el objetivo de evaluar su desempeño y asegurar que las entregas del proyecto sean exactas, completas y cumplan con las expectativas del cliente.

Esto es, un proceso que verifica si los proyectos cumplen con las especificaciones antes de la aprobación definitiva del mismo. No obstante, es fundamental informar sobre cualquier modificación o rectificación efectuada para no poner en riesgo la realización de lo que se estableció al comenzar el proyecto.

Según el PMBOK, que es la guía para proyectos de construcción, el control de calidad no debe ser un proceso que se ejecute solo al culminar el proyecto. En cambio, se deben definir puntos de control a través del proyecto en los que se puedan implementar métodos para optimizar el rendimiento y eliminar eventuales causas de problemas. Estos puntos de control pueden evidenciar falencias en la administración o en la planificación del proyecto. (Velásquez Rosas, 2024)

2.2.2.2. Dimensiones de control de calidad de proyectos de infraestructura.

Dimensión 1: Tiempo

Robles Castro (2024) sostiene que para impedir demoras que perjudiquen la calidad del proyecto, el tiempo debe ser planificado de manera exacta. La utilización de métodos de gestión de proyectos y la programación adecuada de las actividades hacen posible que los tiempos de construcción se optimicen.

El plazo, de acuerdo con Saint-Pierre y Sugg (2023), es el tiempo necesario para terminar la construcción y todos sus componentes. Es relevante tener en cuenta que, en esta etapa, los plazos de ejecución pueden cambiar dependiendo del modelo de contratación, lo cual puede impactar la eficacia del proyecto.

Así Saint-Pierre y Sugg sostienen que, el tiempo como dimensión del control de calidad implica el cumplimiento de los plazos establecidos en el cronograma del proyecto. La gestión eficiente del tiempo permite evitar retrasos que pueden afectar la funcionalidad, el presupuesto y la calidad final de la obra. El control del tiempo en cada fase de las inversiones en edificaciones o infraestructura, a través del trabajo colaborativo y la gestión de la información, identificando factores que tienen un impacto directo en la programación durante la planificación y ejecución de la inversión.

Dimensión 2: Costos

De acuerdo con la definición del Banco Interamericano de Desarrollo (2023), los costos finales abarcan el total de recursos económicos dedicados al proyecto, teniendo en cuenta eventuales sobrecostos, ajustes o elementos adicionales. Es fundamental tener en cuenta una gestión de costos apropiada en esta etapa para minimizar las desviaciones presupuestarias que pudieran ocurrir.

Conforme a lo que dicen Sugg y Saint-Pierre (2023), el coste final de una obra tiene que ser administrado desde la etapa de planificación con el fin de asegurar la sustentabilidad del proyecto y prevenir costos adicionales. La adecuada determinación de costos y la implementación de métodos de control financiero posibilitan reducir los riesgos económicos. El control de costos tiene como objetivo garantizar que el proyecto se lleve a cabo dentro del presupuesto autorizado, evitando así sobrecostos y desviaciones económicas. Está vinculado con la planificación financiera, la ejecución del presupuesto y la evaluación del valor ganado.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2023), se han llevado a cabo numerosas investigaciones comparativas acerca de los costos finales de proyectos realizados bajo la modalidad de Asociación Público-Privada (APP) y la obra pública convencional. Los resultados indican que una estructuración de contratos apropiada puede disminuir los costos y optimizar la eficiencia del gasto público.

Dimensión 3: Calidad de procesos

La calidad de los procedimientos, conforme a lo que indica Santamaría-Benhumea et al. (2018), se determina por la observancia de normas técnicas y estándares constructivos que garanticen la seguridad tanto operacional como estructural del establecimiento. Si estos estándares se aplican correctamente, la infraestructura puede volverse funcional y duradero.

La eficacia de los servicios y la percepción de los usuarios están directamente influidas por la calidad del trabajo, según Carpio Ponce (2023). La experiencia del usuario se ve afectada por elementos como la adecuación de los espacios y lo cómodo que sean las instalaciones.

La calidad de la obra, de acuerdo con Cordero Tomás (2022), se evalúa en función de la eficacia del diseño, la calidad de los materiales empleados para construir y el acatamiento a las normas técnicas. En esta etapa, una supervisión apropiada es fundamental para asegurar la calidad y prevenir fallos estructurales. Optimizar la calidad de las inversiones en infraestructura o edificaciones mediante la colaboración y la gestión de información, lo cual permite analizar y supervisar los estándares de calidad, además de verificar que se cumplan las normas correspondientes a la inversión.

Dimensión 4: Eficiencia

Está vinculada a la productividad de la construcción, la reducción de desperdicios y la filosofía Kaizen también conocida como mejora continua. En esta dimensión es clave analizar la productividad de obra mediante el uso racional de los recursos para maximizar la producción sin afectar la calidad del producto.

La eficiencia en el manejo de los fondos públicos a lo largo del ciclo de inversión, controlando la información técnica y de gestión de la misma. Esto permite reducir costos y evitar atrasos durante la ejecución de las inversiones.

Dimensión 5: Ejecución de gasto

Esta dimensión analiza la capacidad de la unidad ejecutora de la Entidad para utilizar adecuadamente los recursos asignados, en concordancia con los objetivos del proyecto y las normativas vigentes.

En el sector público, esta variable se relaciona con la transparencia y la rendición de cuentas, porcentaje de ejecución presupuestal, eficiencia financiera, cumplimiento de metas físicas y financieras (Velásquez Rosas, 2024).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.

- **Building Information Modeling (BIM):** Metodología de trabajo colaborativo que hace uso de herramientas tecnológicas, procesos y estándares para el modelamiento digital. La metodología BIM incluye información no gráfica tales como especificaciones técnicas, estados de avance, estimación de costos, programación de actividades, entre otras variables de las; de esta manera, el BIM se transforma en un recurso valioso para la toma de decisiones en todo el ciclo de inversión.
- **Calidad:** Capacidad de una estructura o edificación de cumplir con las especificaciones técnicas, normativas y estándares de diseño, materiales y ejecución (GE.030).
- **Ciclo de vida:** Etapas y actividades que abarcan la vida del sistema, desde la definición de sus requisitos, hasta el término de uso, cubriendo su concepción, desarrollo, operación, soporte de mantenimiento y eliminación (ETP-ISO/TS 12911).
- **Control de calidad:** Procedimiento que comprobara los proyectos y su cumplimiento con las especificaciones antes de la aprobación final del proyecto (PMBOK 7ª ed.).
- **Diseño asistido por computadora (CAD): R**epresentación digital en 2D de las características físicas y funcionales de cualquier objeto construido, incluidos edificios, puentes, carreteras, planta de proceso (ETP-ISO/TS 12911).
- **Eficiencia:** Uso óptimo de recursos humanos, materiales y tecnológicos para lograr los objetivos del proyecto (Velásquez Rosas, 2024).

- **Gasto público:** Conjunto de erogaciones que realiza el Estado o las administraciones públicas para atender las necesidades colectivas y cumplir sus fines, como proveer bienes y servicios públicos, y ejecutar el plan económico y social del país (MEF, 2020).
- **Modelo Gráfico Tridimensional:** Representación de procesos, modelos o sistemas que conforman un conjunto mayor o supra-sistema, que analiza la interacción de estos, y que les permita cumplir su función particular y coadyuvar a la función del supra-sistema. (Plan BIM Perú).
- **Obra:** Proceso único que consiste en un conjunto de actividades coordinadas y controladas con fechas de inicio y término; realizadas para lograr un objetivo conforme a requisitos específicos, incluyendo las limitaciones de tiempo, costo y recursos para cambiar los aspectos físicos u operativos de una facilidad (ETP-ISO/TS 12911).
- **Presupuesto:** Valor económico de la obra estructurado por partidas con su respectivos metrados, análisis de precios unitarios, gastos generales, utilidad e impuestos (Definiciones del Reglamento de la Ley N° 30225, Ley de Contrataciones del Estado).
- **Proyecto:** Conjunto de actividades desarrolladas en un tiempo fijo que implica la aplicación de recursos públicos con el fin de ampliar, mejorar y modernizar la capacidad productora de bienes o prestadora de servicios (MEF, 2021).
- **Sostenibilidad:** Capacidad de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, buscando un equilibrio entre el desarrollo económico, el cuidado del medio ambiente y el bienestar social (Cerón y Liévano, 2017).

2.4. BASES EPISTÉMICOS.

Si estamos hablando de epistemología, entonces estamos abordando profundo y riguroso de la disciplina, el cual implica empezar a cuestionar todo lo que se conoce y se hace en el campo de acción de la carrera para abrir las puertas a nuevos retos y cambios de la disciplina en un contexto que siempre es cambiante. Tal como comenta Vasilachis (2009, p.03).

La adopción del paradigma BIM se da en diferentes etapas y demandas formación de equipos, adquisición de hardware y software, desarrollo de nuevos metodologías y técnicas de trabajo basadas en la colaboración, integración y interoperabilidad.

Se puede decir que Building Information Modeling Modelado - BIM) se refiere a un entorno computacional complejo para el diseño y la gestión colaborativo, diseñado para soportar todas las fases del ciclo de vida del edificio. BIM representa el estado del arte de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) aplicadas al sector de la Construcción Civil y se configura como un nuevo paradigma en materia de métodos, herramientas y técnicas de trabajo. Implica una gran complejidad debido a la cantidad conceptos sofisticados, hardware y software y una variedad de preguntas abiertas.

Tiene diversas características, que tienen como objetivo mejorar la productividad, calidad y durabilidad de la construcción, reducir el desperdicio de materiales, mano de obra y otros recursos, aumentar el control sobre diseños y construcciones, así como sobre el uso y la recalificación de edificios, entre otros.

Este modelado debe apoyar a los profesionales del sector de la construcción civil a lo largo del ciclo de vida del edificio, ayudando a estudiar la viabilidad del empresa, la concepción y ejecución de sus proyectos, la planificación de la construcción y la obra, su uso (operación y mantenimiento), su demolición o renovación, resultando en la gran complejidad de este nuevo paradigma, que involucra conceptos, procesos, modelos y herramientas para diseñar, construir, operar y mantener mejor el edificio.

Es fundamental que exista una planificación previa para implementar este modelado, el cual debe contemplar los objetivos que persigue la empresa u oficina para el uso de modelo, la necesidad y capacidad de inversión, el tiempo a dedicar en la transición de los procesos y qué pasos se llevarán a cabo, entre otros factores. Asevedo y Nome (2012, p. 3-4) presentan un análisis realizado por Gu y London (2010), en el que se destacaron los siguientes pasos para la adopción de la tecnología BIM en empresas del sector de la construcción civil: (a) definir el alcance y la propuesta estratégica; (b) mapear procesos de trabajo; (c) identificar los requisitos técnicos para la implementación del BIM; y, (d) personalizar la estructura colaborativa.

Según Kymmell (2008), para implementar BIM es necesario determinar el objetivo de la proyecto y procesos involucrados; especificar herramientas y pasos a lograr; desarrollar estrategias, seleccionar el equipo y crear mecanismos de evaluación y métodos de ajustes.

Siendo un proceso nuevo, diferente al tradicional y con gran alcance, se espera que para la correcta implementación de BIM cambios en las formas habituales de trabajo practicadas en proyectos de construcción.

Se fomenta la colaboración y facilitado por el proceso BIM, pero requiere cambios de comportamiento diversos agentes implicados en el proceso, que a su vez exige cambios en los contratos que buscan equilibrar responsabilidades y compensación. (SANTOS, 2012, p. 27).

En cuanto a las fases de adopción del paradigma, dependerán de la planificación realizada. Tobin (2008a) identifica tres de ellos:

a. BIM 1.0, cuando los programas de modelado reemplazan las producciones basadas en en el dibujo. En esta etapa, el mayor beneficio es una mejor coordinación y Aceleración en la producción de documentos y el objetivo es modelar con objetos tridimensional. Esta fase es similar a la del “pequeño bim” (JERNIGAN, 2007) y caracterizado por la adopción aislada del paradigma por uno de los actores proceso.

b. BIM 2.0 ocurre cuando el dominio de las personas involucradas se expande a además de la oficina de proyectos, con posibilidad de conectar toda la industria AEC. En esta fase, se agrega información al modelo referido al tiempo (4D) y al costo (5D), con colaboración y interoperabilidad los grandes retos a superar.

c. BIM 3.0, llamado por el autor de la fase de post-interoperabilidad. En este punto, Los modelos se basan en una base de datos centralizada y se alojan en un servidor, accesible desde cualquier parte del mundo y en el que todos los participantes podrán interactuar, a través de los módulos específicos de su especialidad. El gran logro de esta etapa es la visión interdisciplinar que cada miembro del equipo tendrá en el edificio.

El investigador involucrado y sus procesos de subjetivación buscan construir algo nuevo, basado en reflexiones, acciones y creaciones en un flujo transformador producción de conocimiento; busca producir diferentes entendimientos a partir de la observación de la compleja realidad que se presenta con la adopción del paradigma BIM en el sector de la construcción y finalmente asume una postura epistemológica de crítica y creación científica que busca realizar una lectura plural de la realidad, desde diferentes ángulos, con el objetivo de comprender más que explicar lo que se presenta, como en el caso del BIM a adoptar en la UNU.

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

La presente investigación, de acuerdo con su tipo se enmarca bajo un esquema metodológico desarrollada dentro de la modalidad de investigación Aplicada, tecnológica, de corte longitudinal.

La presente investigación es de nivel descriptiva correlacional con un enfoque cuantitativo la cual se sustenta por: Hernández y Mendoza (2018), manifiesta que, este tipo de investigaciones, llamadas también investigaciones diagnósticas, buena parte de lo que se escribe y estudia sobre lo social no va mucho más allá de este nivel.

Consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

3.2. DISEÑO Y ESQUEMA DE LA INVESTIGACIÓN.

La investigación es de diseño no experimental sustentado teóricamente por:

Kerlinger y Lee (2002) nos indican que la investigación no experimental es una búsqueda empírica y sistemática en la que el investigador no tiene un control directo sobre las variables independientes, ya sea porque sus manifestaciones ya han sucedido o porque son intrínsecamente imposibles de manipular. Se deducen las conexiones entre las variables sin intervención directa, a partir de la variación simultánea de aquellas independientes y dependientes (p. 1).

Los rasgos fundamentales de los diseños no experimentales, según Kerlinger y Lee (2002) es que:

a. No hay alteración de la variable independiente, ya sea porque se trata de una variable que ya ocurrió o porque no es posible manipularla activamente por su

naturaleza o por razones éticas. Por lo tanto, abarca en este conjunto de variables a todas las que registran rasgos propios de los individuos.

b. No se asignan aleatoriamente a los participantes las condiciones de tratamiento. En otras palabras, los grupos no se constituyen al azar, así que su equivalencia inicial no está asegurada.
c. Los datos se recopilan y después se analizan, ya que no se actúa directamente sobre el fenómeno. Se examinan los fenómenos tal y como suceden de manera natural. (p. 1)

Esta característica hace que los diseños de tipo no experimental se empleen sobre todo en la investigación aplicada. De las características previamente mencionadas se infiere que no será posible determinar relaciones causales definitivas utilizando el diseño no experimental.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.

3.3.1. Población.

Para la investigación al tratarse de la implementación de la metodología BIM para mejorar el control de calidad de los proyectos de infraestructura en la Universidad Nacional de Ucayali, hacemos mención en función de la cartera de proyectos que tiene estima ejecutar la universidad en el PMI 2020-2022, un total de 40 proyectos con un monto de inversión que asciende a los S/ 45’416,553.56. De los cuales todos fueron elaborados bajo la metodología tradicional.

Figura 3

Cartera de proyectos de inversión PMI 2020-2022.

DATOS GENERALES DE LA INVERSIÓN					DATOS FINANCIEROS DE LA INVERSIÓN		DIAGNOSTIVO DE INVERSIONES	
Código SNIP	Código Único	Nº	Nombre de la inversión	Tipo de inversión	Costo actualizado (A)	Devengado acumulado 2019	Se programa en el PMI 2020 - 2022	ESTADO
2715		1	VIVERO FORESTAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	118,000.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
2716		2	ELECTRIFICACION EN 10 KV UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	280,000.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
2717		3	EDIFICIO OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	2,035,493.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
2721	2018255	4	TALLER DE CARPINTERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	483,628.00	575,639.81	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
2724		5	PABELLON DE AULAS DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	2,951,710.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
2970	2031140	6	CERCO PERIMETRICO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	5,891,176.52	6,206,039.24	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
2973		7	REFACCIÒN, AMPLIACIÒN Y EQUIPAMIENTO PLANTA DE ALIMENTOS BALANCEADOS	PROYECTO	920,000.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
3355		8	ESTACION METEREOLOGICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	247,870.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
3361		9	CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN FORESTAL MACUYA-UNU	PROYECTO	498,600.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
4336	2001268	10	CONSTRUCCION DE LA BIBLIOTECA CENTRAL – UNU	PROYECTO	2,778,938.00	2,899,761.40	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
4385		11	CULMINACION SISTEMA DEFINITIVO DE AGUA Y DESAGUE-UNU	PROYECTO	404,480.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
6783		12	RECUPERACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA DE UNIDADES DE ENSEÑANZA-UNU	PROYECTO	109,500.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
7914		13	MEJORAMIENTO DE: ACCESO PEATONAL PUERTA Nº. 01, AREA DE PARQUEO DE MAESTRANZA, GARITA DE CONTROL -PUERTA Nº 02 Y AREA DE VENTAS	PROYECTO	110,661.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
8094		14	CENTRO DE CAPACITACIÒN EN TECNOLOGÌA DE PRODUCCIÒN DE LECHE Y VALOR AGREGADO EN LA UNU	PROYECTO	422,090.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
13055		15	IMPLEMENTACION DEL CENTRO DE INFORMATICA PARA MEJORAR LA CALIDAD DE ENSEÑANZA EN LA UNU	PROYECTO	334,000.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
16250	2171119	16	LABORATORIO DE MECATRONICA Y/O CENTRO DE INVESTIGACION DE ALTA TECNOLOGIA	PROYECTO	80,001.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
16632	2171102	17	INSTALACIONES COMPLEMENTARIAS AL SISTEMA ELECTRICO DEL EDIFICIO DEL RECTORADO - UNU	PROYECTO	9,561.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
25528	2170548	18	GALPON DE ASERRADERO PORTATIL - UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	12,762.00	-	NO PROGRAMABLE	VIABLE NO VIGENTE (Solicitar desactivación)
32709	2167989	19	ADECUACION DEL SISTEMA PROVISIONAL EXISTENTE AL SISTEMA DEFINITIVO DE DESAGUE EN LA UNU	PROYECTO	58,451.00	-	NO PROGRAMABLE	VIABLE NO VIGENTE (Solicitar desactivación)
34303	2169352	20	ELECTRIFICACION DE BIBLIOTECA CENTRAL Y OFICINAS ADMINISTRATIVAS EN LA UNU	PROYECTO	85,175.00	-	NO PROGRAMABLE	VIABLE NO VIGENTE (Solicitar desactivación)
34790	2170550	21	GENERACION Y TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGIA PARA EL USO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD EN LA CUENCA DEL RIO ABUJAO	PROYECTO	1,995,832.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
35502	2170569	22	IMPLEMENTACION DE BIBLIOTECA CENTRAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	99,811.00	-	NO PROGRAMABLE	VIABLE NO VIGENTE (Solicitar desactivación)
35503	2170562	23	IMPLEMENTACION CENTRO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION FORESTAL MACUYA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	98,172.00	-	NO PROGRAMABLE	VIABLE NO VIGENTE (Solicitar desactivación)
37253	2044196	24	CONSTRUCCION DE PABELLONES ADMINISTRATIVOS DE LAS FACULTADES DE AGRONOMIA Y FORESTALES - UNU	PROYECTO	1,697,748.72	1,650,424.89	NO PROGRAMABLE	CERRADO
43783	2168692	25	CONSTRUCCION CENTRO DE CAPACITACION, TRANSFORMACION Y PROCESAMIENTO DE PLANTAS MEDICINALES Y ALIMENTICIAS EN LA UNU	PROYECTO	587,291.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
49721	2062121	26	INSTALACION E IMPLEMENTACION DEL BACKBONE DE FIBRA OPTICA EN LOS SECTORES I AL VI DE LA UNU	PROYECTO	436,899.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
53927	2044197	27	CONSTRUCCION Y MEJORAMIENTO DEL SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL SECTOR I AL VI-UNU	PROYECTO	357,054.00	410,125.18	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
66082	2062120	28	CONSTRUCCION DE LAS OFICINAS ADMINISTRATIVAS DE LAS FACULTADES DE DERECHO Y CIENCIAS POLITICAS Y EDUCACION DE LA UNU.	PROYECTO	1,884,447.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
66223	2062790	29	CONSTRUCCION DEL AUDITORIO DE LA UNU	PROYECTO	9,970,371.86	10,230,383.90	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
80845	2171574	30	MEJORAMIENTO DE SEGURIDAD EN DEFENSA CIVIL - UNU	PROYECTO	145,730.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
89107	2085351	31	MEJORAMIENTO DE LA SEGURIDAD DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI EN LA AV TUPAC AMARU - DISTRITO DE CALLERIA - PROVINCIA CORONEL PORTILLO	PROYECTO	339,911.00	357,249.99	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
142913	2113078	32	ELECTRIFICACION DEL CENTRO DE INVESTIGACION Y CAPACITACION FORESTAL MACUYA-UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	672,221.00	20,000.00	NO PROGRAMABLE	CON ET NO VIGENTE
157328	2134816	33	EQUIPAMIENTO CON UNIDAD MOVIL AL CENTRO DE INVESTIGACION FORESTAL MACUYA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINC	PROYECTO	171,850.00	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
172877	2216963	34	MEJORAMIENTO E IMPLEMENTACION DEL CENTRO DE CAPACITACION EN TECNOLOGIA DE PRODUCCION DE LECHE Y VALOR AGREGADO EN LA UNU	PROYECTO	431,000.00	431,066.00	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION (Regularizar costo de inversión)
201598	2171550	35	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DEL CENTRO DE COMPUTACION E INFORMATICA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO CALLERIA, PROVINCIA CORO	PROYECTO	634,012.63	11,000.00	NO PROGRAMABLE	CON ET NO VIGENTE
215807	2169277	36	CREACION DE UNA PISCINA SEMI-OLIMPICA PARA LOS SERVICIOS COMPLEMENTARIOS EDUCATIVOS EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO DE CALLERA	PROYECTO	978,386.73	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
248837	2194994	37	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS GENERALES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, DEPARTAMENT	PROYECTO	461,265.08	11,500.00	NO PROGRAMABLE	CON ET NO VIGENTE
303541	2321539	38	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE DRENAJE PLUVIAL Y ALCANTARILLADO DESDE LA AVENIDA TUPAC AMARU HASTA LA VIA DE EVITAMIENTO DE LA UNIVERSIDAD N	PROYECTO	791,062.92	-	NO PROGRAMABLE	EN FORMULACION
377176	2338272	39	MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DE LOS SERVICIOS DE LA LOSA DEPORTIVA MÚLTIPLE DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI	PROYECTO	5,756,986.20	36,400.00	NO PROGRAMABLE	EN ELABORACION DE ET
169221	2135203	40	IMPLEMENTACION Y EQUIPAMIENTO DEL PARANINFO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD -UNU	PROYECTO	74,404.90	74,404.90	NO PROGRAMABLE	EN EJECUCION CON ET REGISTRADO
			TOTAL DE LA INVERSION		**45,416,553.56**			

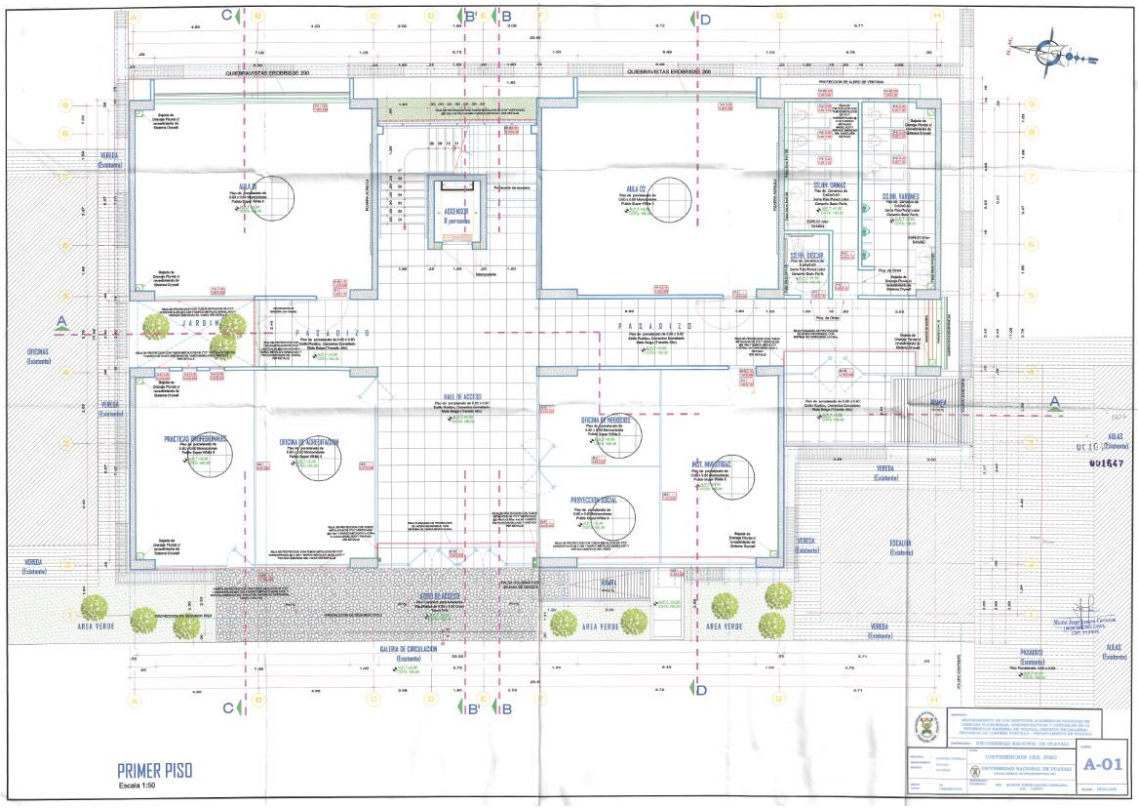
Elaboración Propia.

3.3.2. Muestra

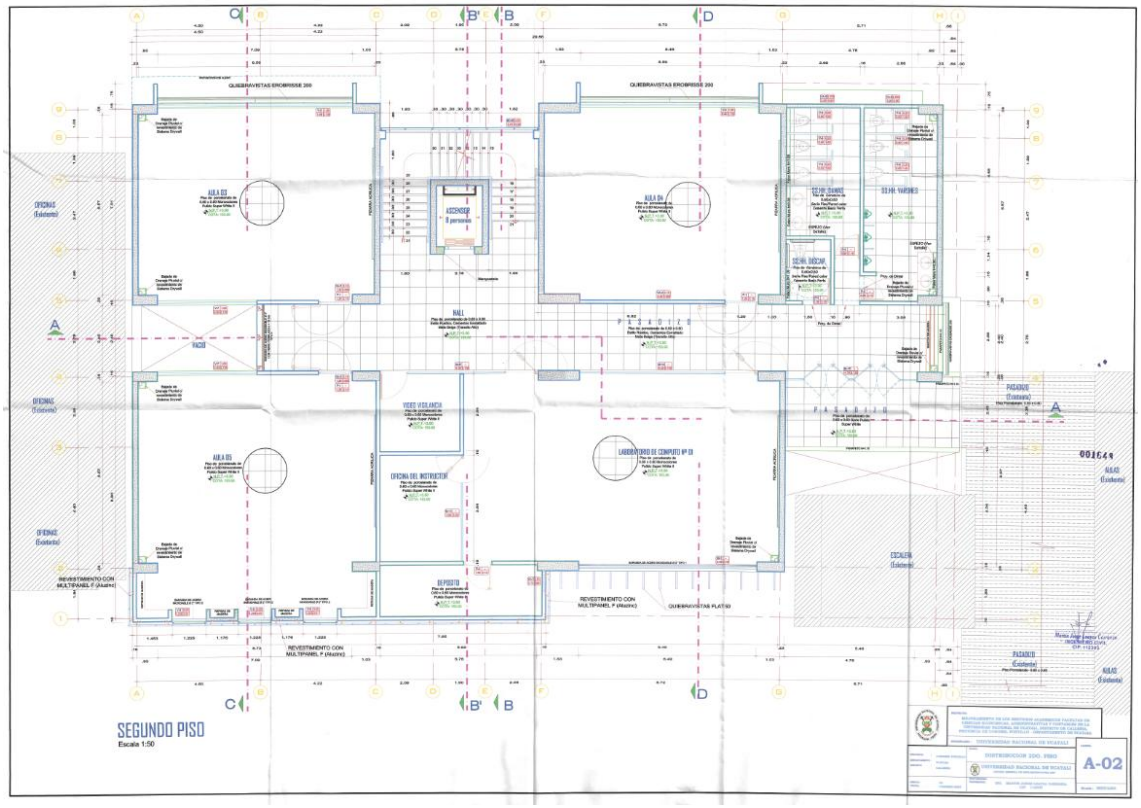
La Muestra es de carácter no Probabilística, por conveniencia o a juicio de valor y se eligió la ejecución de obra denominada "*MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN DE UCAYALI*", cuyo monto de inversión asciende a la suma de 9'539,530.83 (Nueve millones quinientos treinta y nueve mil quinientos treinta con 83/100 soles), se tuvo información sobre los planos de construcción del proyecto, detalles estructurales, las controversias y prestaciones adicionales de la obra generadas, esto se analizó en el marco en la metodología BIM.

Figura 4

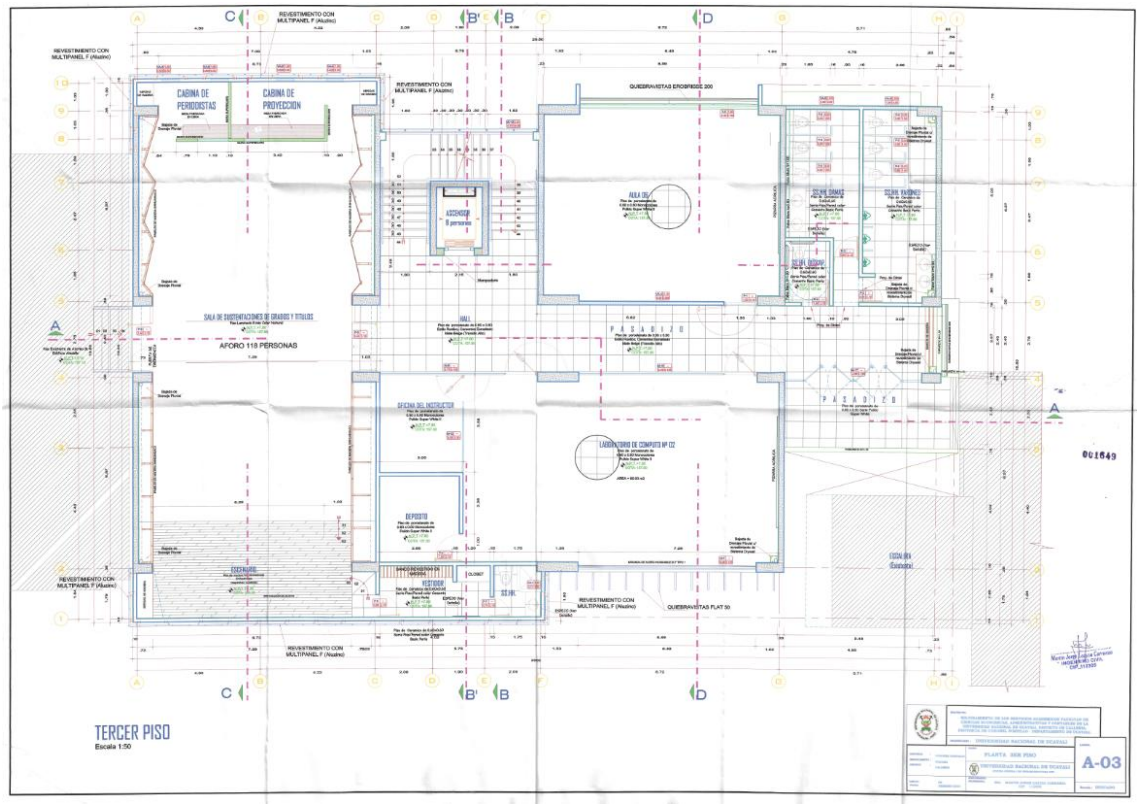
Planos de la especialidad de Arquitectura del proyecto.



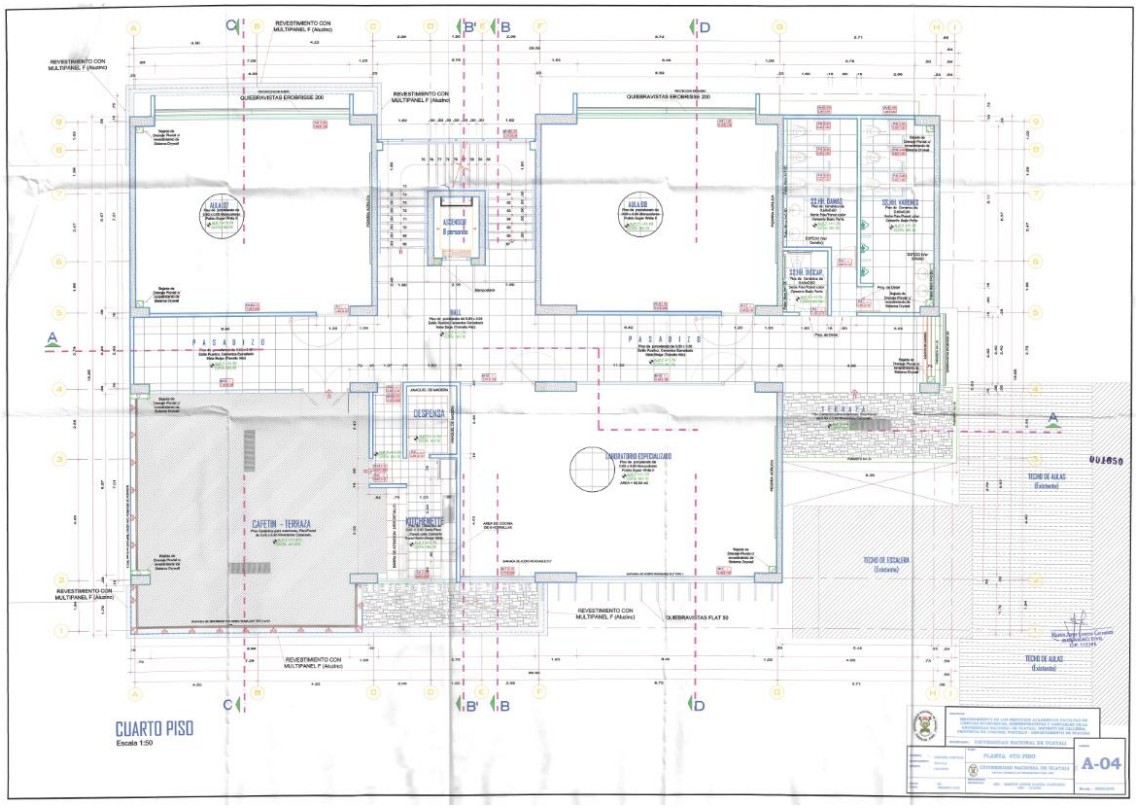
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



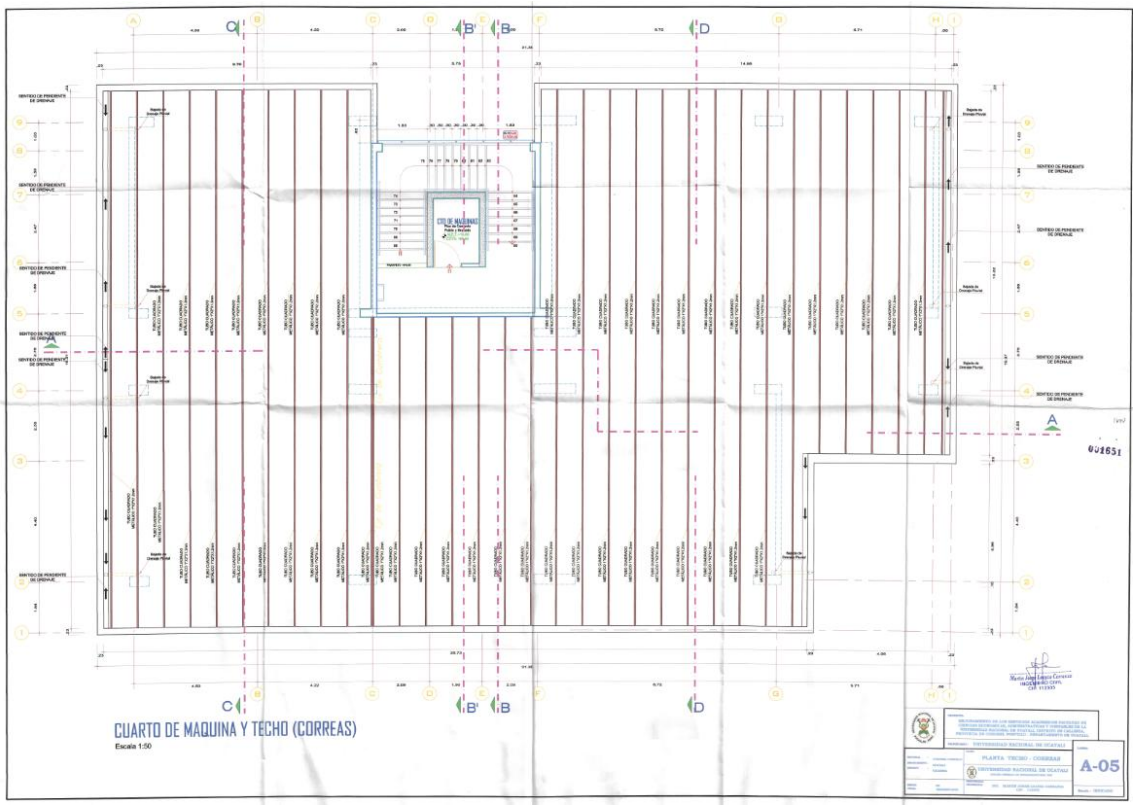
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



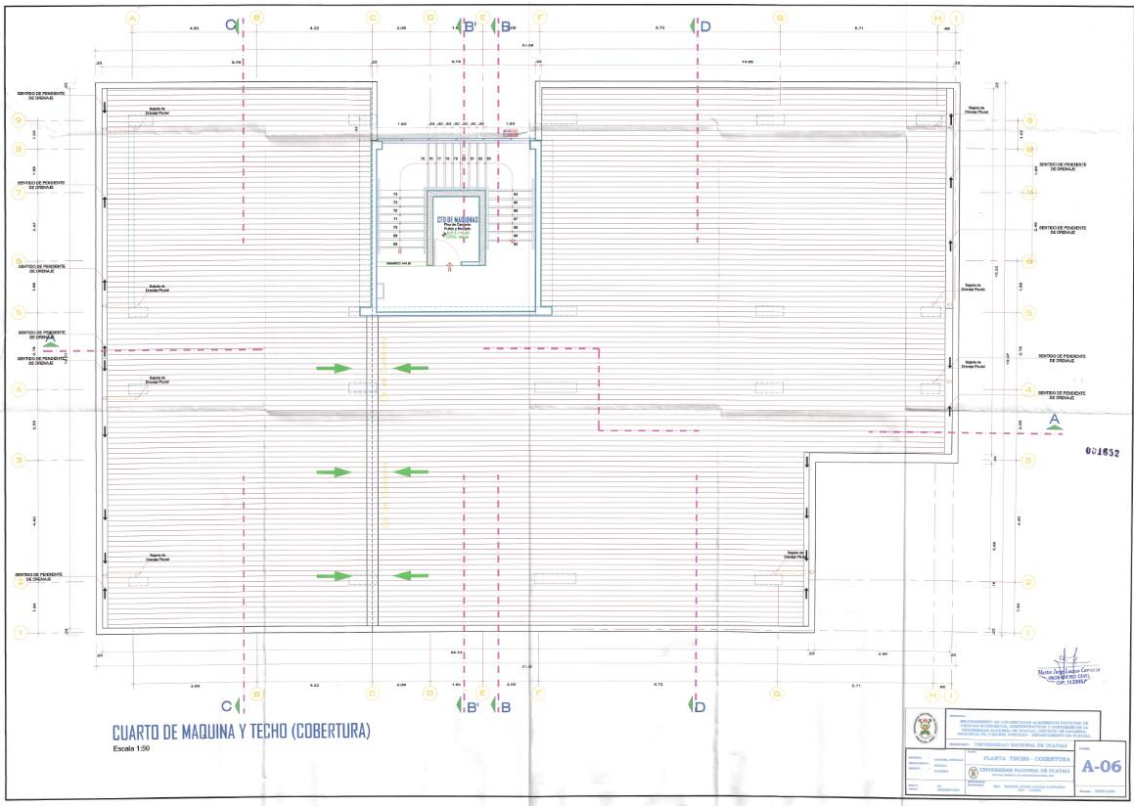
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



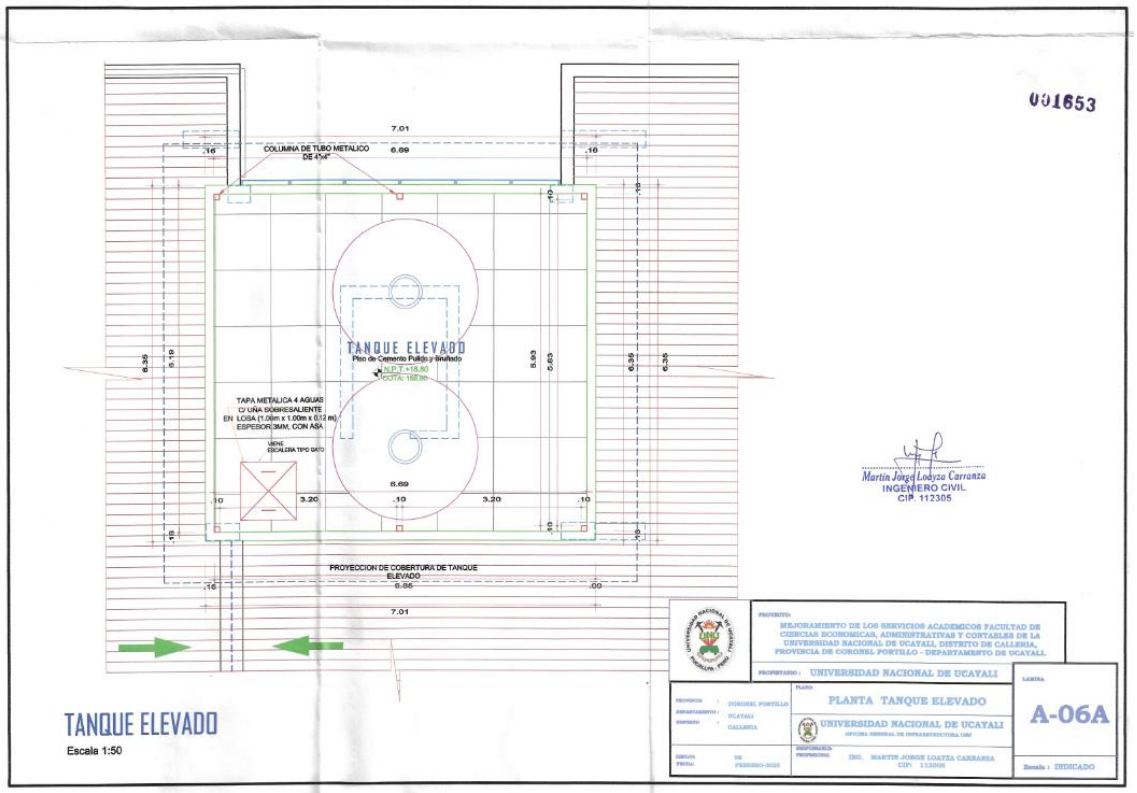
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



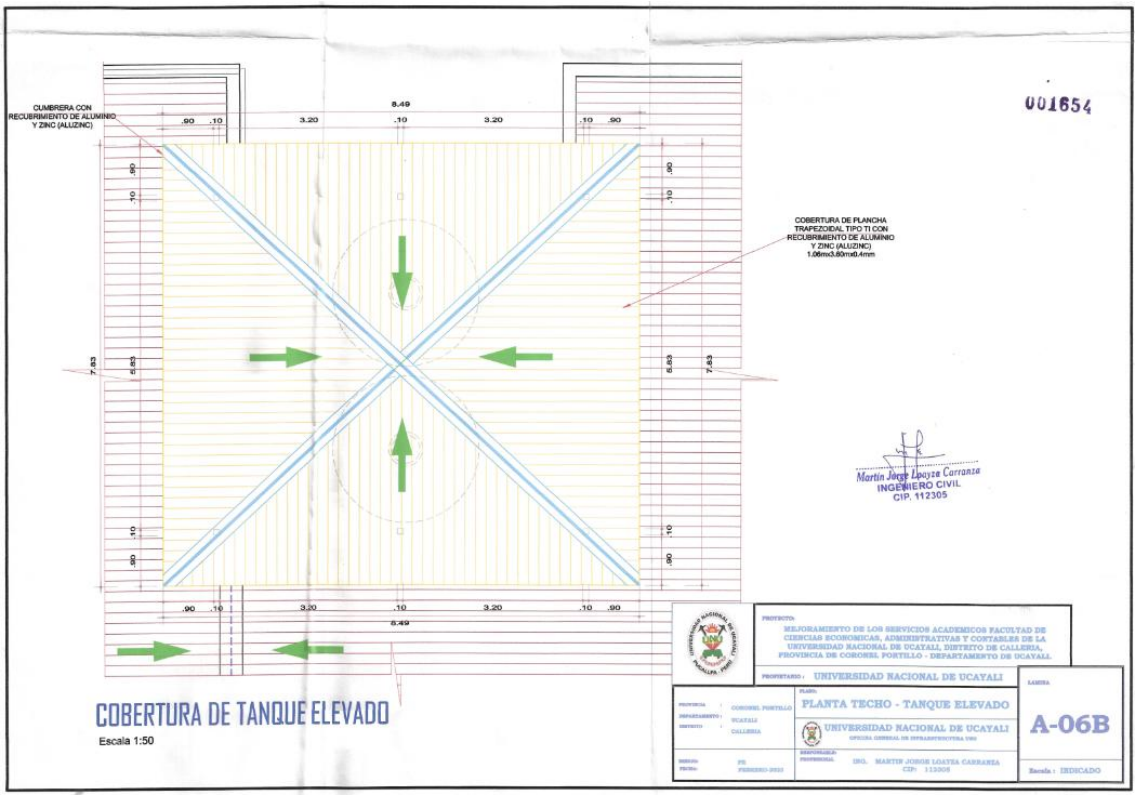
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



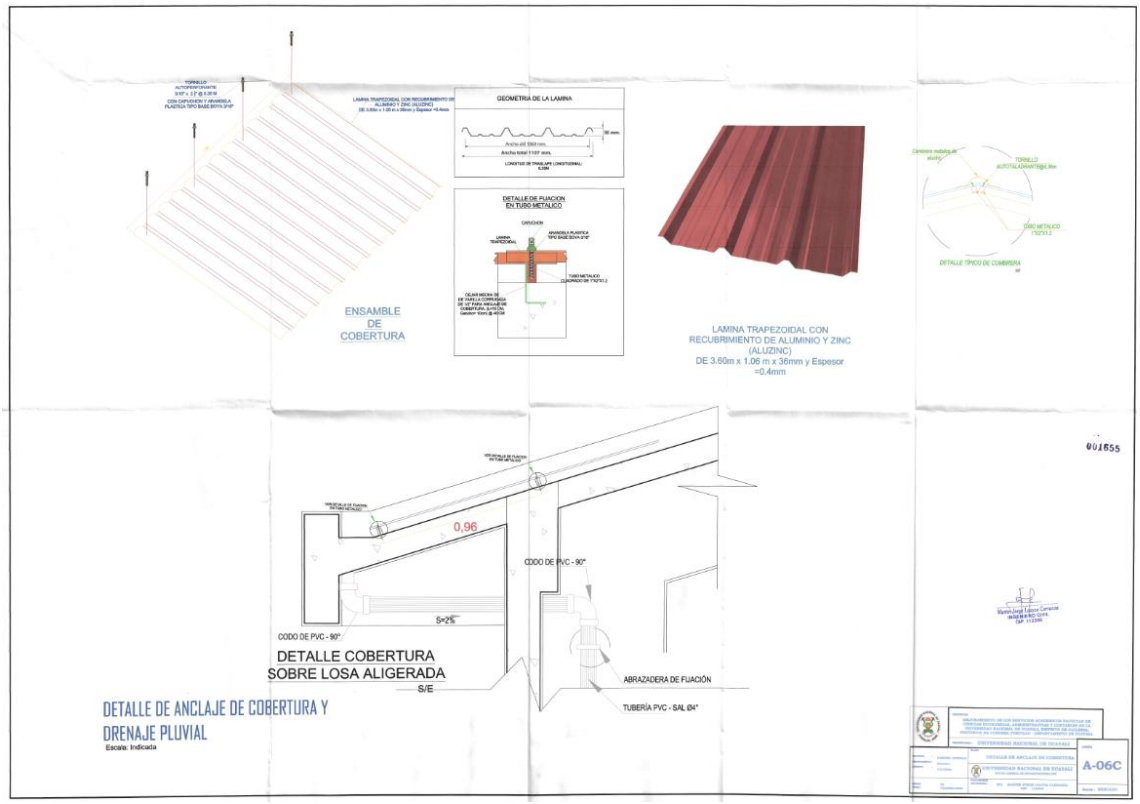
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



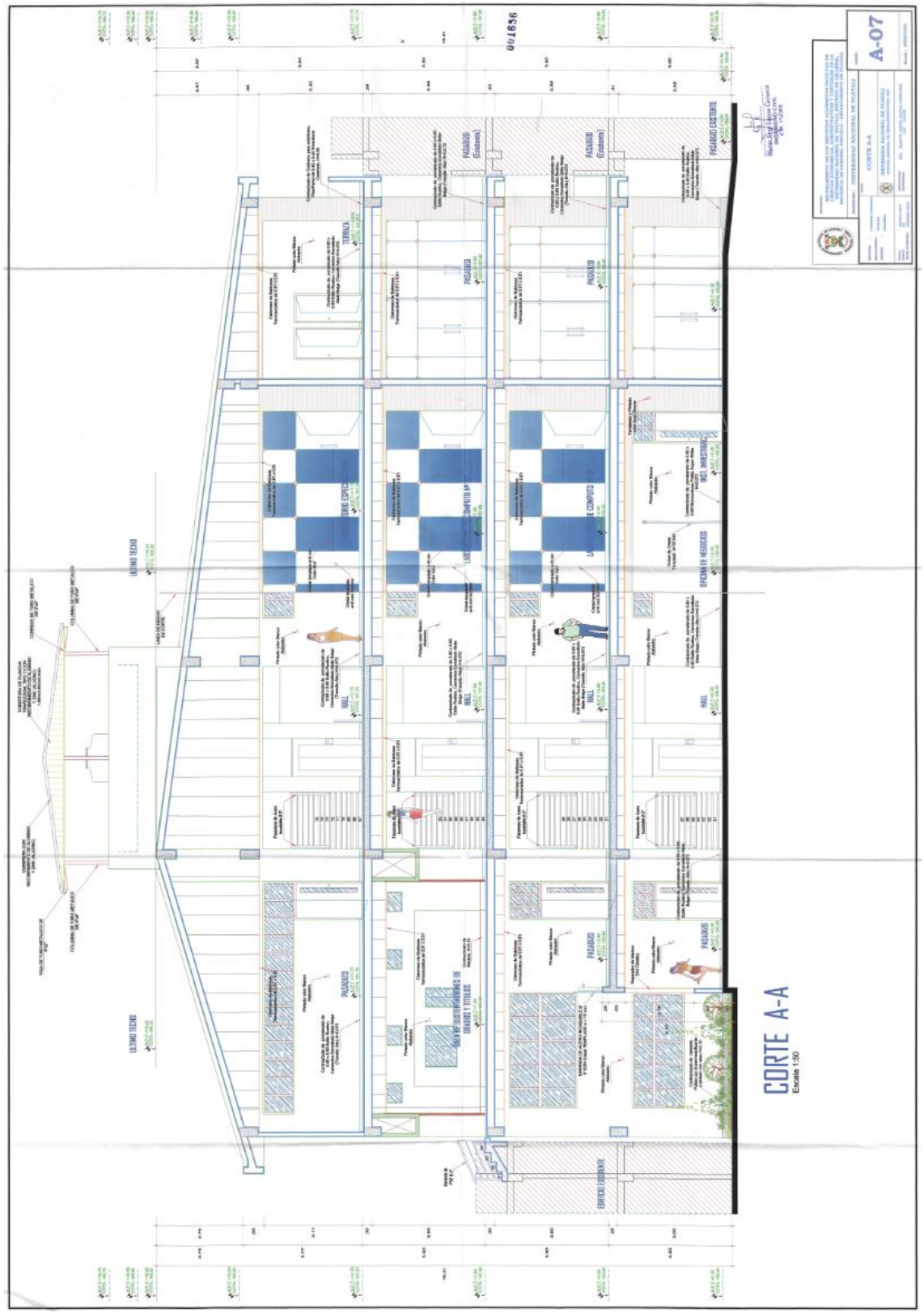
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



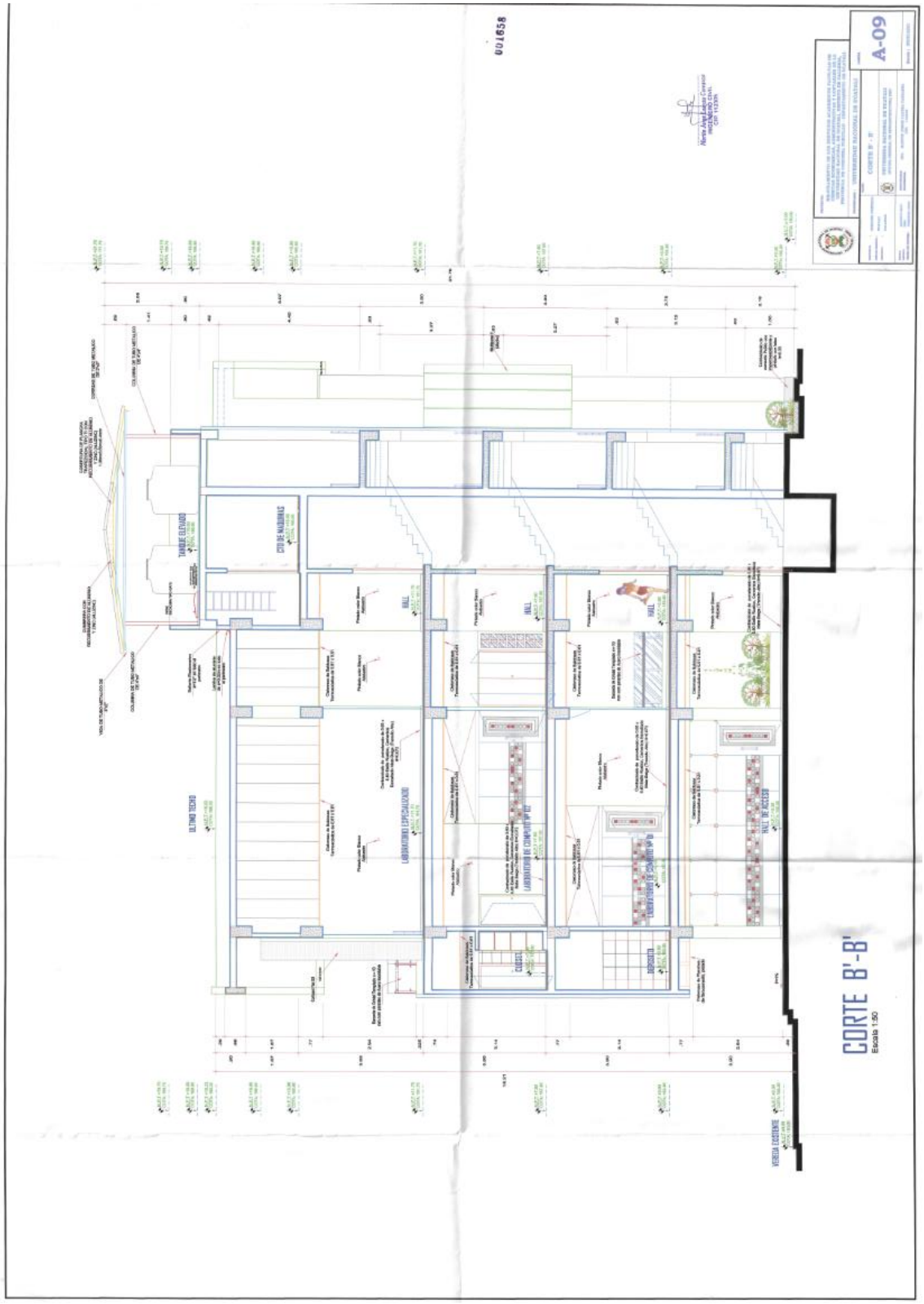
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



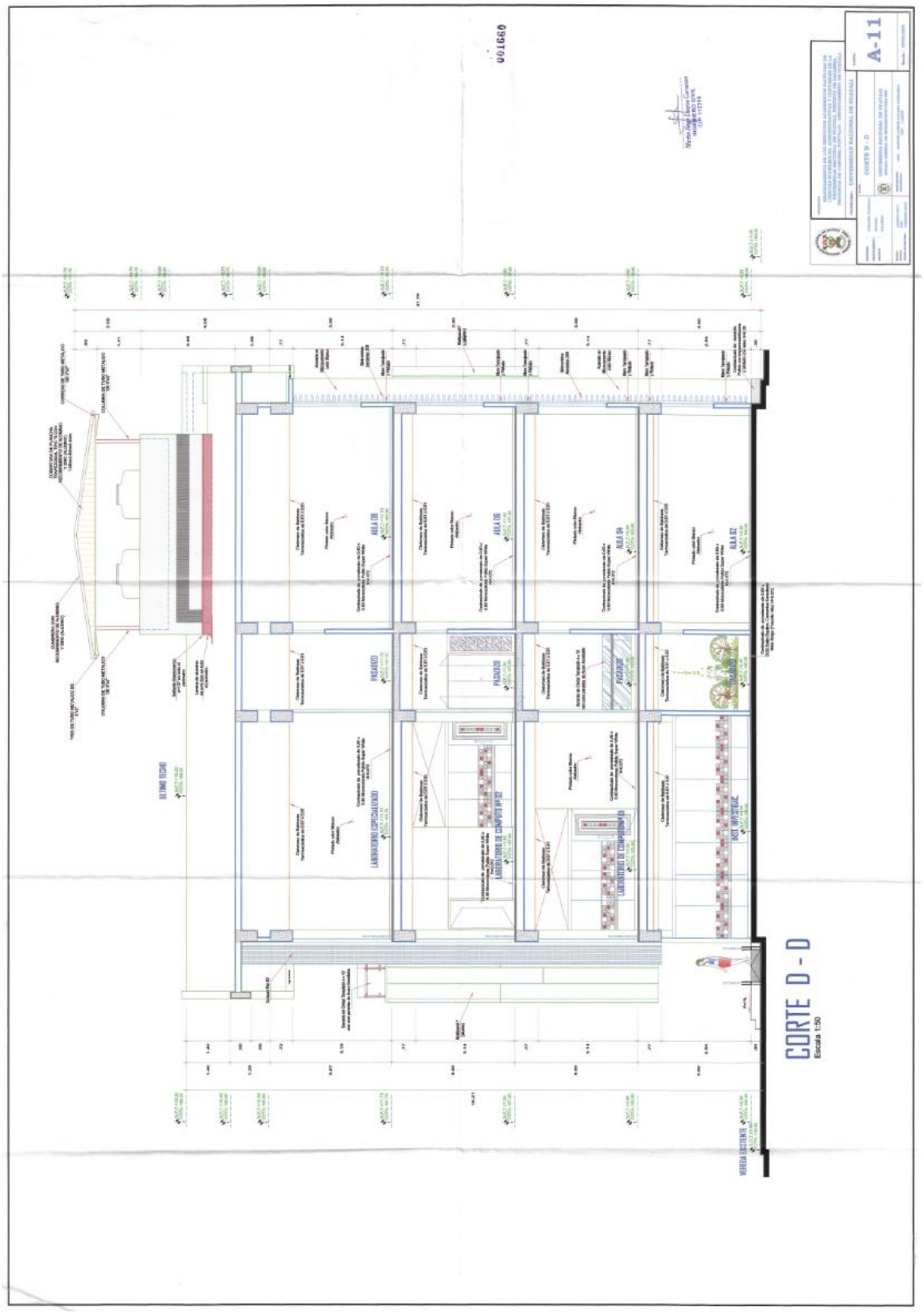
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



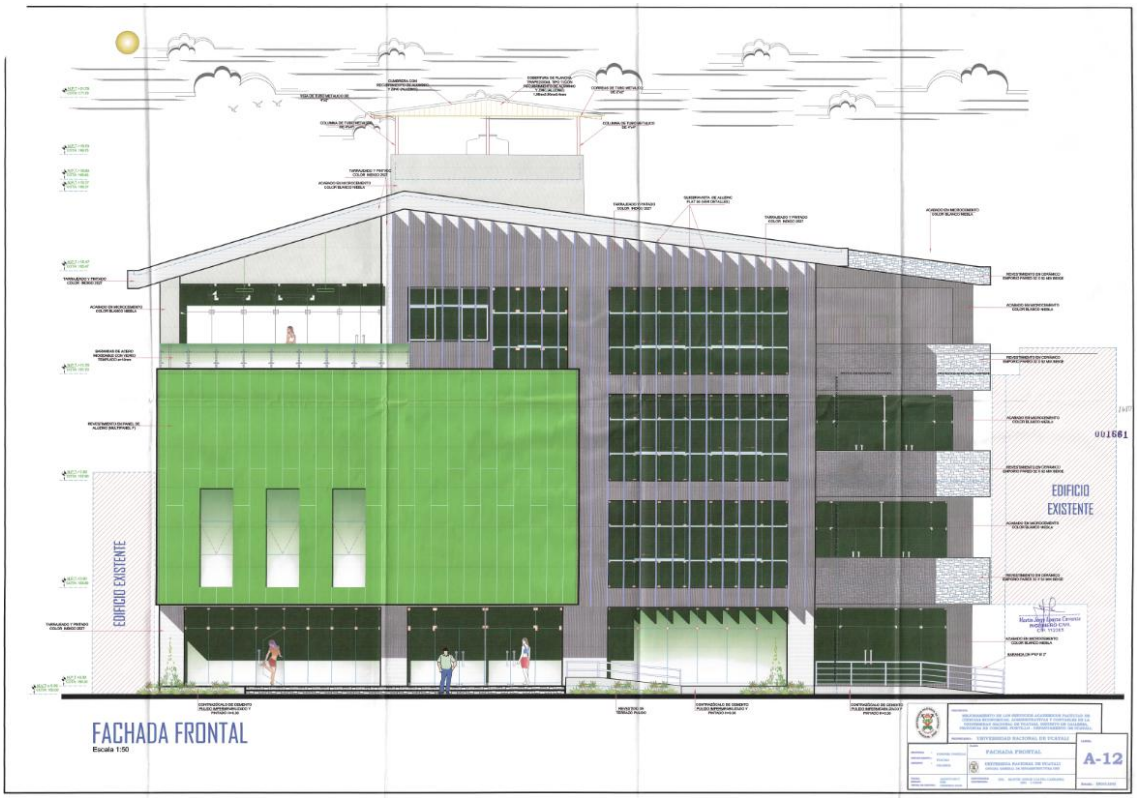
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



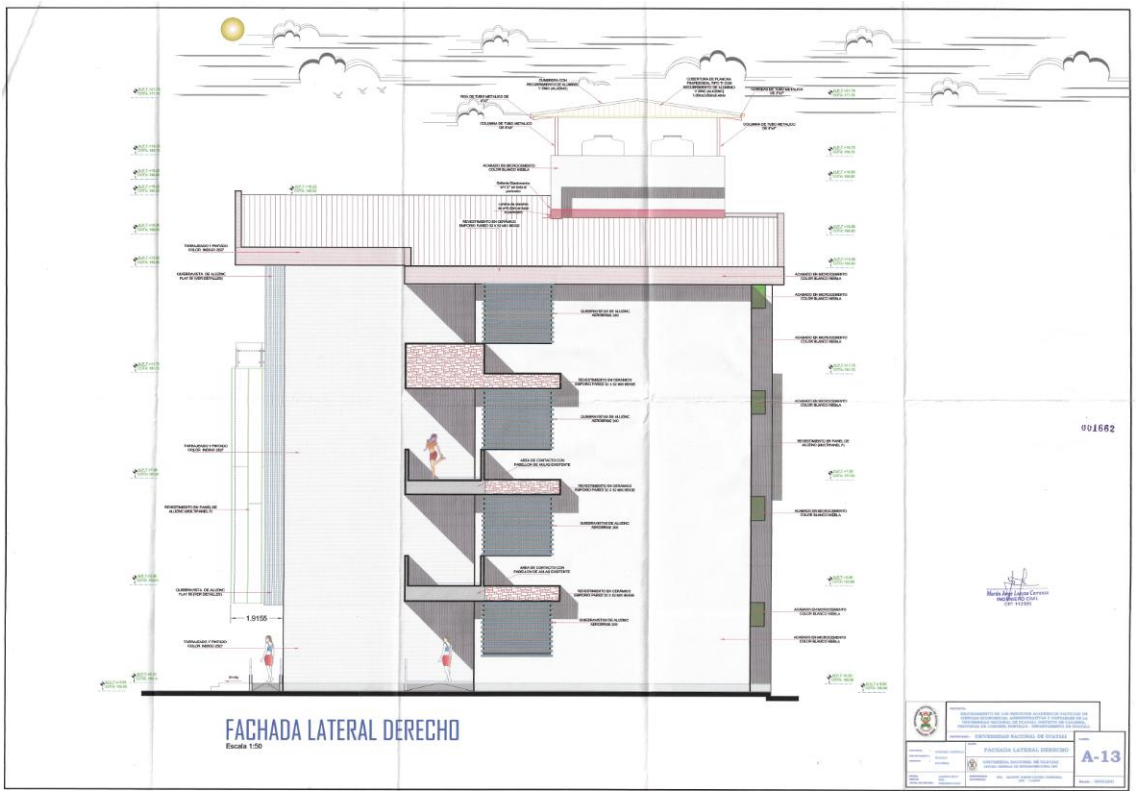
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



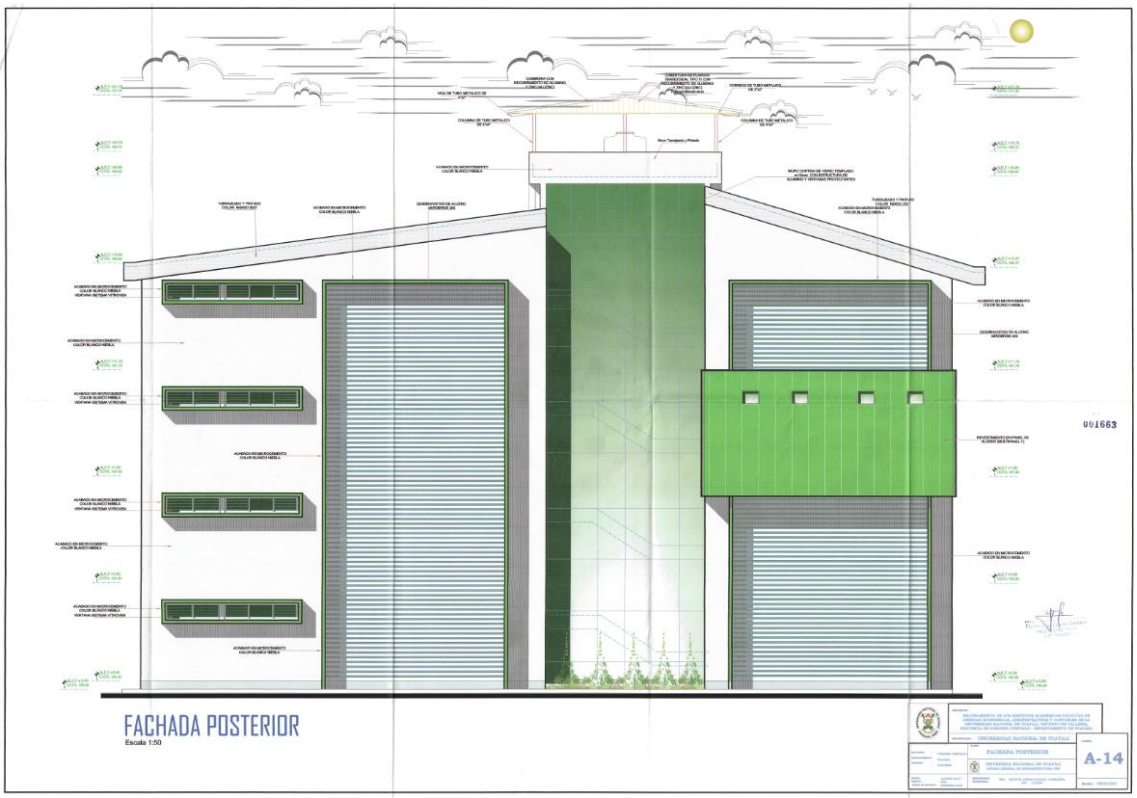
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



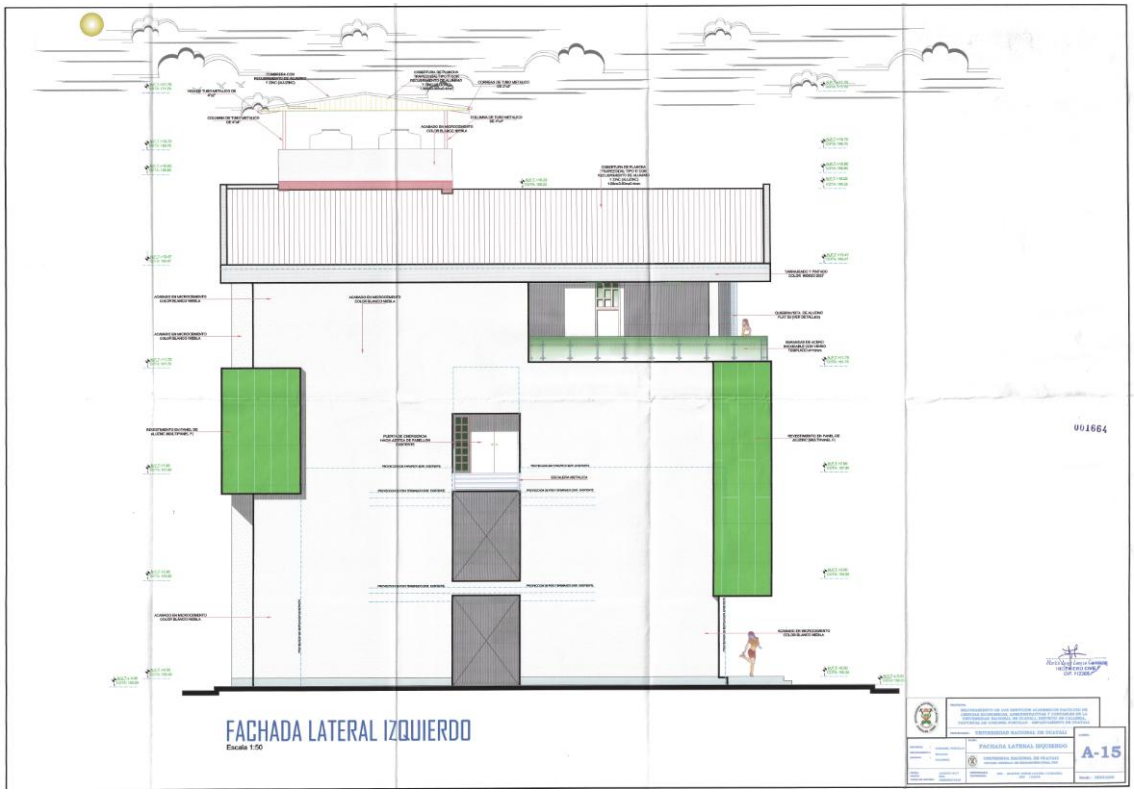
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



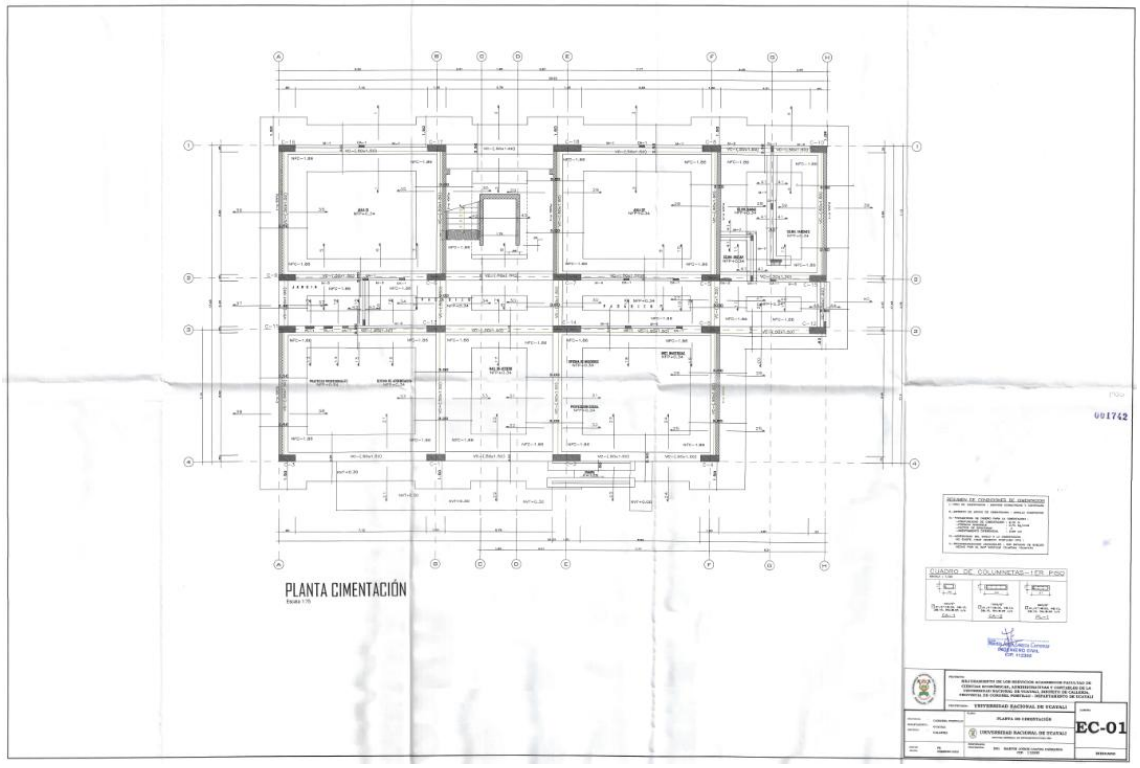
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



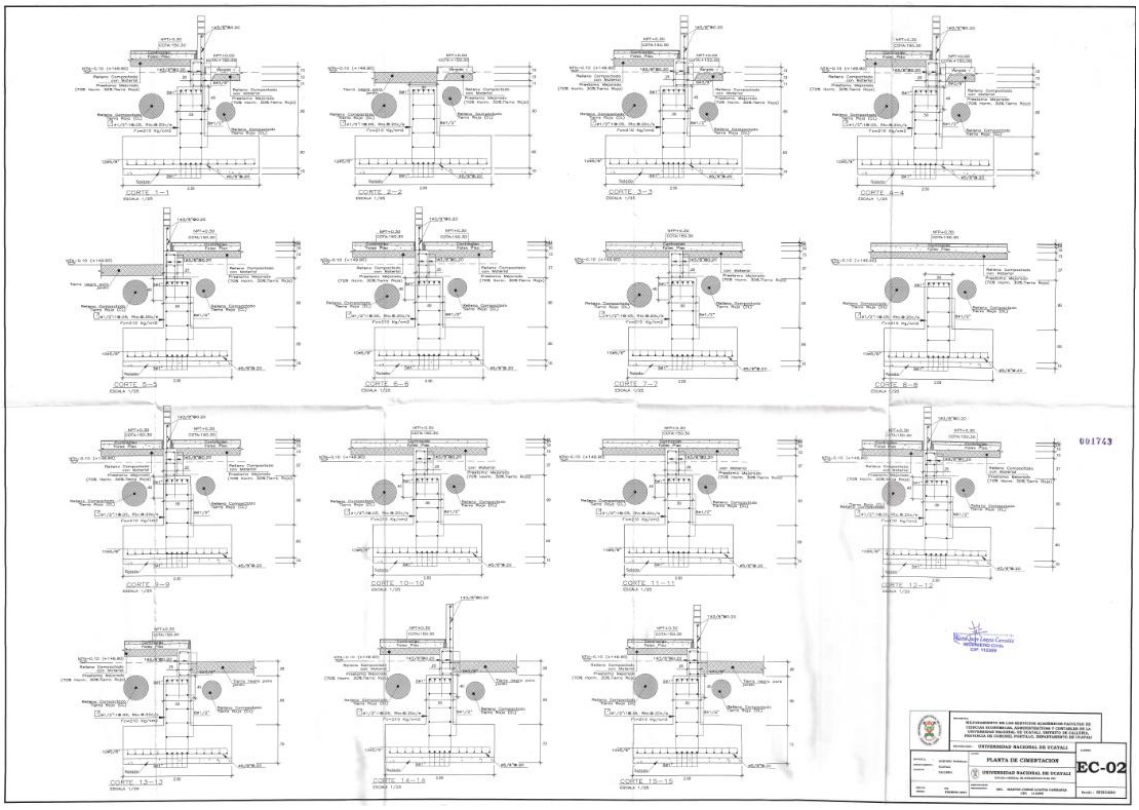
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.

Figura 5

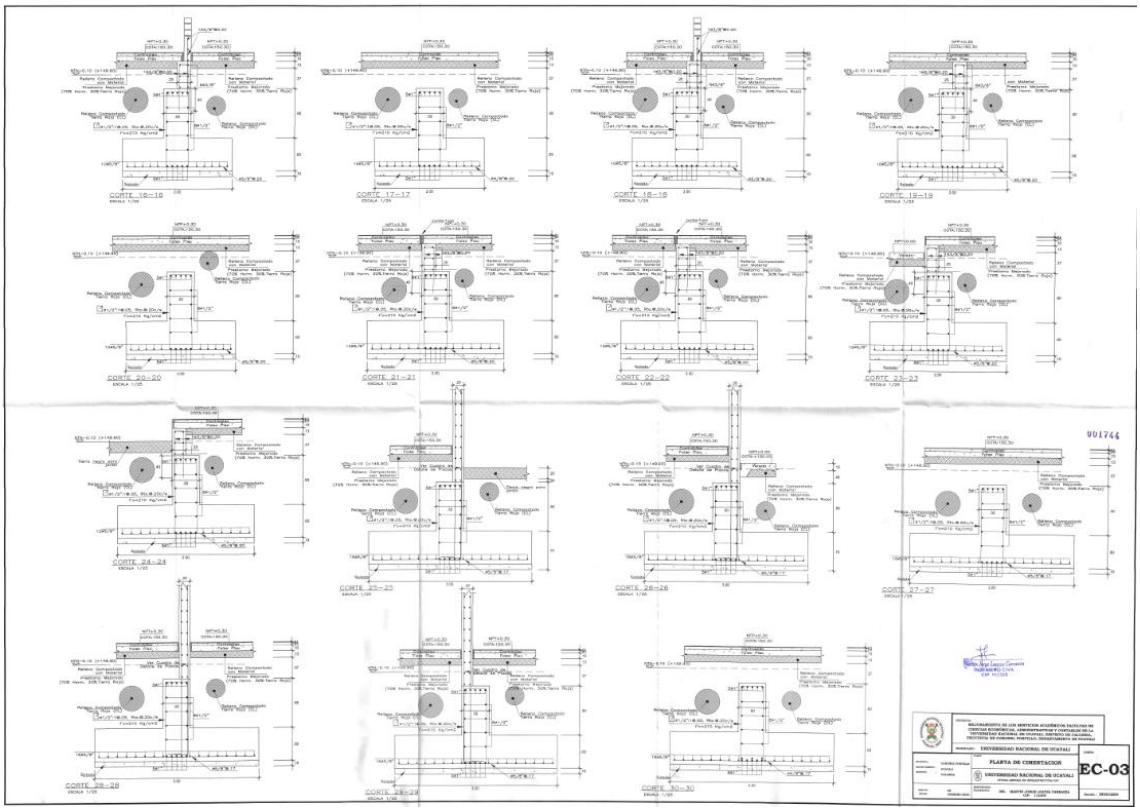
Planos de la especialidad de Estructuras del proyecto.



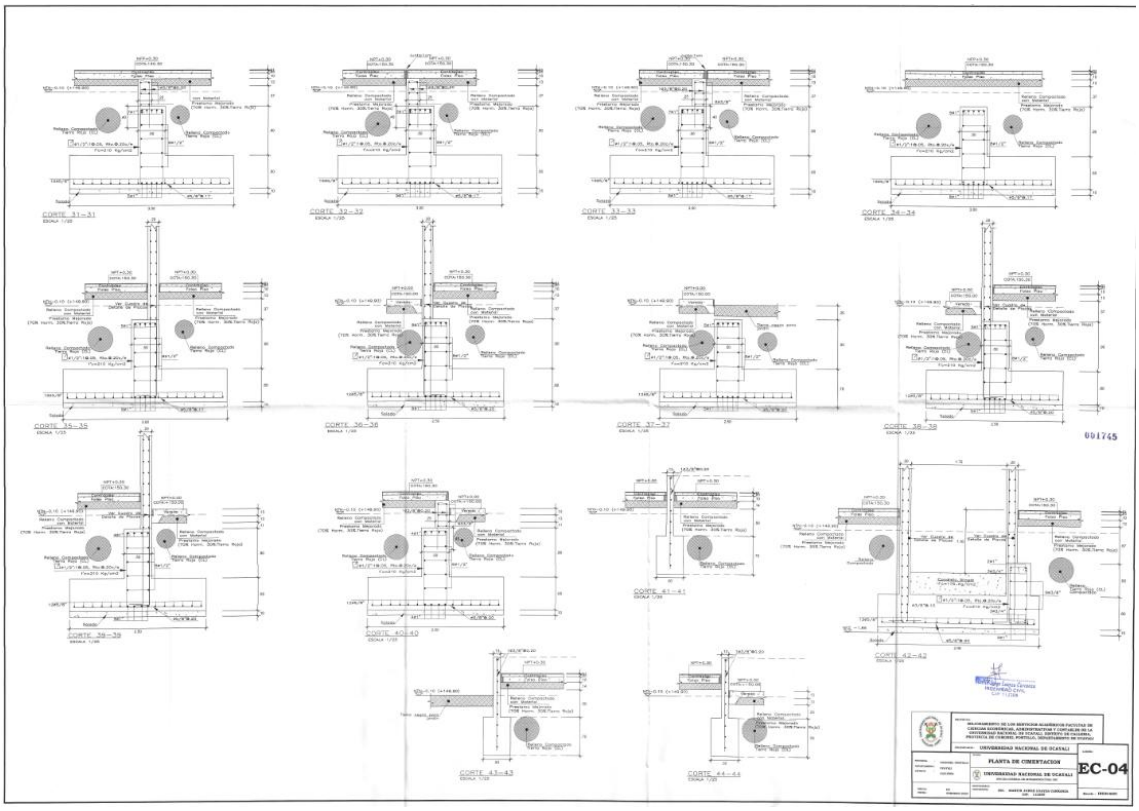
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



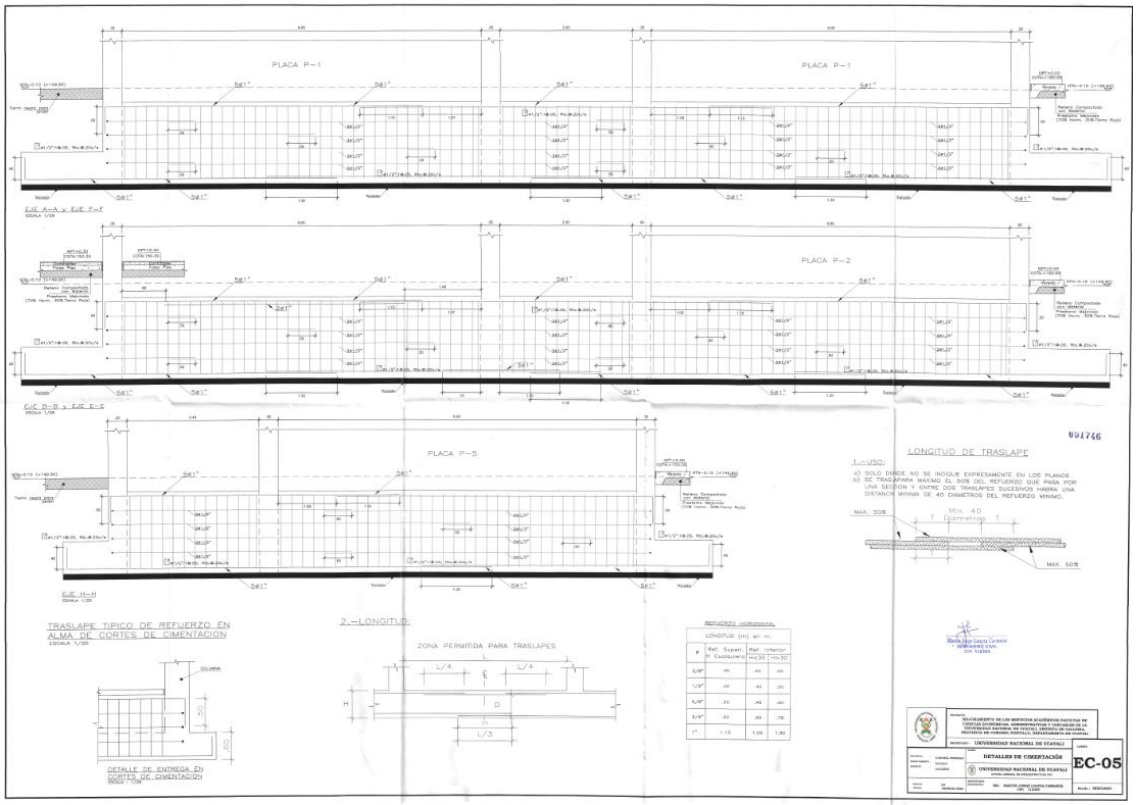
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



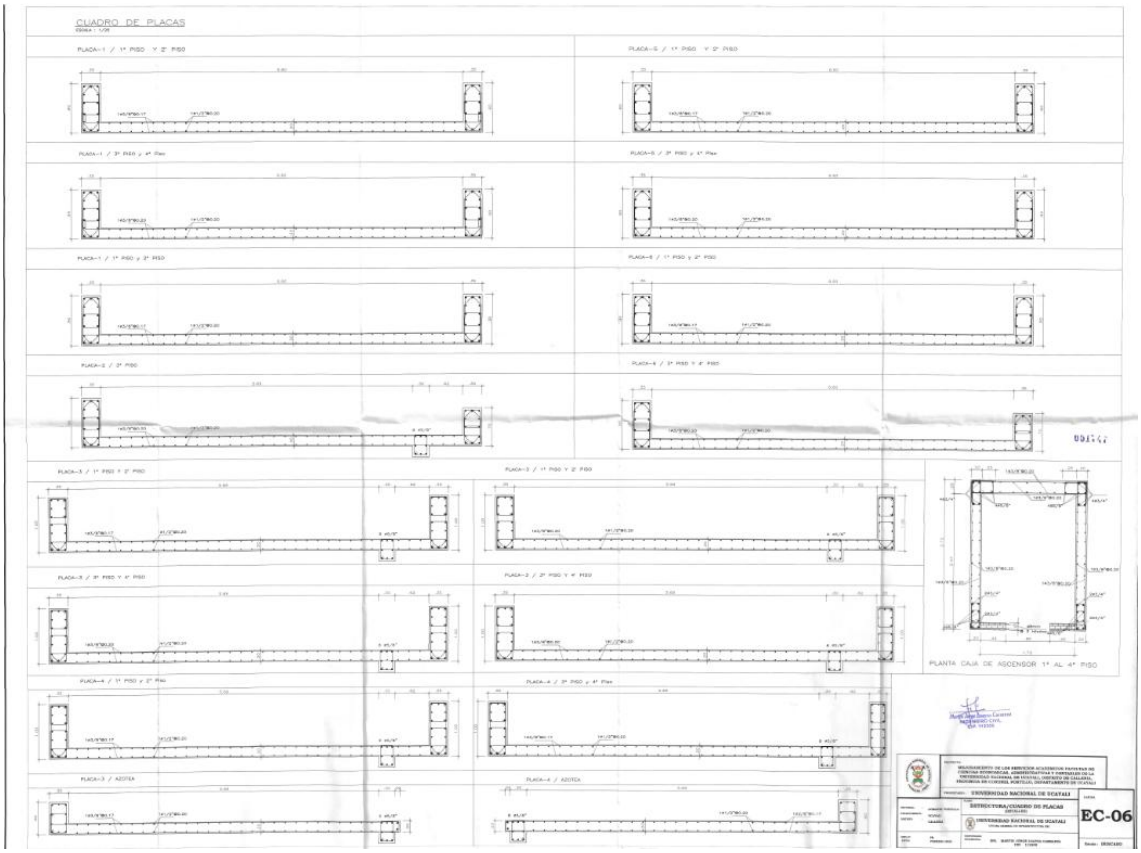
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



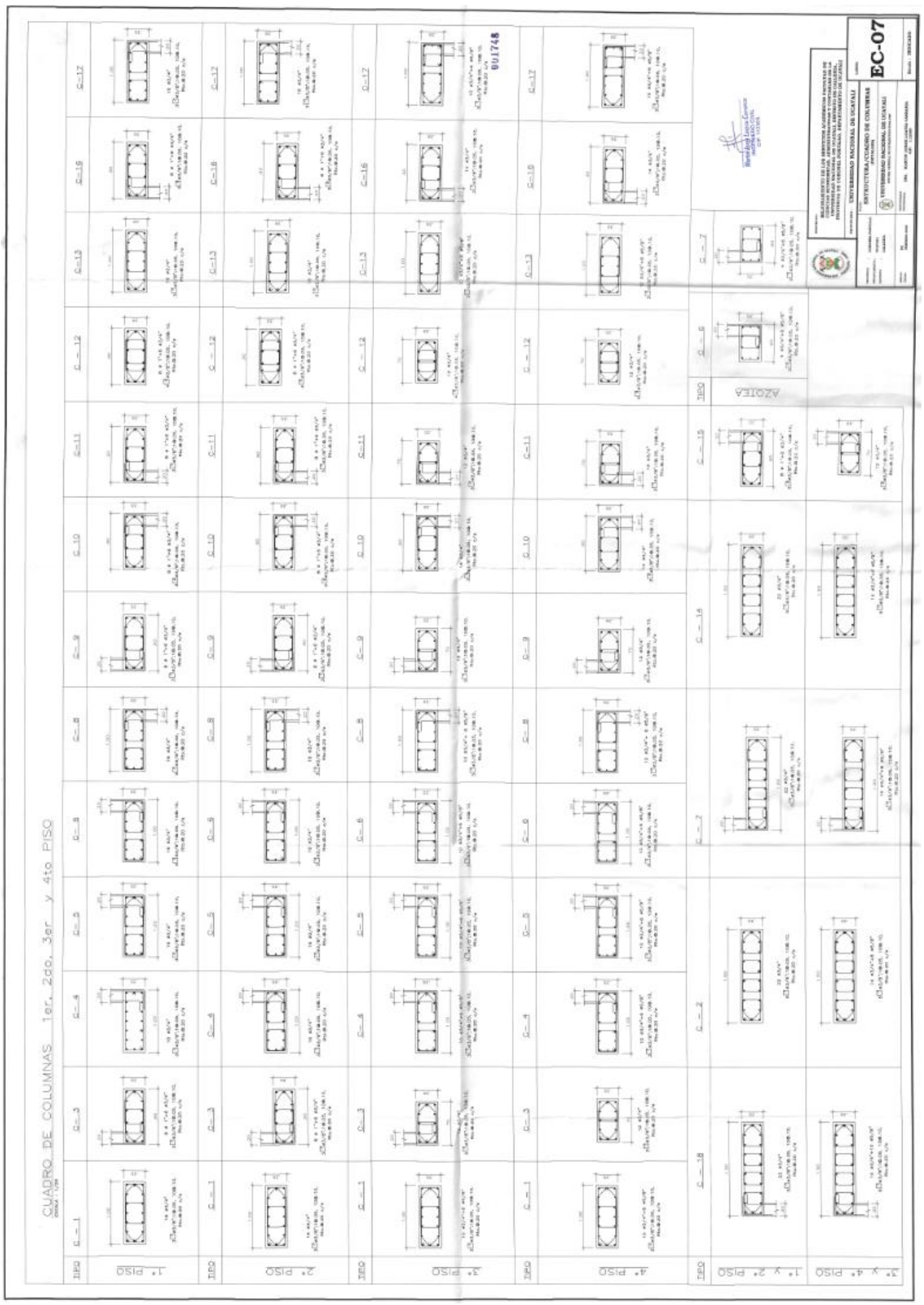
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



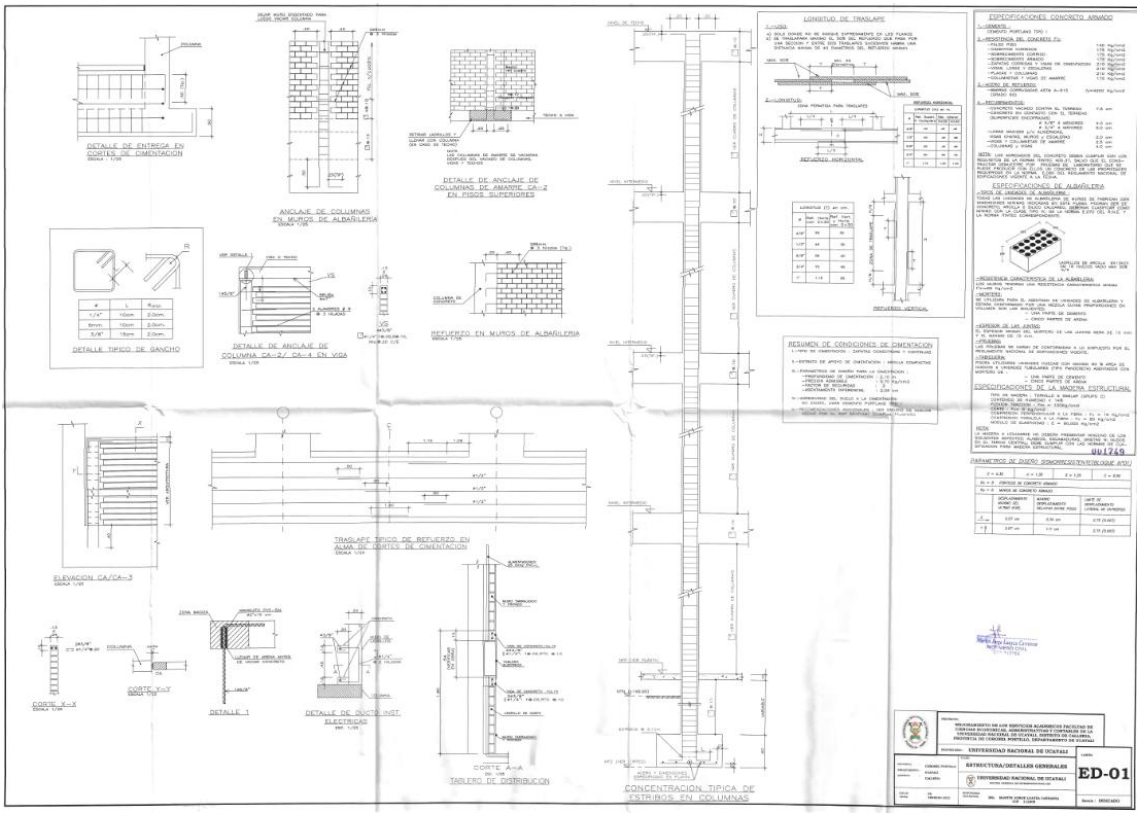
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



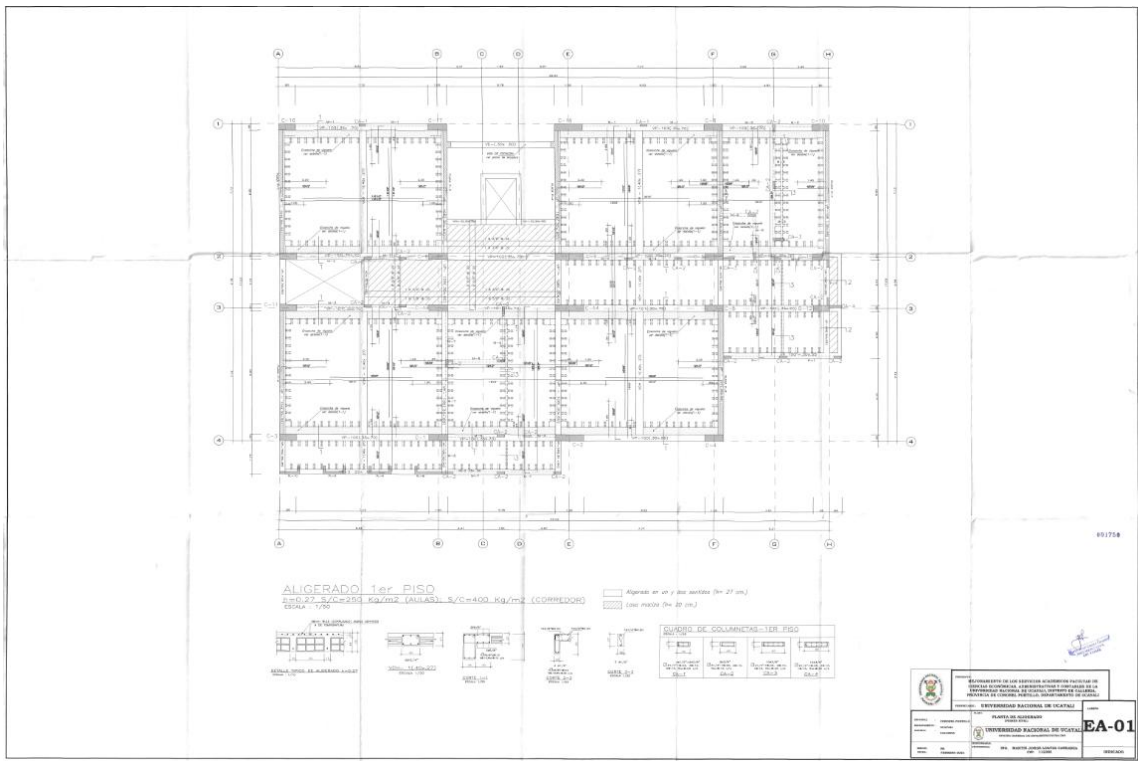
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



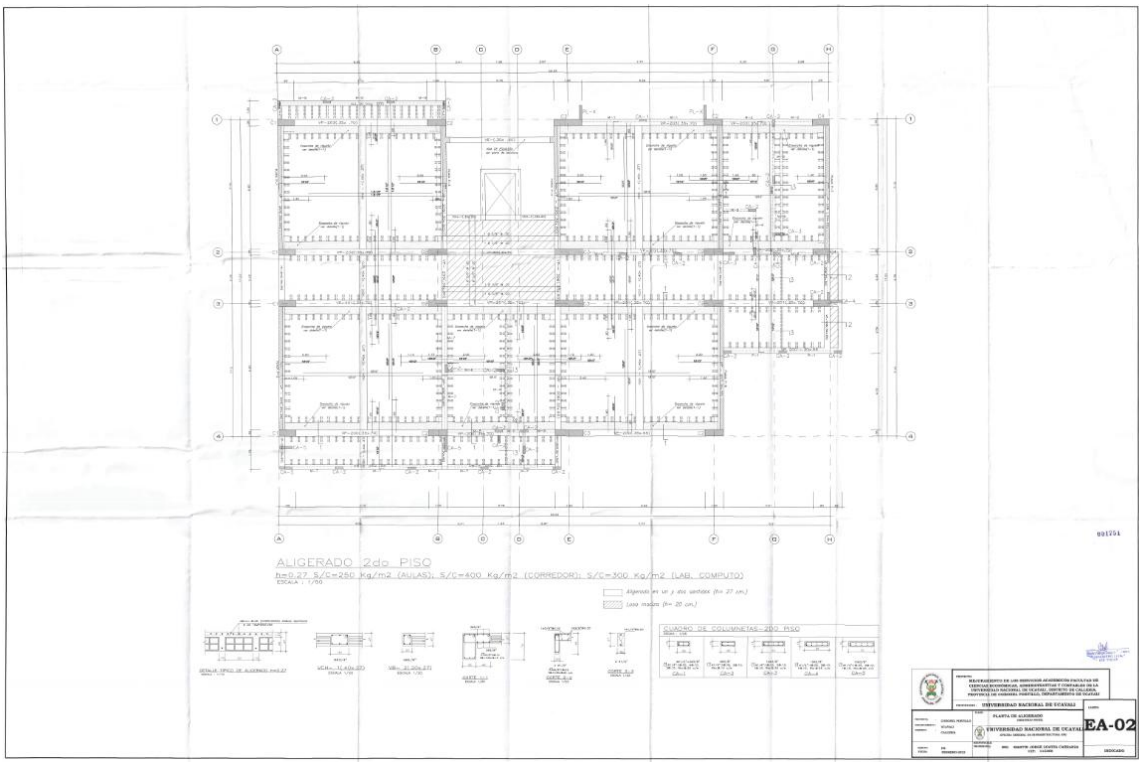
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



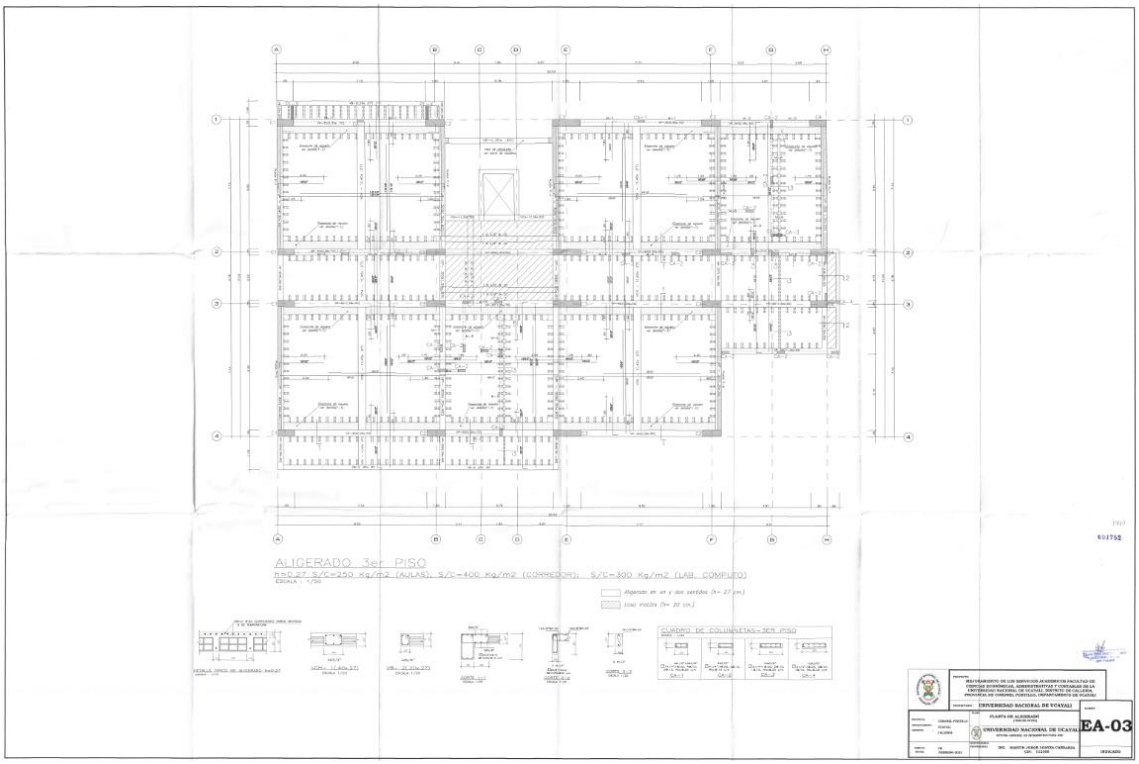
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



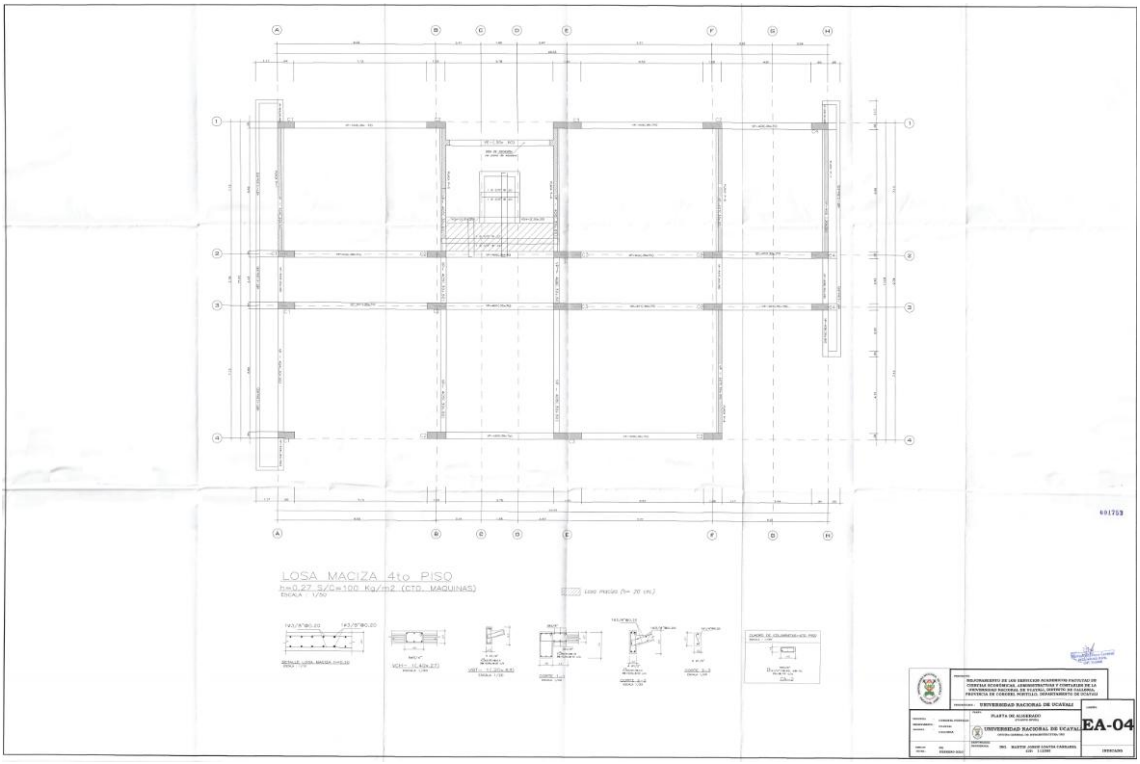
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



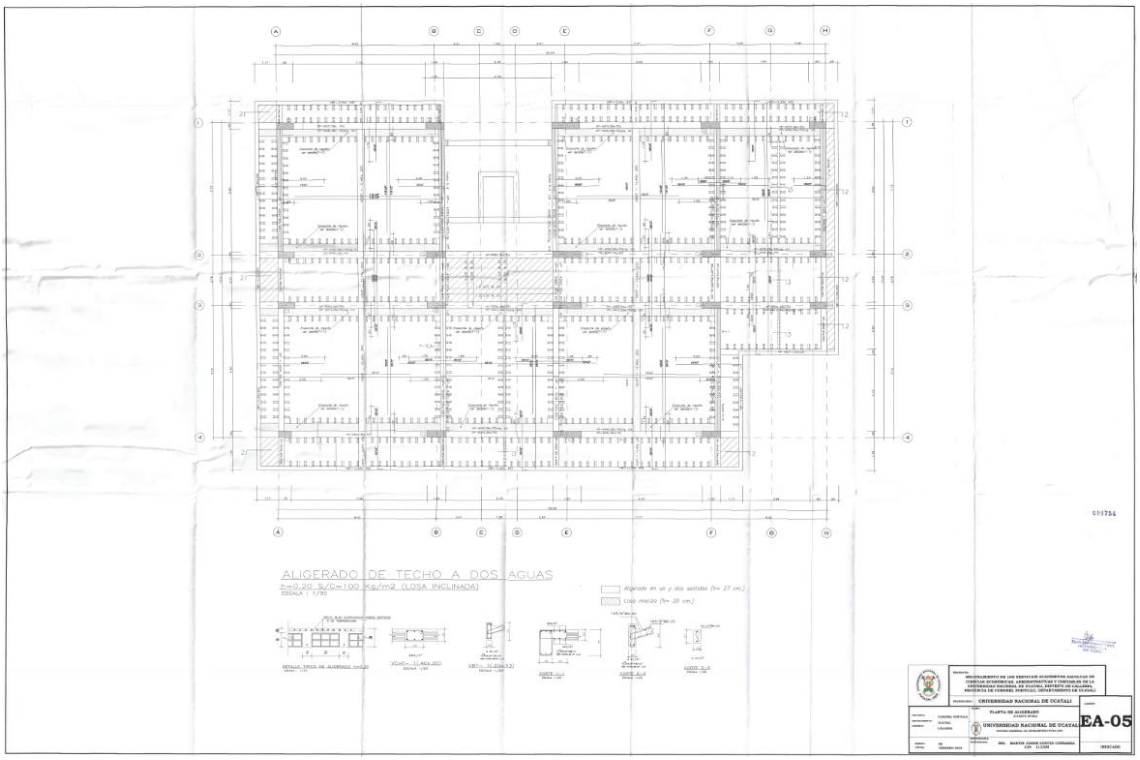
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



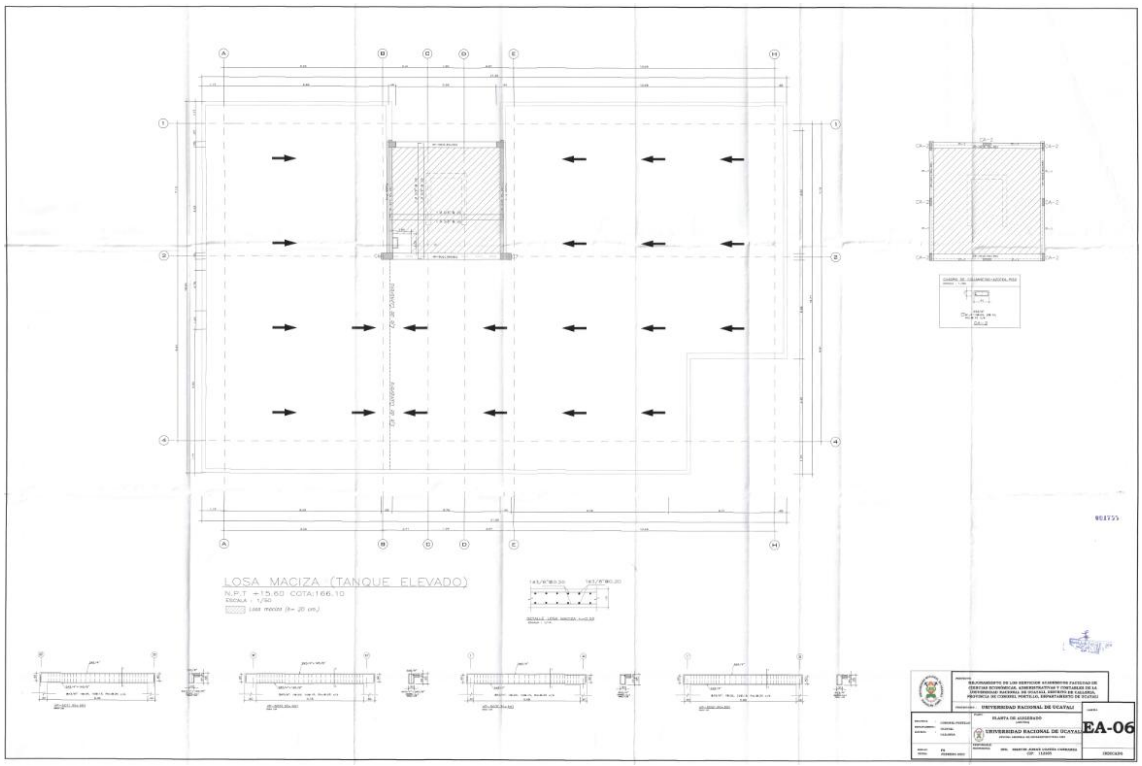
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



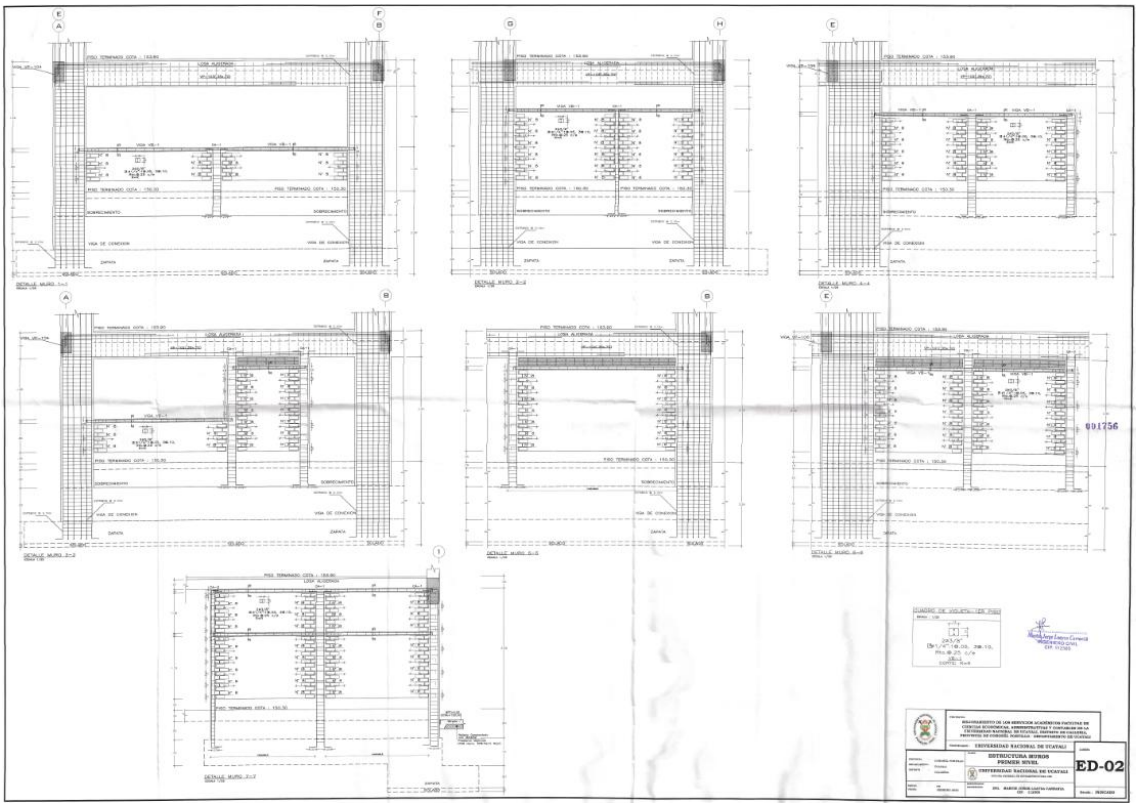
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



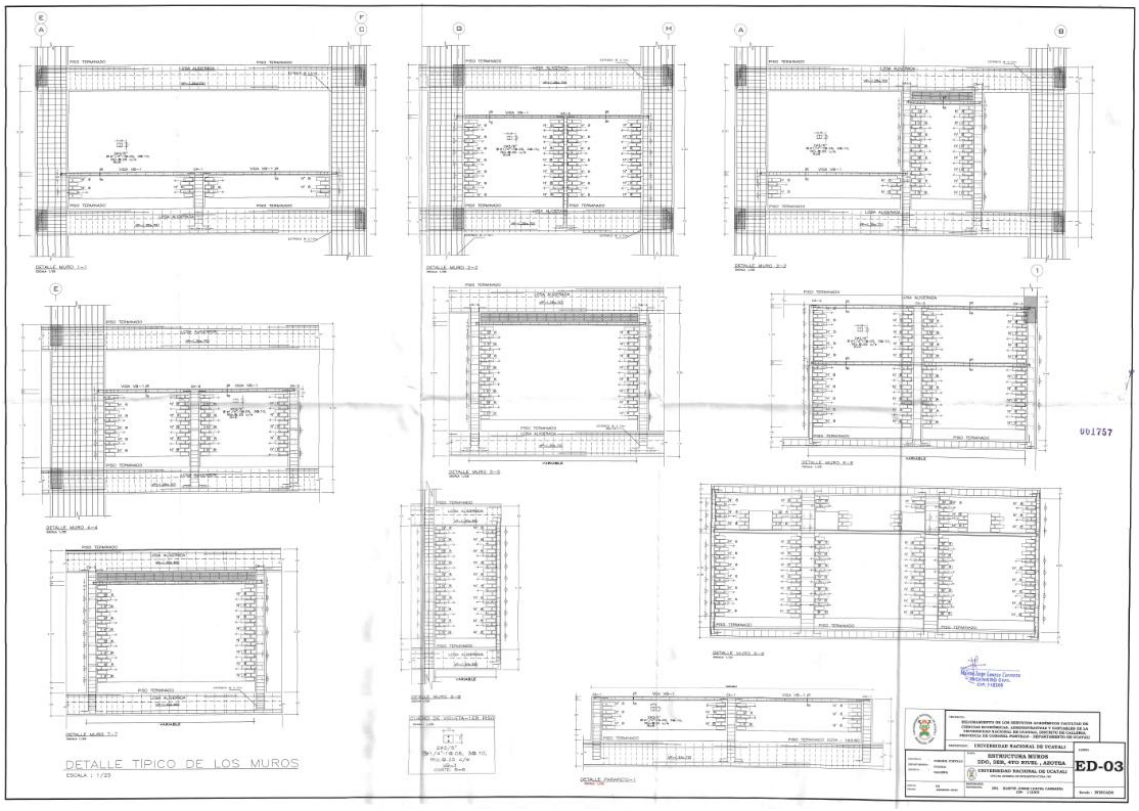
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



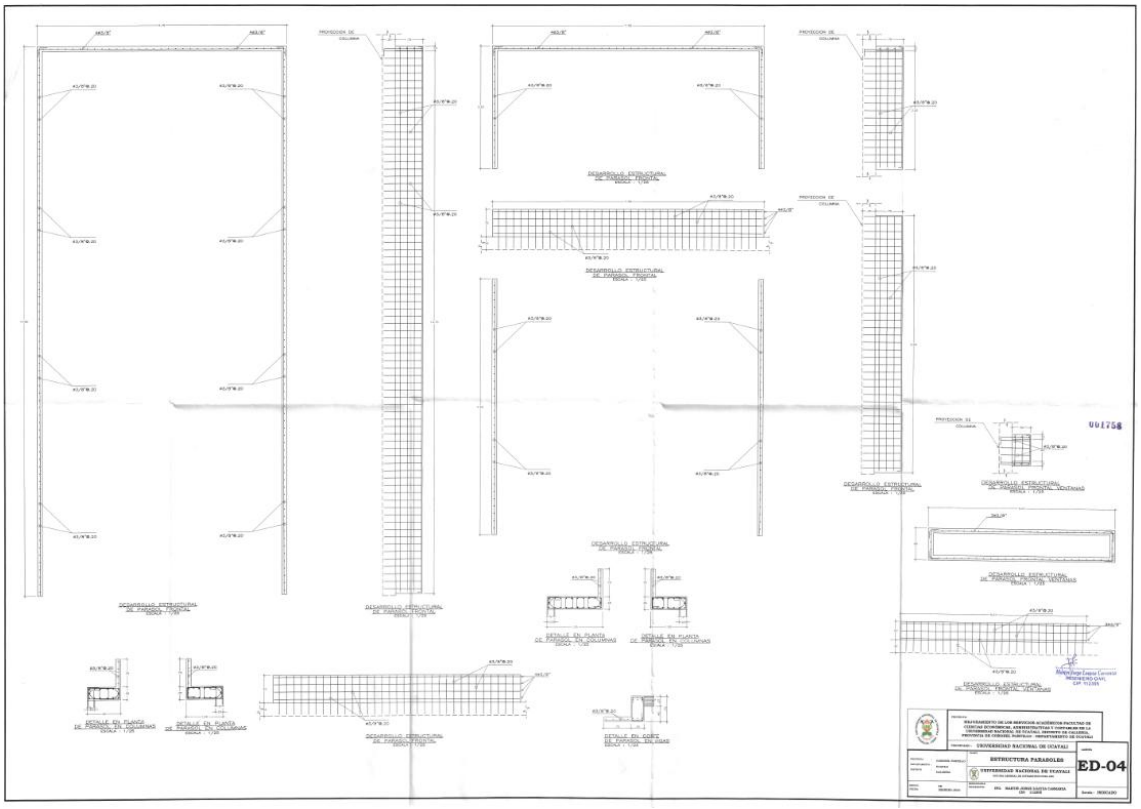
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



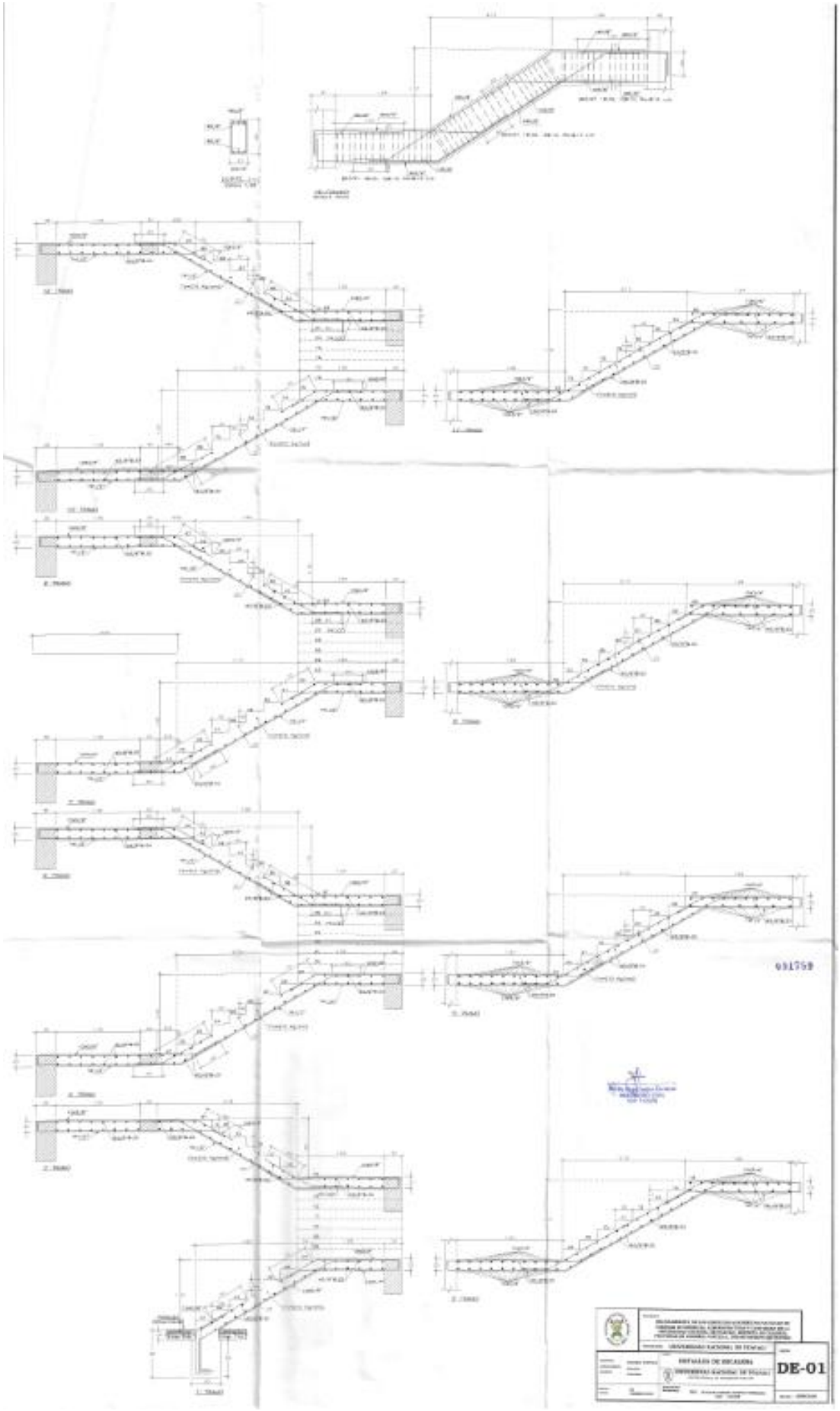
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



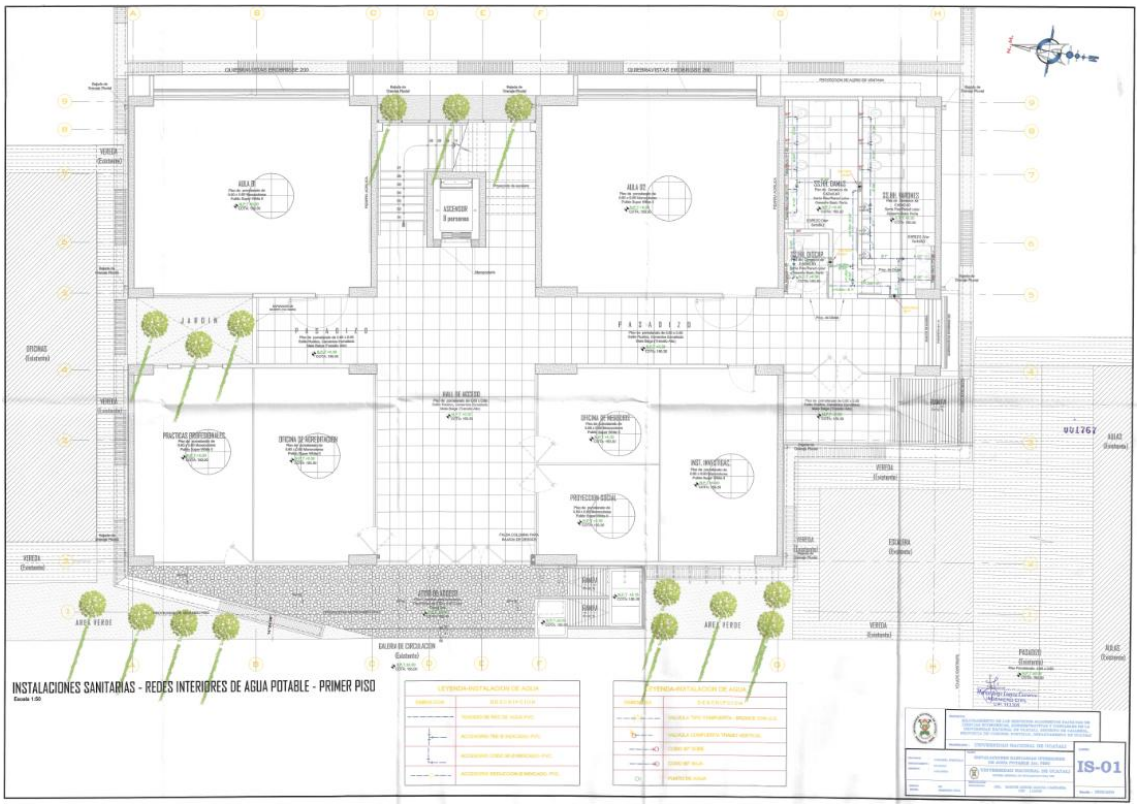
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



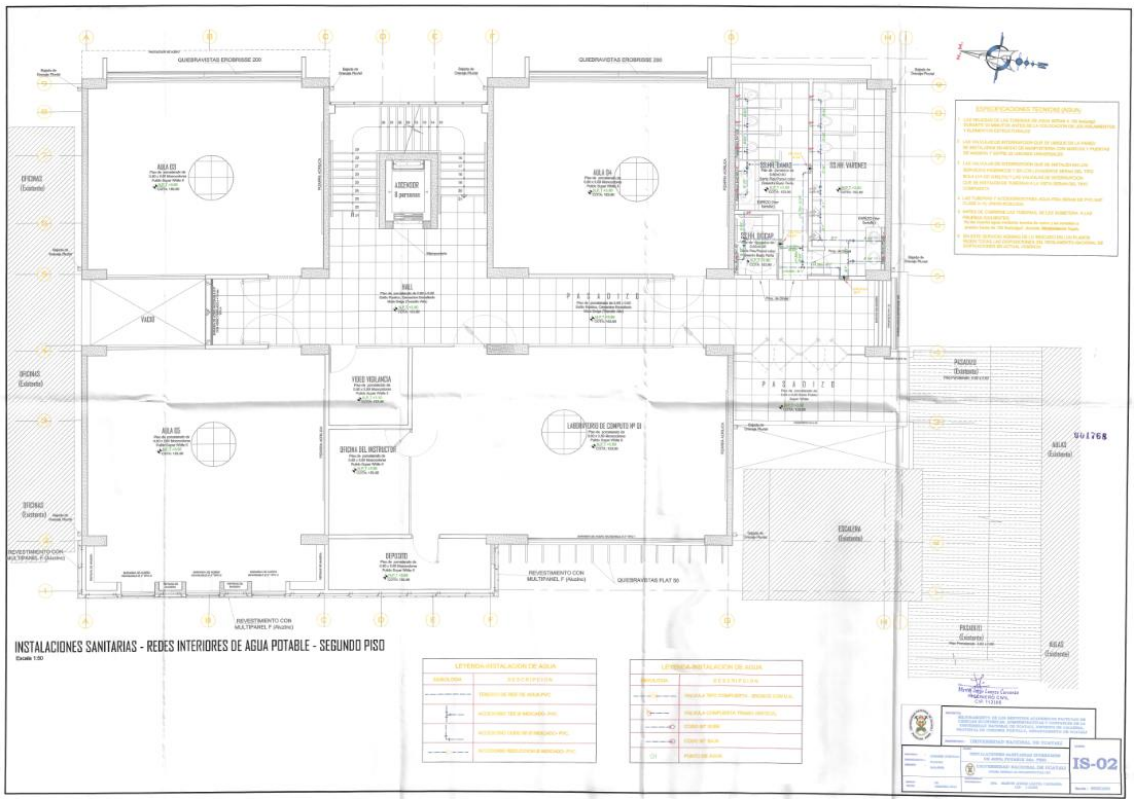
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.

Figura 6

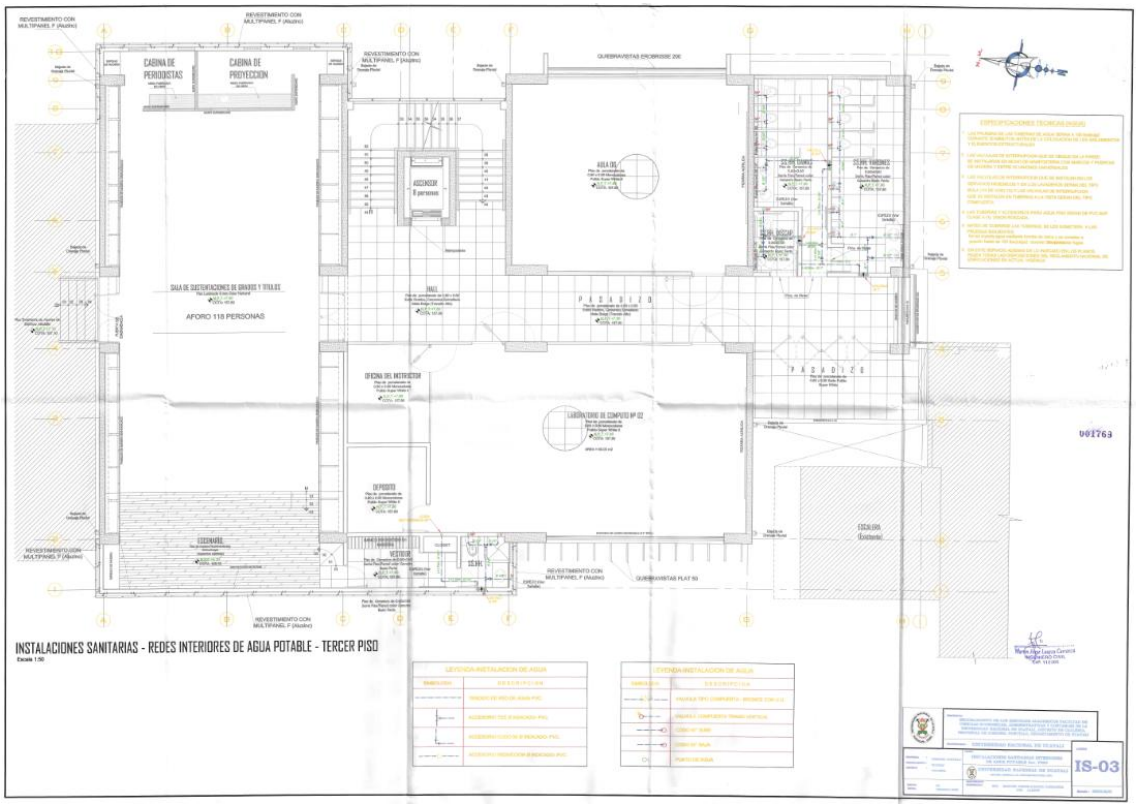
Planos de la especialidad de Instalaciones sanitarias del proyecto.



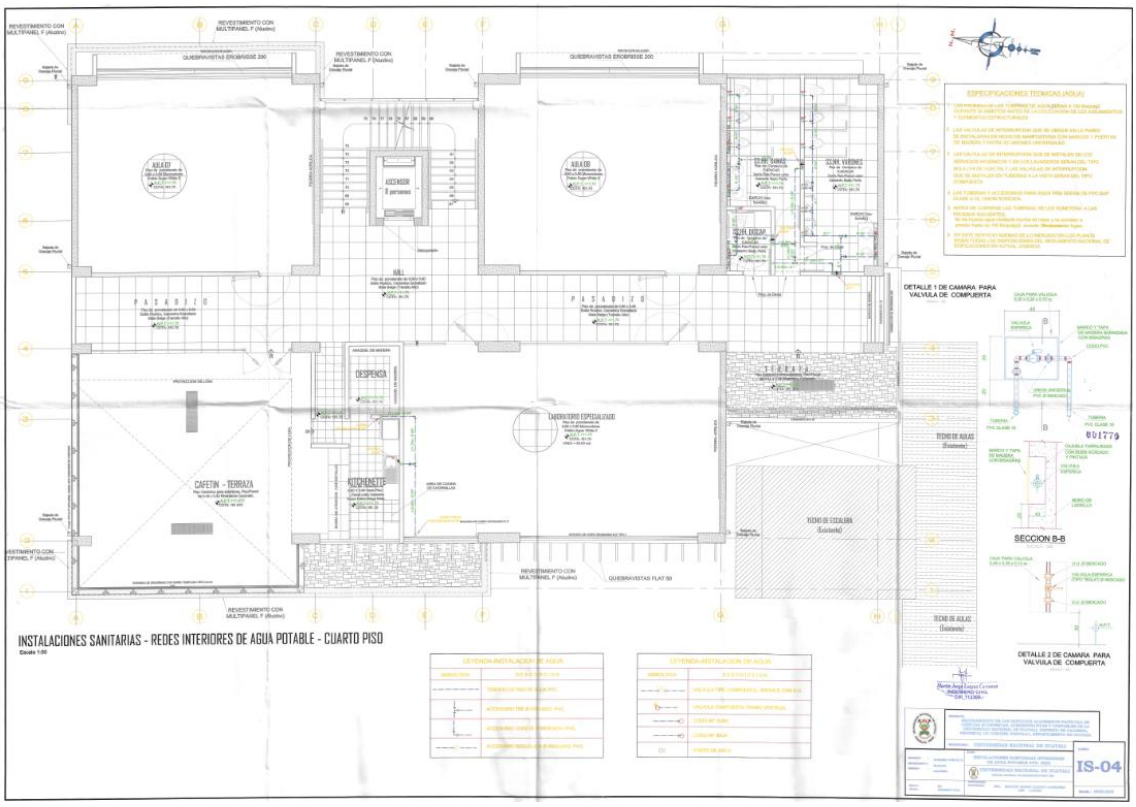
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



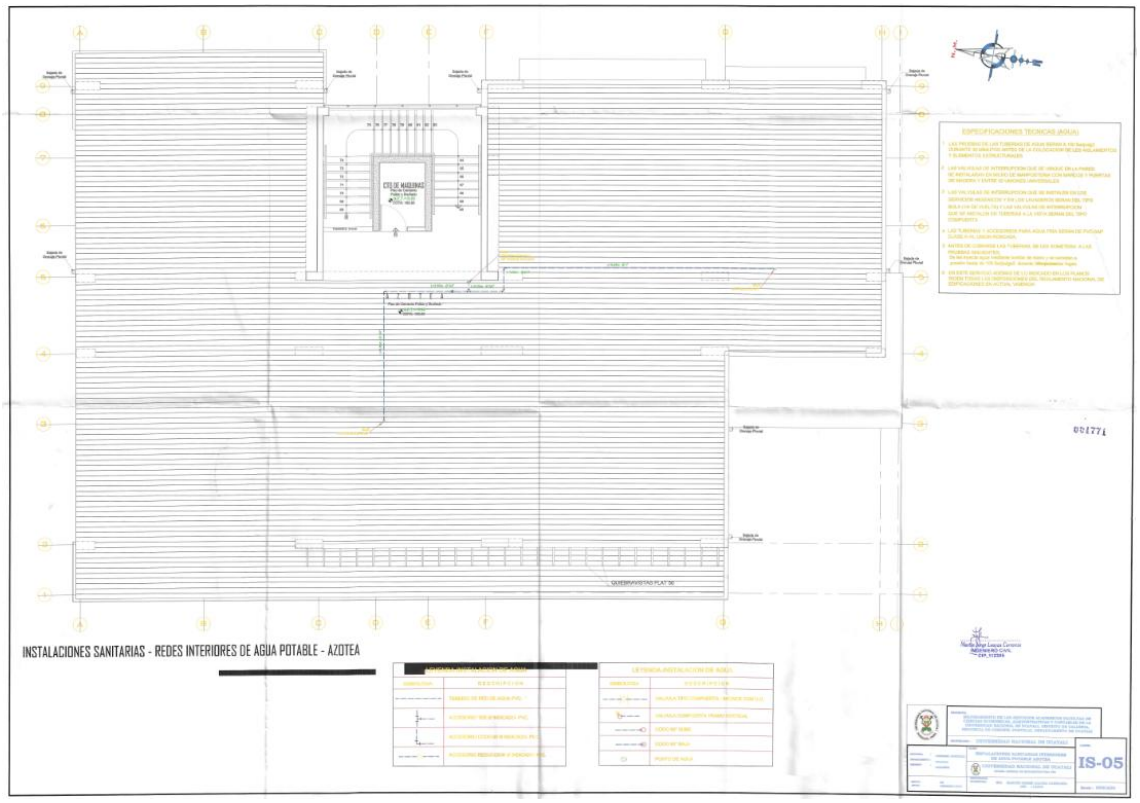
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



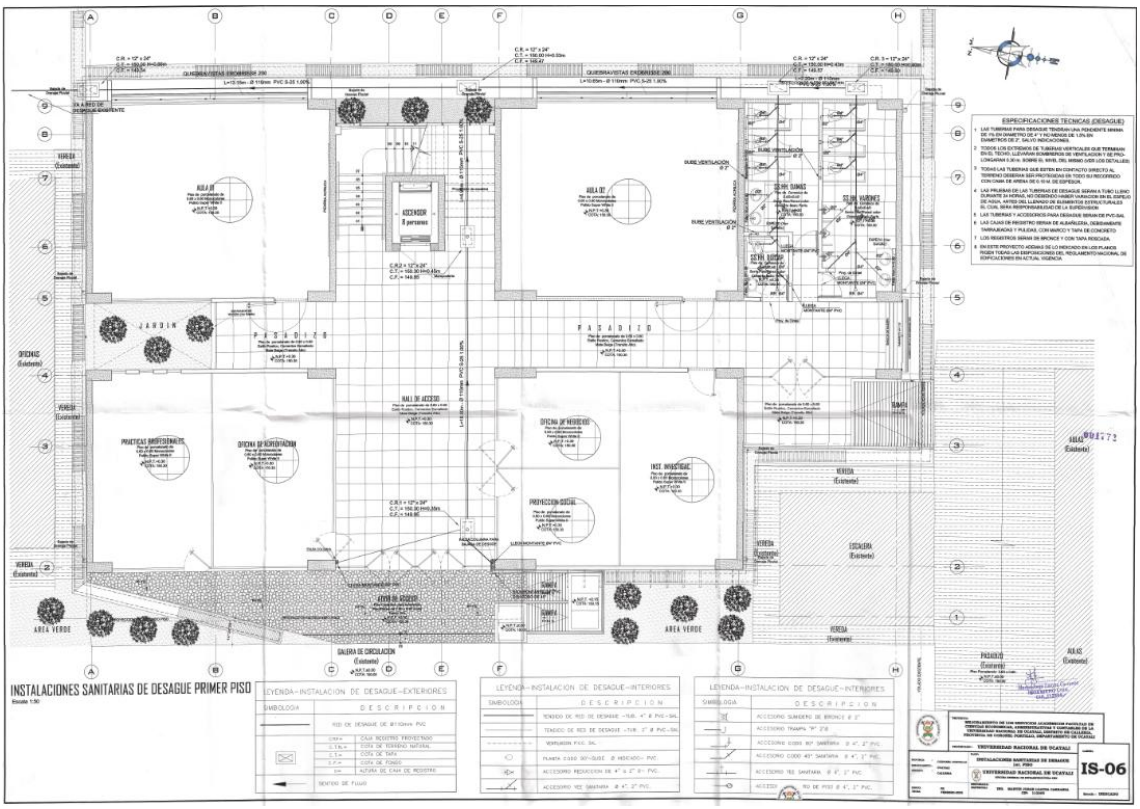
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



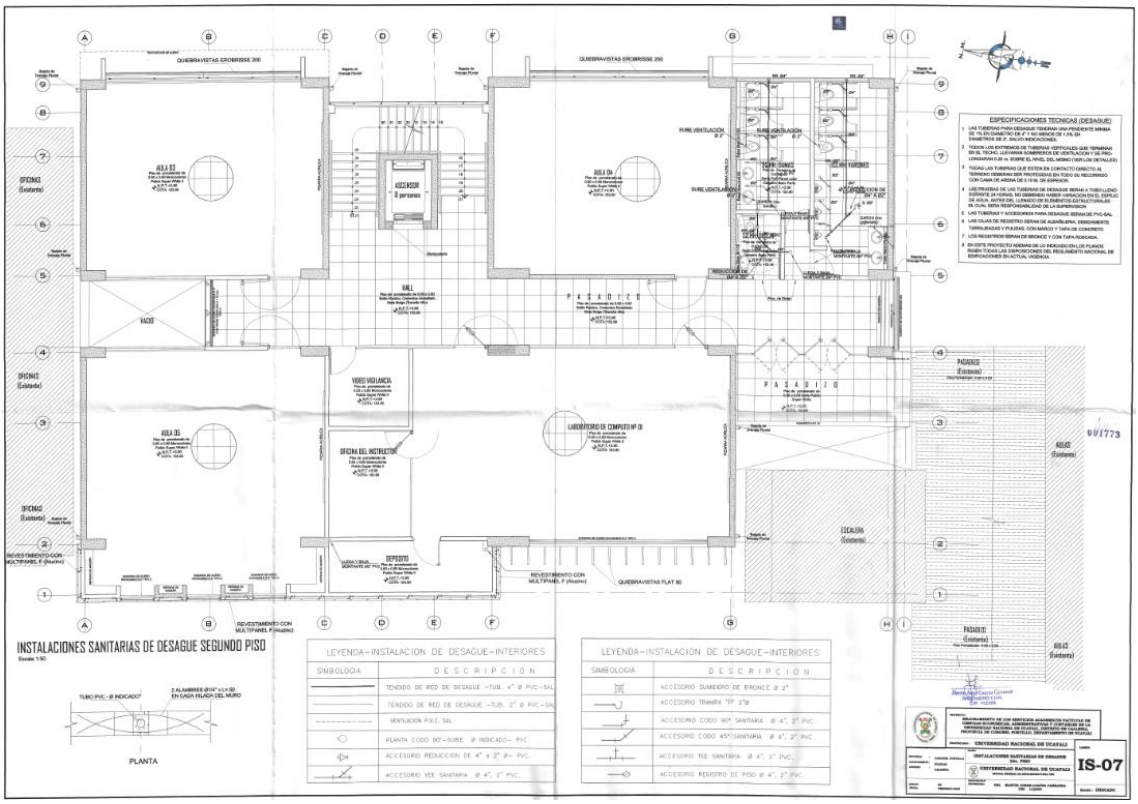
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



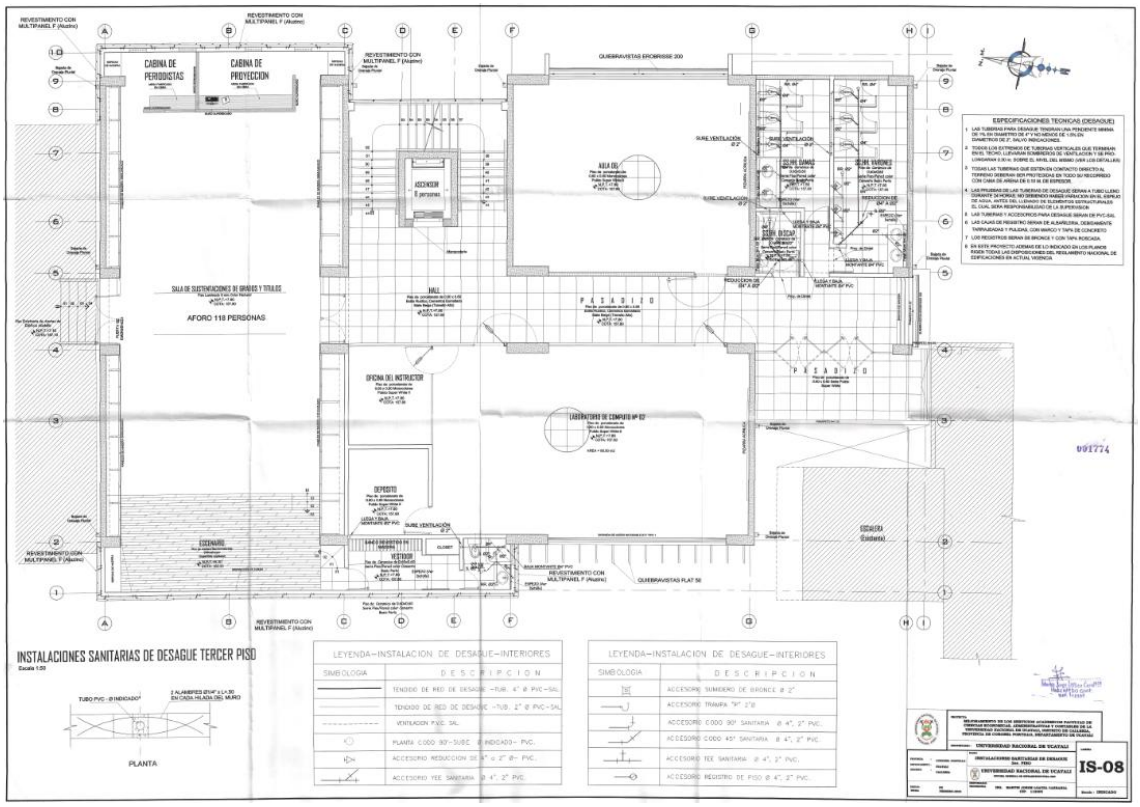
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



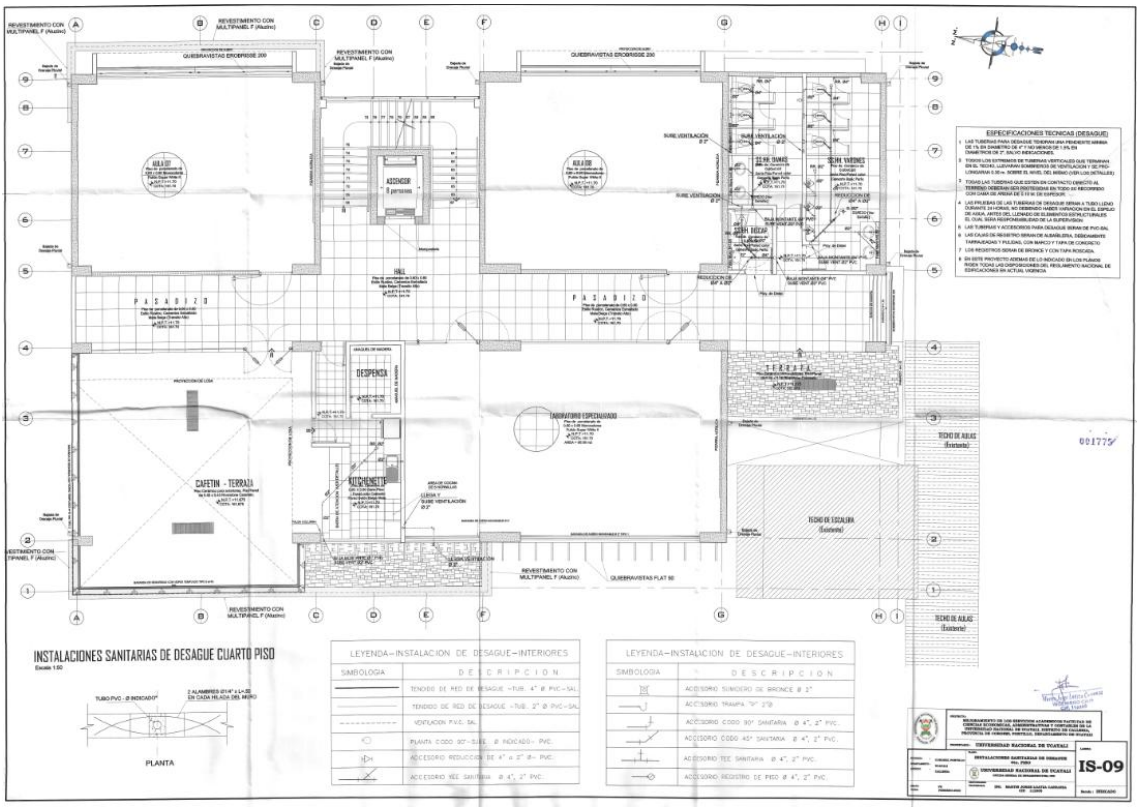
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



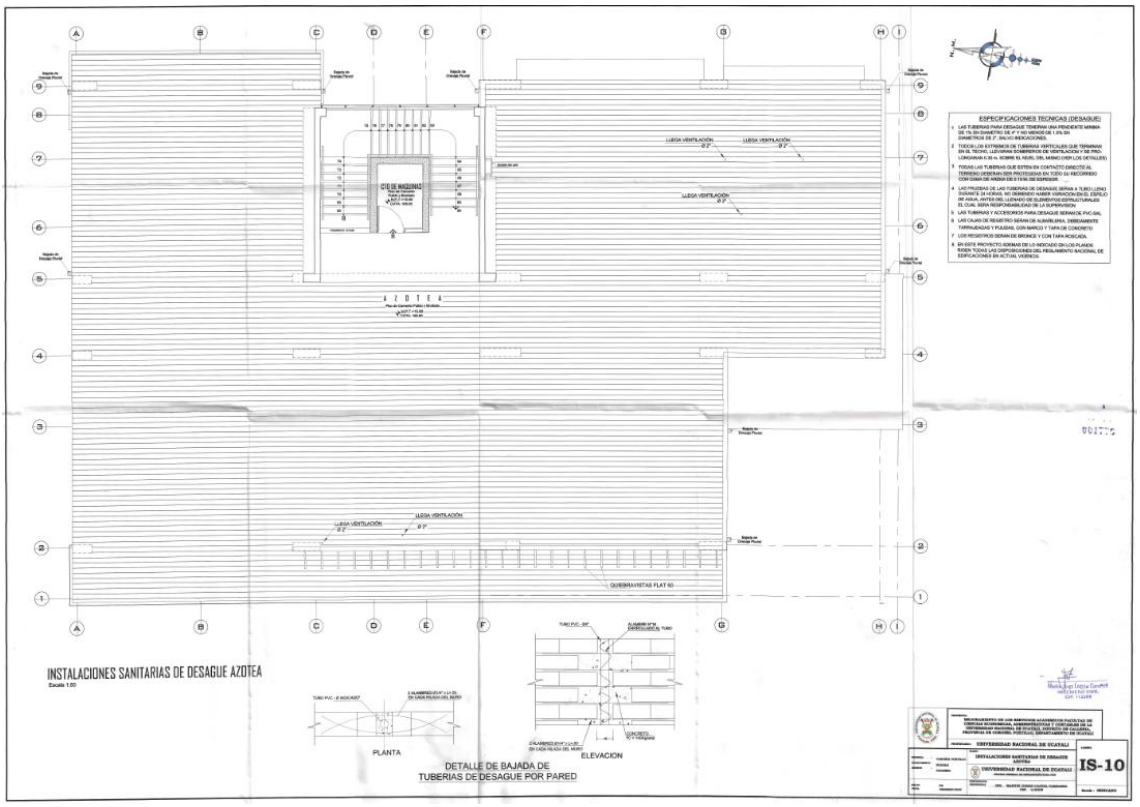
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



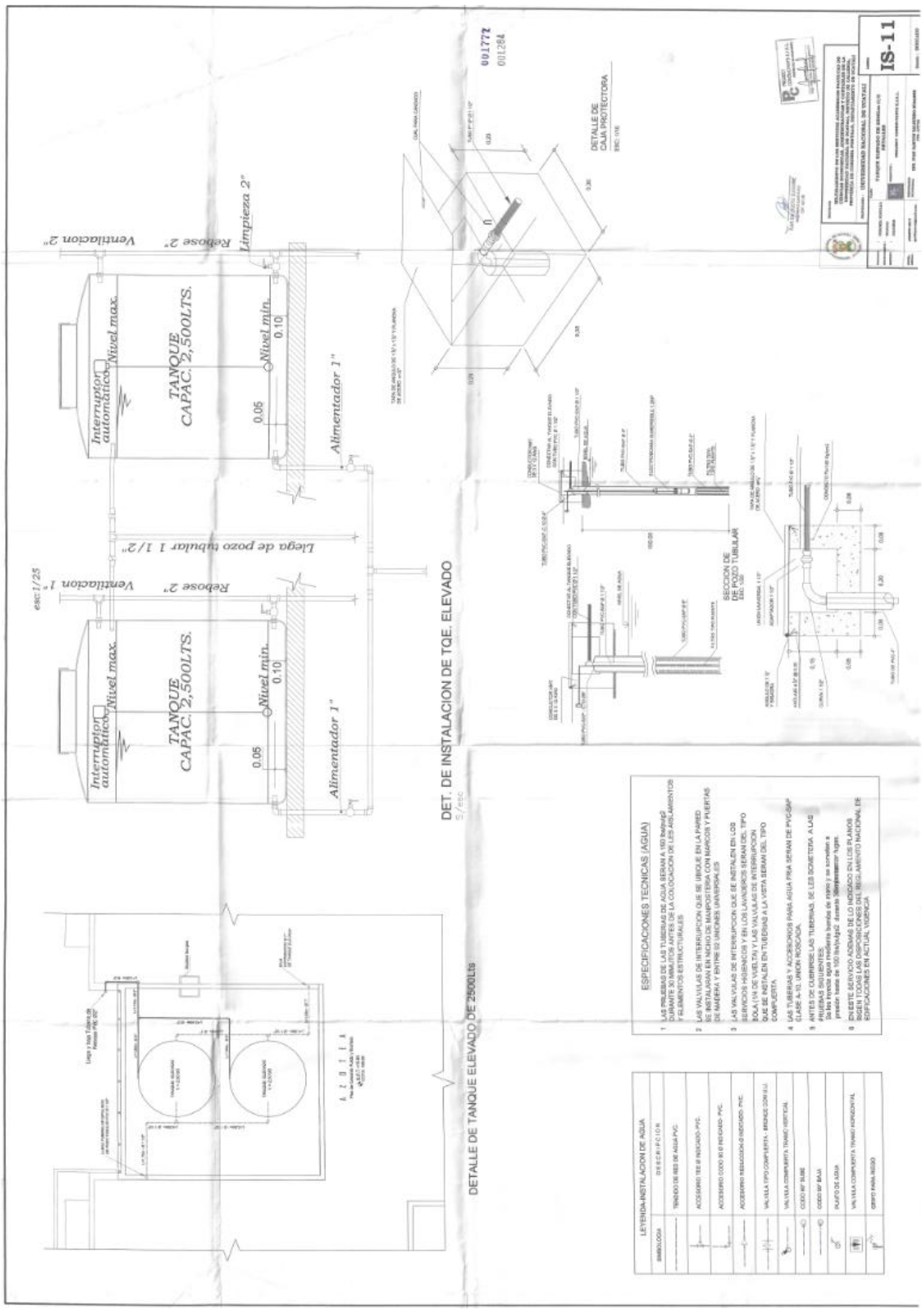
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



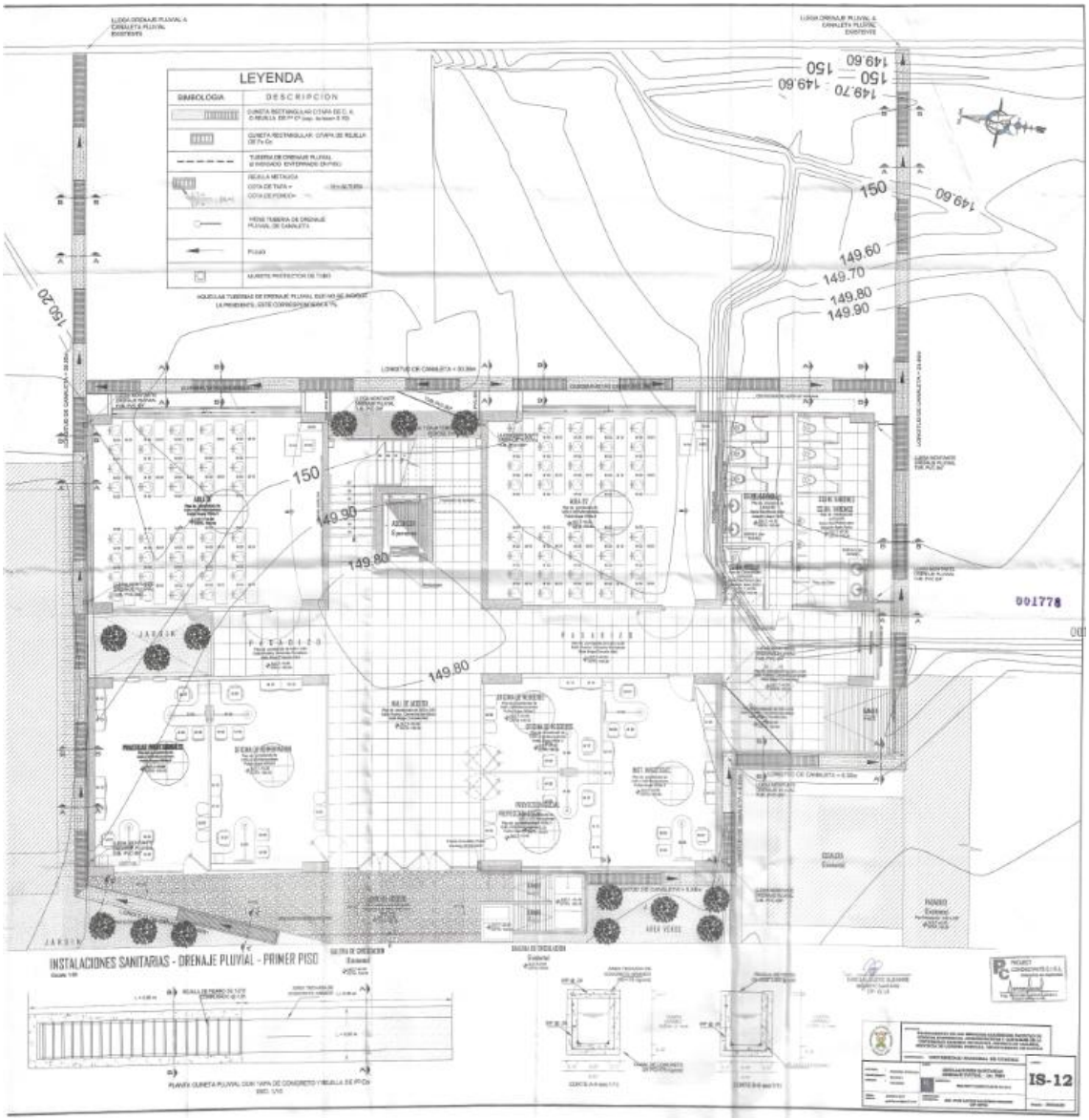
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



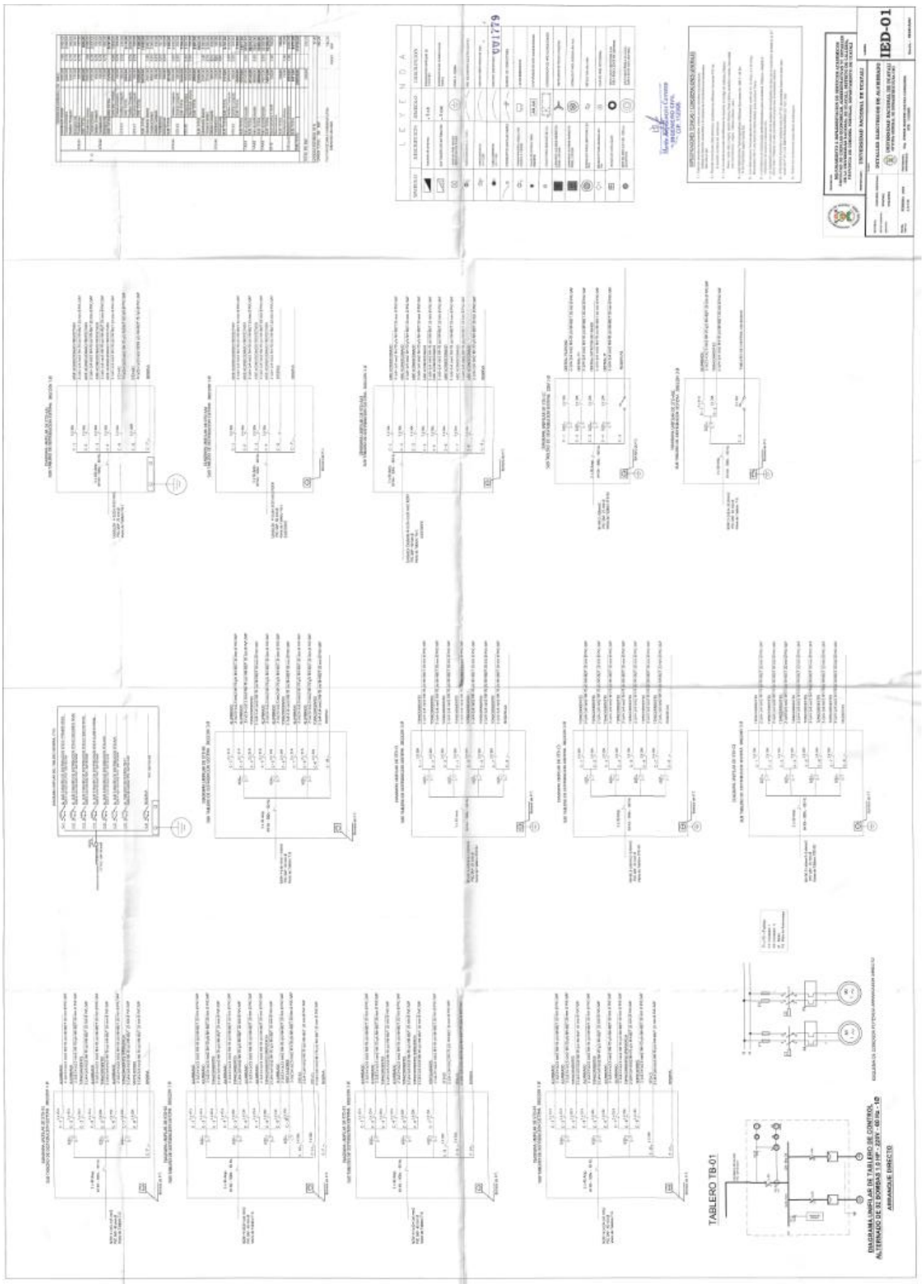
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



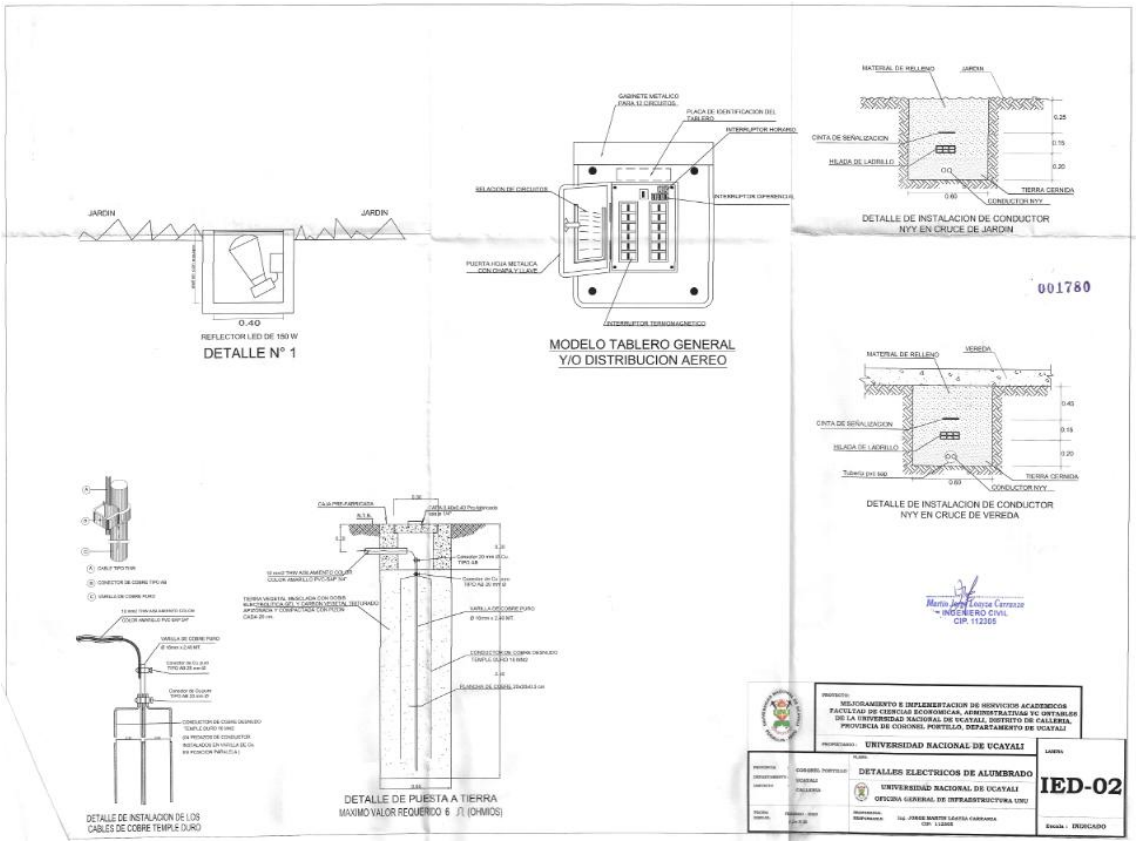
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.

Figura 7

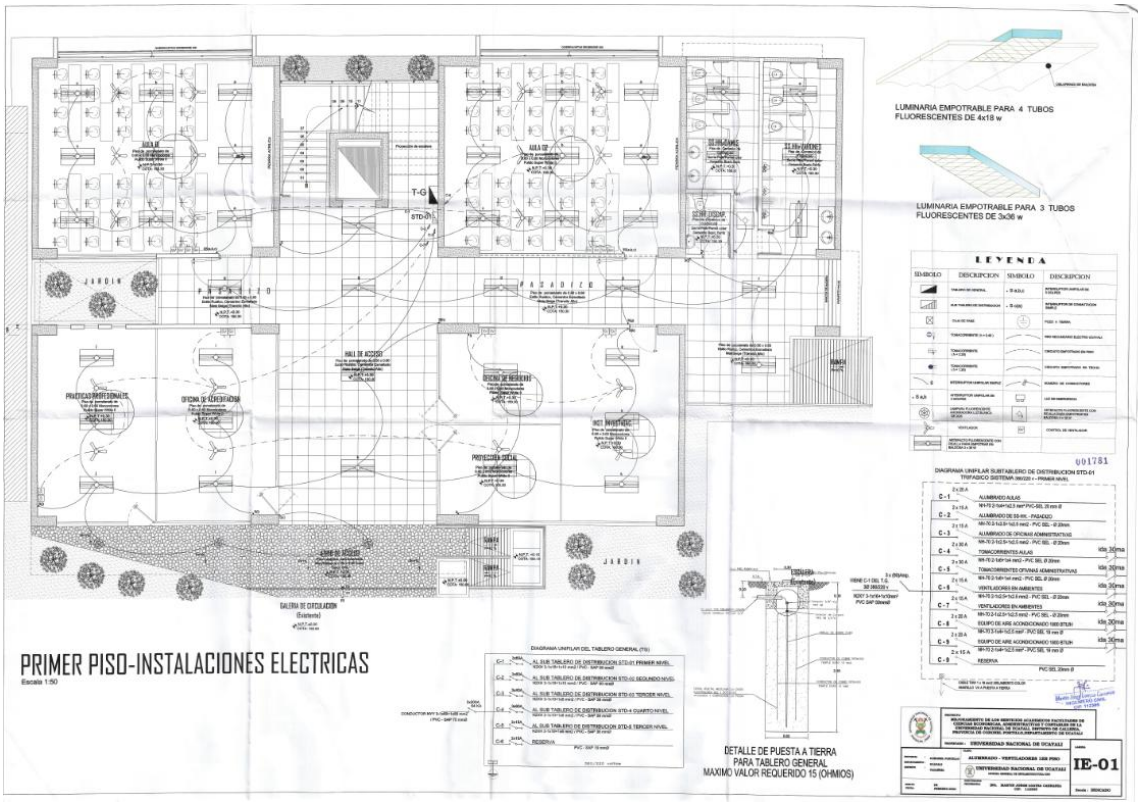
Planos de la especialidad de Instalaciones Eléctricas del proyecto.



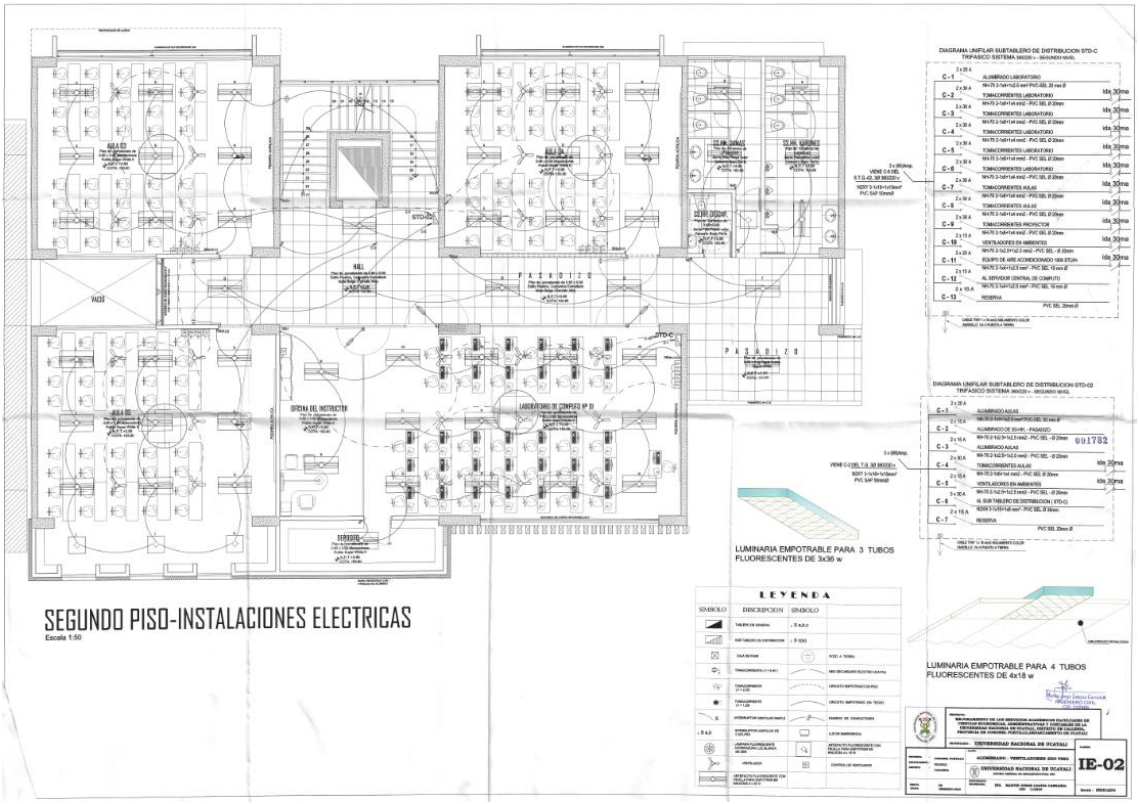
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



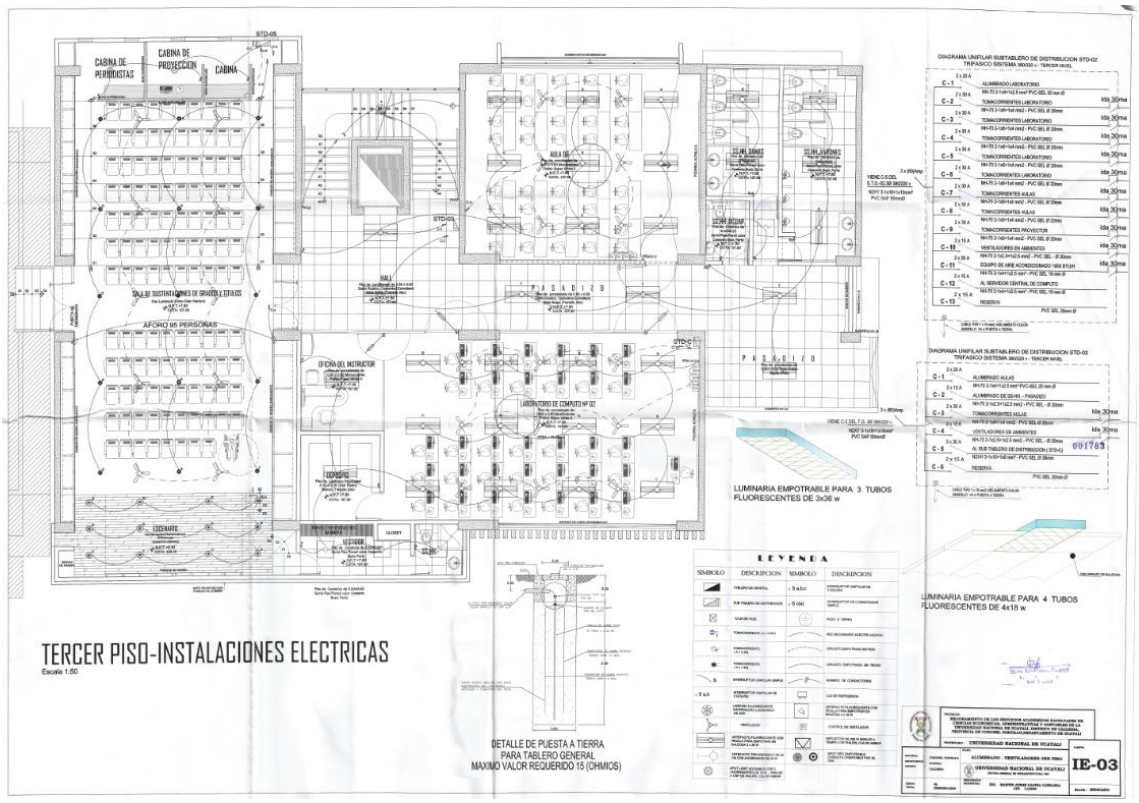
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



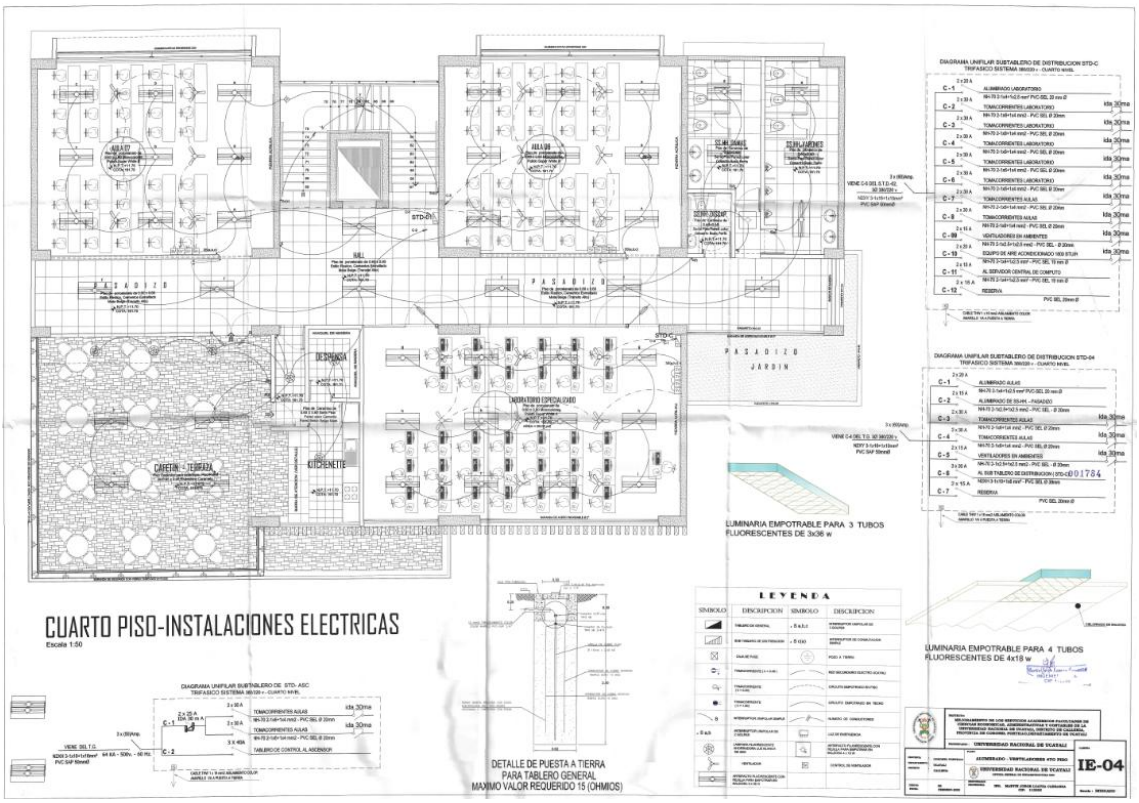
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



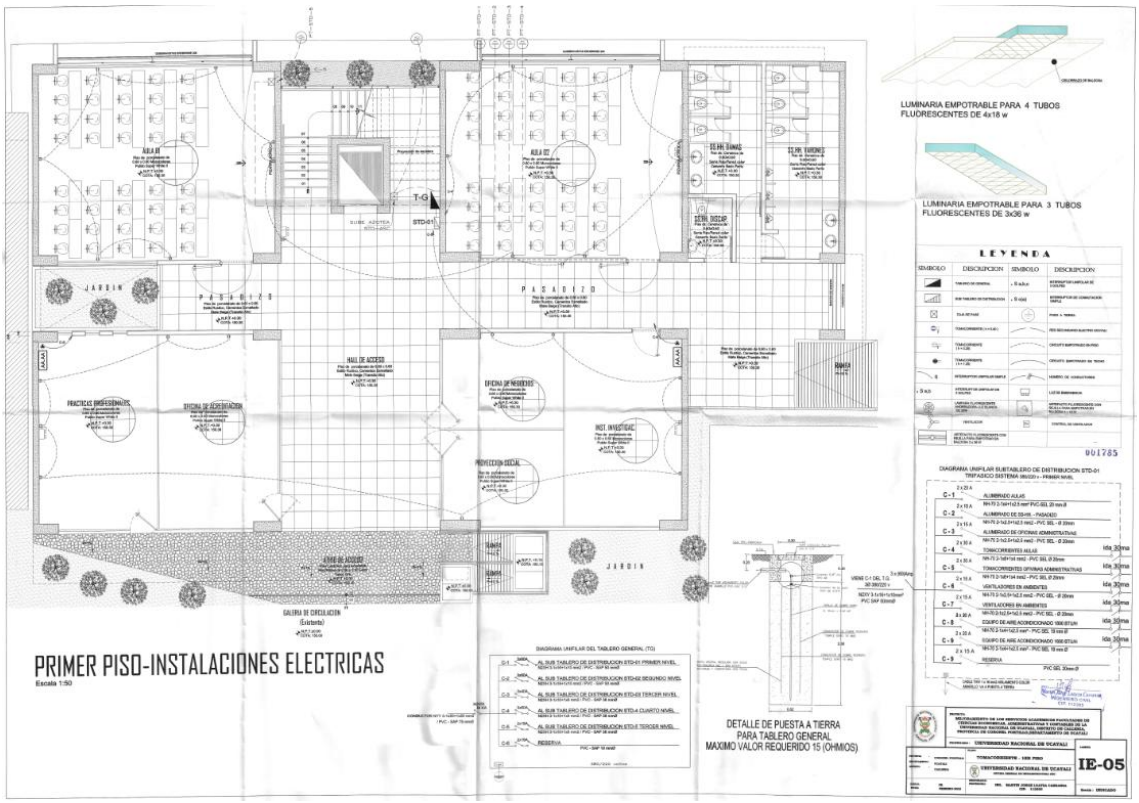
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



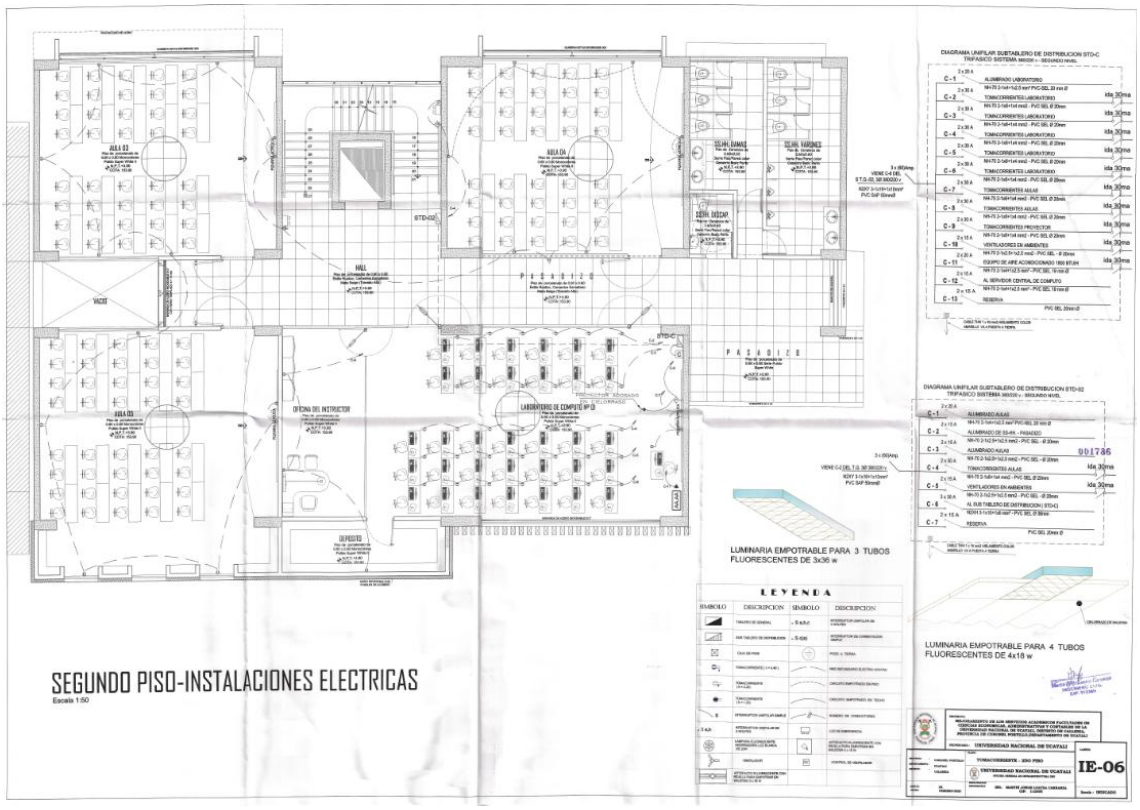
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



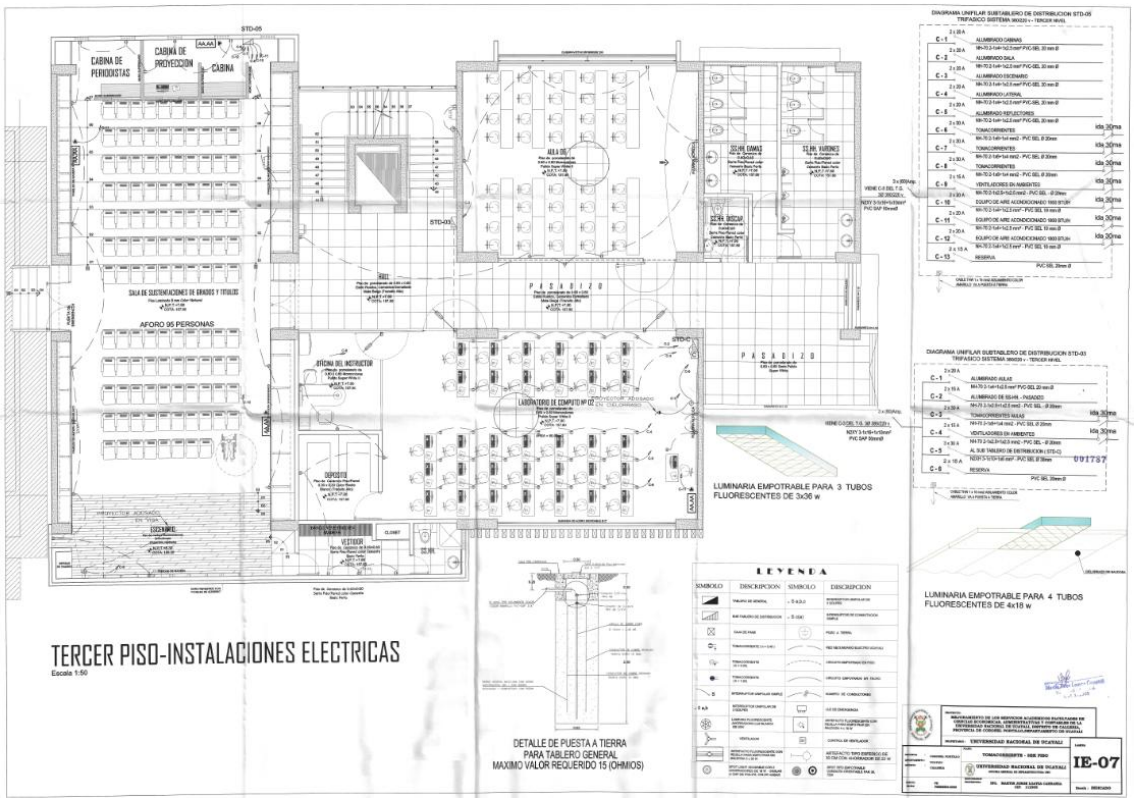
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



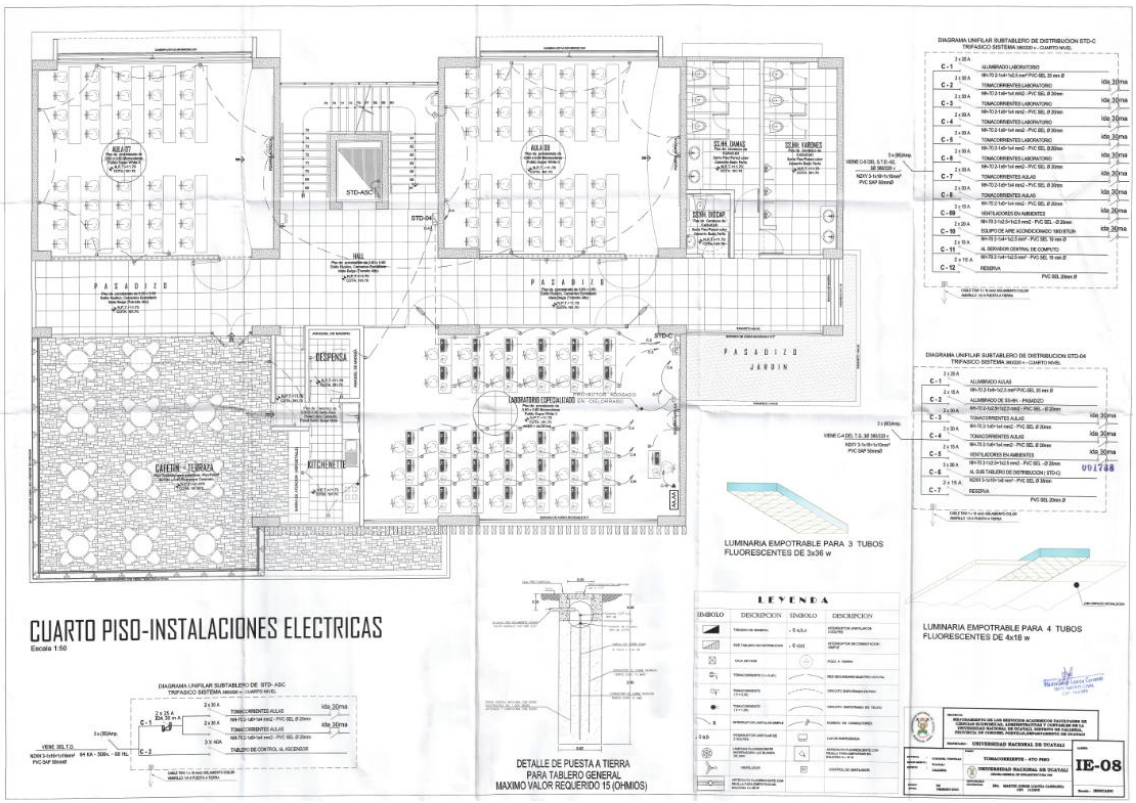
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



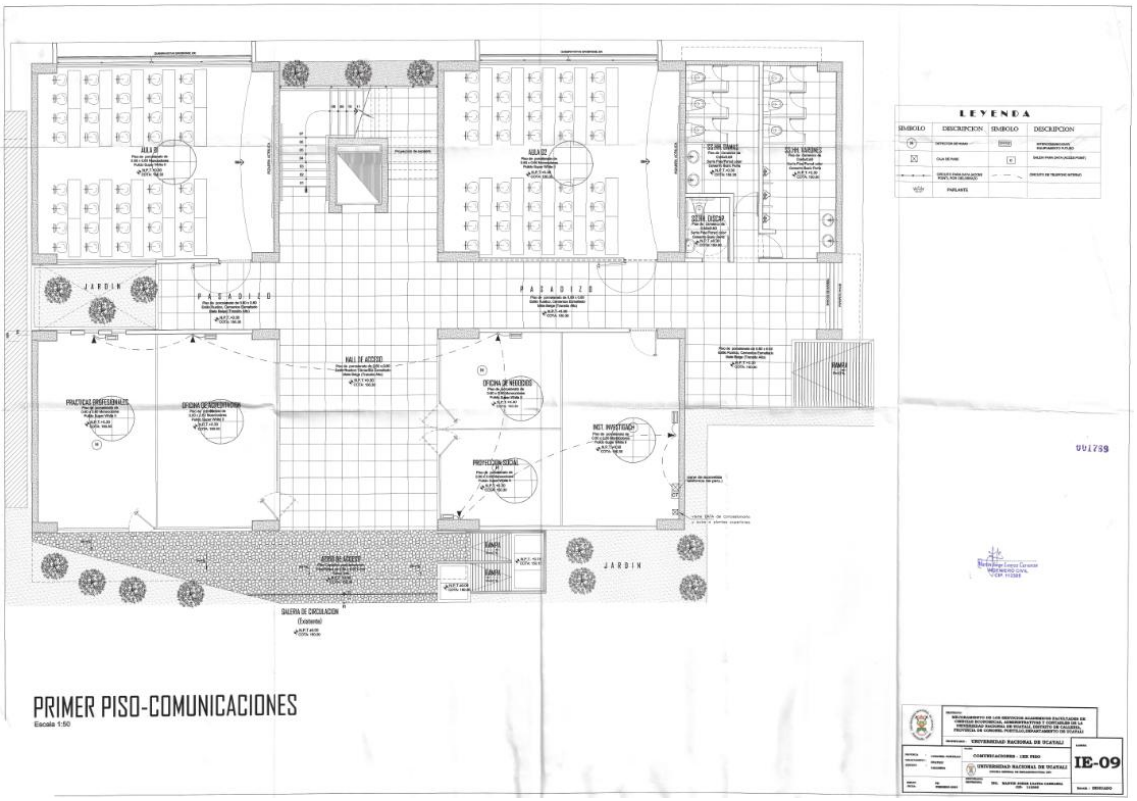
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



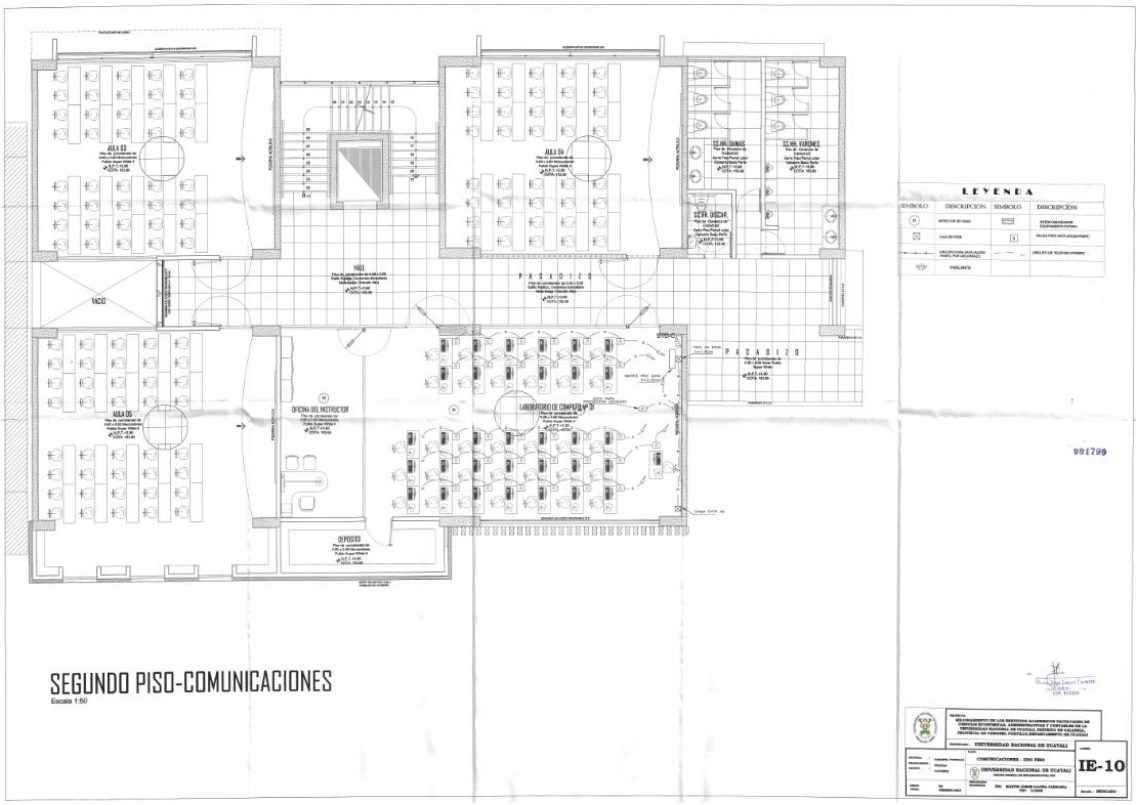
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



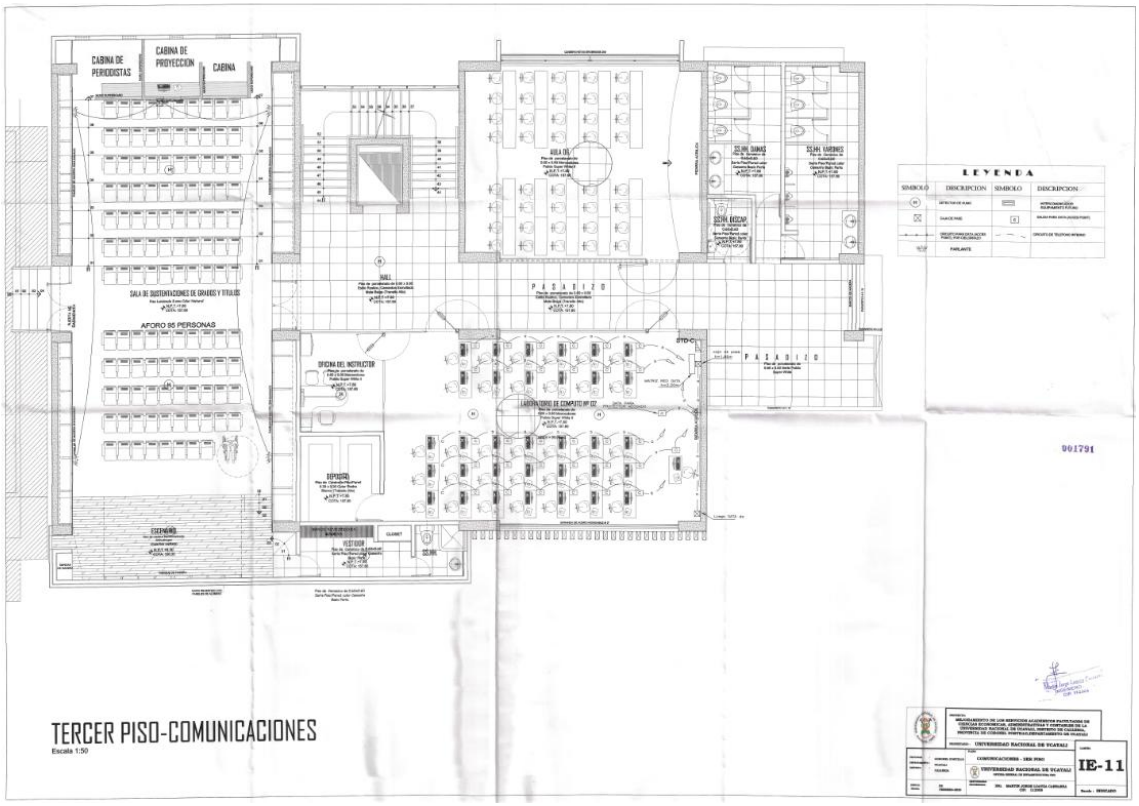
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



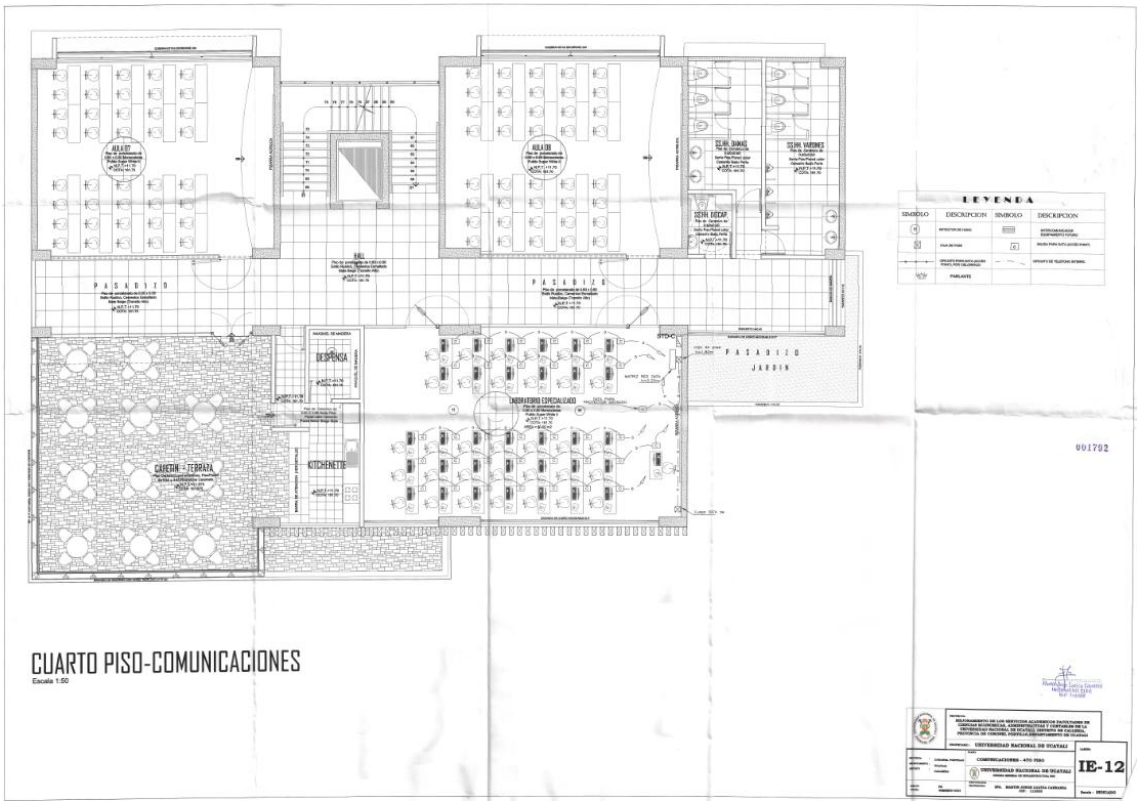
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



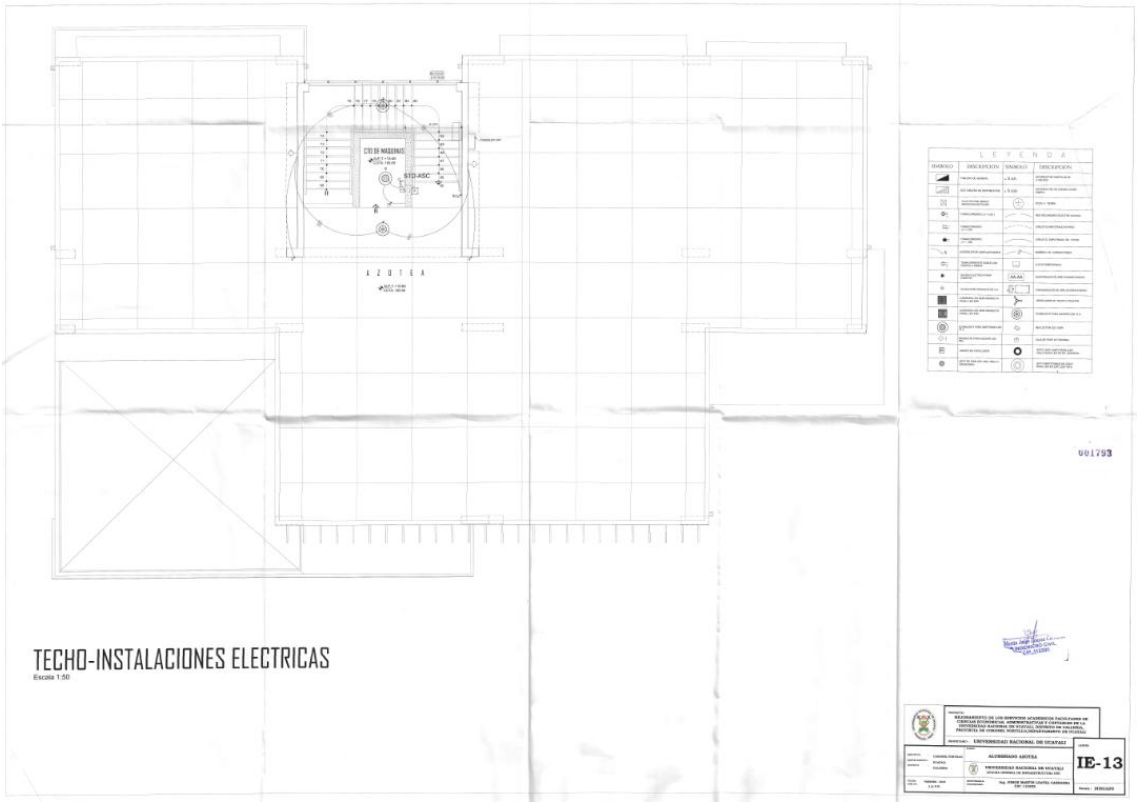
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



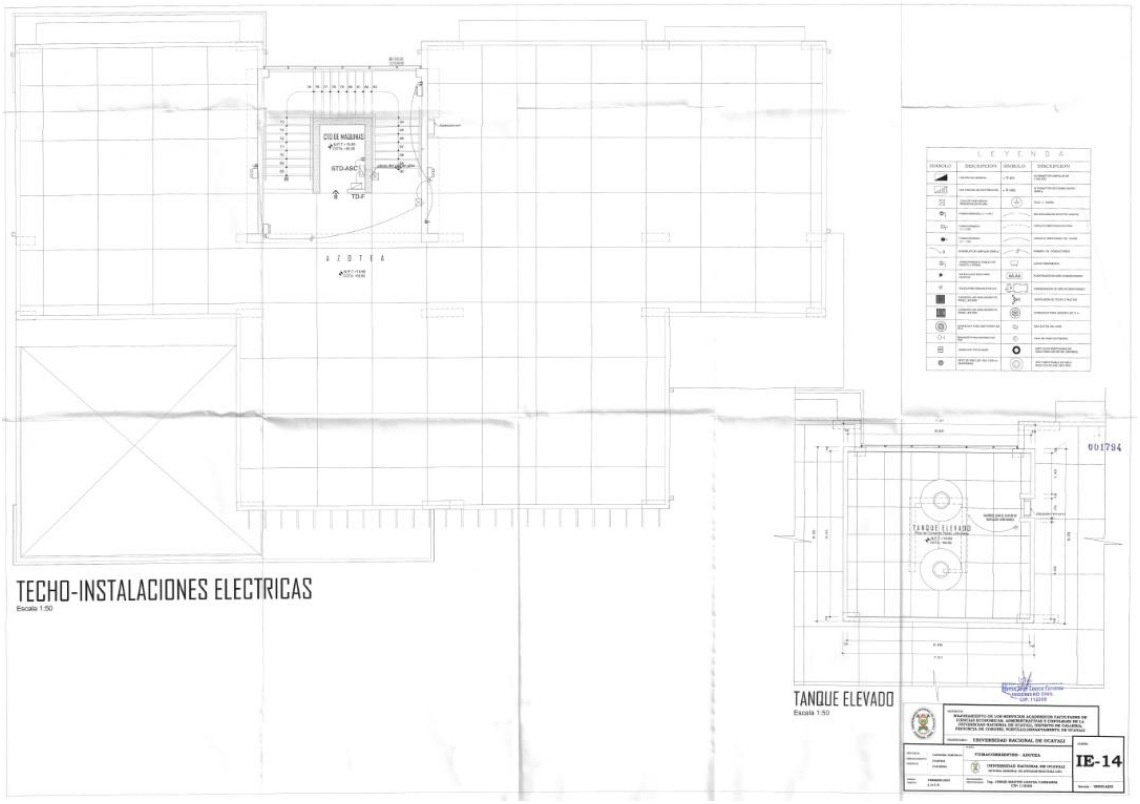
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



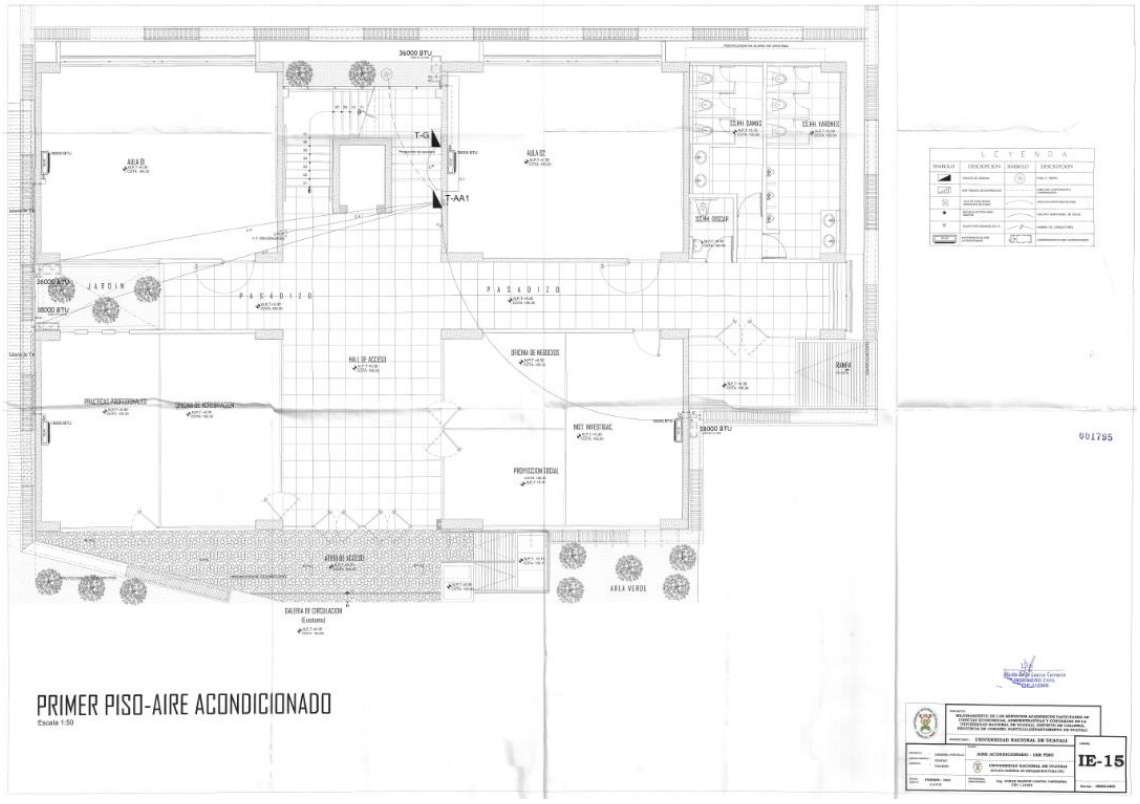
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



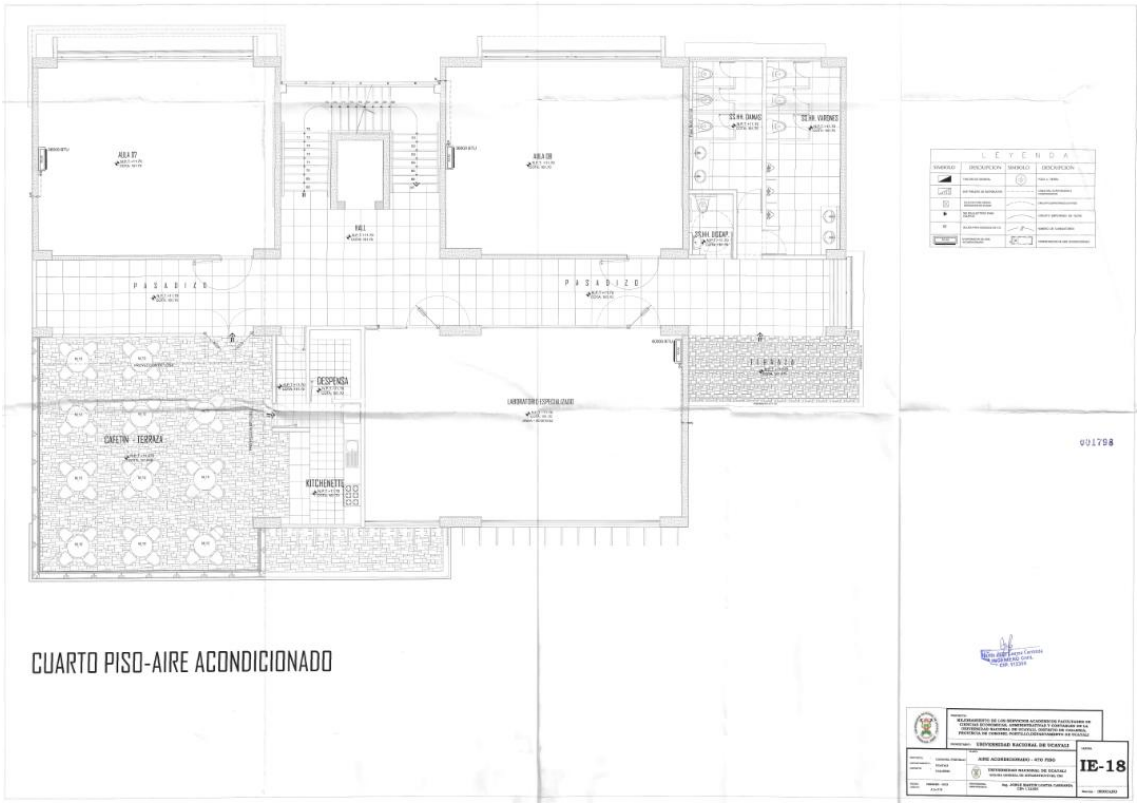
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



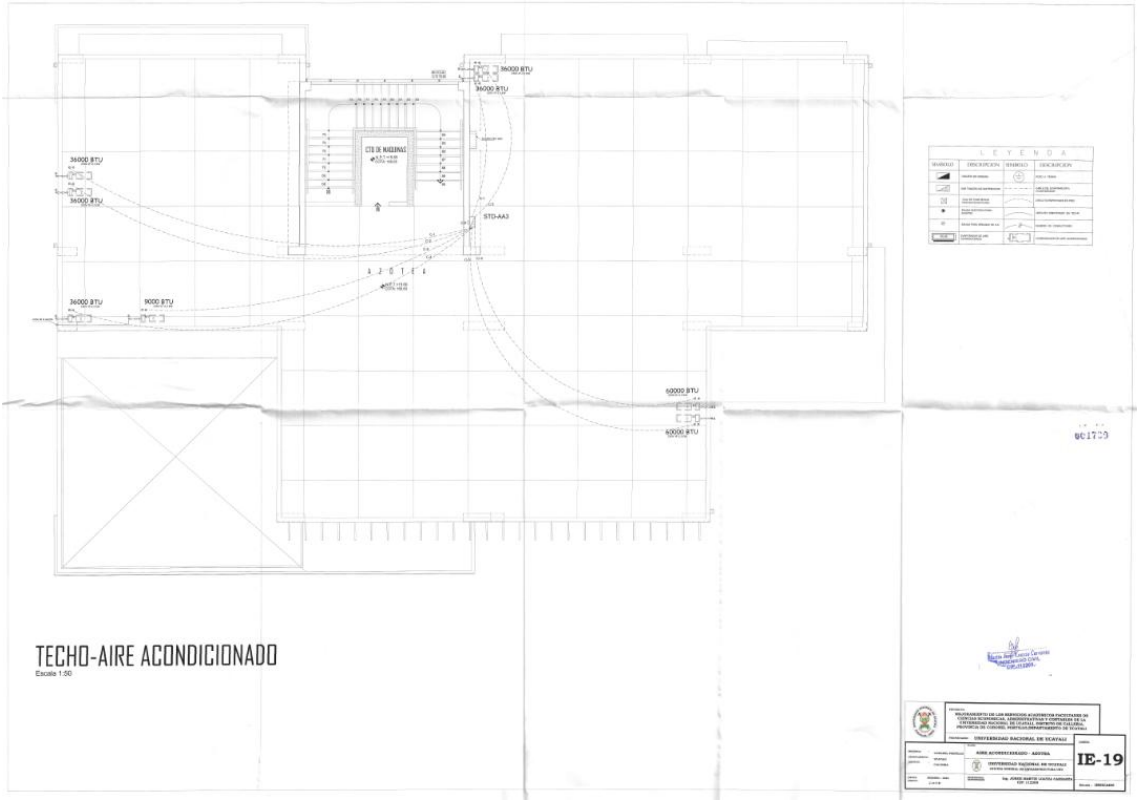
Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.



Fuente. Del expediente técnico del proyecto en SEACE v.3.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Para la recolección de datos se utilizó la revisión documental basado en toda la información disponible del proyecto durante su ejecución, planos técnicos, memoria descriptiva, especificaciones técnicas, procesos constructivos, cuyos resultados se presentan en la Tabla 5.

Tabla 5

Documentación obtenida del proyecto general.

N°	Documento	Presenta
1	Memoria descriptiva	Sí
2	Estudio de suelos	Sí
3	Estudio topográfico	Sí
4	Estudio de impacto ambiental	Sí
5	Plan de gestión de riesgos	Sí
6	Plan de seguridad	Sí
7	Plan COVID-19	Sí
8	Equipamiento	Sí
9	Metrados	Sí
10	Presupuesto por especialidades	Sí
11	Hoja resumen de presupuesto	Sí
12	Análisis de precios unitarios	Sí
13	Lista de insumos y cotizaciones	Sí
14	Fórmula polinómica	Sí
15	Especificaciones técnicas	Sí
16	Lámina TP-01 Ubicación Localización	Sí
17	Desagregado de gastos generales	Sí
18	Desagregado supervisión	Sí
19	Programación y cronograma de obras	Sí
20	Planos del proyecto	Sí
21	Certificado de inexistencia de restos arqueológicos	Sí

Elaboración propia.

Tabla 6

Documentación obtenida de la especialidad de Arquitectura del proyecto.

N°	Documento	Presenta
1	Memoria descriptiva	Sí
2	Metrados	Sí
3	Presupuesto	Sí
4	Análisis de precios unitarios	Sí
5	Especificaciones Técnicas	Sí
6	Planos	Sí
7	Lámina A-01 Distribución 1er piso	Sí
8	Lámina A-02 Distribución 2do piso	Sí
9	Lámina A-03 Planta 3er piso	Sí
10	Lámina A-04 Planta 4to piso	Sí
11	Lámina A-05 Planta techo correas	Sí
12	Lámina A-06 Planta techo cobertura	Sí
13	Lámina A-06A Planta Tanque elevado	Sí
14	Lámina A-06B Planta techo tanque elevado	Sí
15	Lámina A-06C detalle de anclaje de cobertura	Sí
16	Lámina A-07 Corte A-A	Sí
17	Lámina A-08 Corte B-B	Sí
18	Lámina A-09 Corte B'-B'	Sí
19	Lámina A-10 Corte C-C	Sí
20	Lámina A-11 Corte D-D	Sí
21	Lámina A-12 Fachada frontal	Sí
22	Lámina A-13 Fachada lateral derecho	Sí
23	Lámina A-14 Fachada posterior	Sí
24	Lámina A-15 Fachada lateral izquierdo	Sí
25	Lámina PSE-01 Plano de señalización primer nivel	Sí
26	Lámina PSE-02 Plano de señalización segundo nivel	Sí
27	Lámina PSE-03 Plano de señalización tercer nivel	Sí
28	Lámina PSE-04 Plano de señalización cuarto nivel	Sí
29	Lámina PSE-05 Plano de evacuación primer nivel	Sí
30	Lámina PSE-06 Plano de evacuación segundo nivel	Sí
31	Lámina PSE-07 Plano de evacuación tercer nivel	Sí
32	Lámina PSE-08 Plano de evacuación cuarto nivel	Sí
33	Lámina CA-01 Cielorraso de baldosas termoacústicas 1er nivel	Sí
34	Lámina CA-02 Cielorraso de baldosas termoacústicas 2do nivel	Sí
35	Lámina CA-03 Cielorraso de baldosas termoacústicas 3er nivel	Sí
36	Lámina CA-04 Cielorraso de baldosas termoacústicas 4to nivel	Sí
37	Lámina CA-05 Detalle de Cielorraso termoacústicas 1er nivel	Sí
38	Lámina CA-06 Detalle de Cielorraso termoacústicas 2do nivel	Sí
39	Lámina DC-01 Detalles de cocina	Sí
40	Lámina DC-02 Detalles de cocina	Sí
41	Lámina DM-A1 Detalle de mamparas	Sí

Elaboración propia.

Tabla 7

Documentación obtenida de la especialidad de Estructuras del proyecto.

N°	Documento	Presenta
1	Memoria descriptiva	Sí
2	Metrados	Sí
3	Presupuesto	Sí
4	Análisis de precios unitarios	Sí
5	Especificaciones Técnicas	Sí
6	Planos	Sí
7	Lámina EC-01 Planta de cimentación	Sí
8	Lámina EC-02 Planta de cimentación	Sí
9	Lámina EC-03 Planta de cimentación	Sí
10	Lámina EC-04 Planta de cimentación	Sí
11	Lámina EC-05 Detalles de cimentación	Sí
12	Lámina EC-06 Estructura / Cuadro de placas (detalles)	Sí
13	Lámina EC-07 Estructura / Cuadro de columnas (detalles)	Sí
14	Lámina ED-01 Estructura / Detalles generales	Sí
15	Lámina EA-01 Planta de aligerado 1er nivel	Sí
16	Lámina EA-02 Planta de aligerado 2do nivel	Sí
17	Lámina EA-03 Planta de aligerado 3er nivel	Sí
18	Lámina EA-04 Planta de aligerado 4to nivel	Sí
19	Lámina EA-05 Planta de aligerado 4to nivel	Sí
20	Lámina EA-06 Planta de aligerado azotea	Sí
21	Lámina ED-02 Estructura muros primer nivel	Sí
22	Lámina ED-03 Estructura muros 2do, 3er, 4to nivel, azotea	Sí
23	Lámina ED-04 Estructura parasoles	Sí
24	Lámina DE-01 Detalles de escalera	Sí
25	Lámina EV-01 Estructuras / Vigas	Sí
26	Lámina EV-02 Estructuras / Vigas	Sí
27	Lámina EV-03 Estructuras / Vigas	Sí
28	Lámina EV-04 Estructuras / Vigas	Sí
29	Lámina EV-05 Estructuras / Vigas	Sí
30	Lámina EV-06 Estructuras / Vigas	Sí
31	Lámina MT-01 Movimiento de tierras	Sí

Elaboración propia.

Tabla 8

Documentación obtenida de la especialidad de Instalaciones sanitarias del proyecto.

N°	Documento	Presenta
1	Memoria descriptiva	Sí
2	Metrados	Sí
3	Presupuesto	Sí
4	Análisis de precios unitarios	Sí
5	Especificaciones Técnicas	Sí
6	Planos	Sí
7	Lámina IS-01 Instalaciones interiores agua potable 1er piso	Sí
8	Lámina IS-02 Instalaciones interiores agua potable 2do piso	Sí
9	Lámina IS-03 Instalaciones interiores agua potable 3er piso	Sí
10	Lámina IS-04 Instalaciones interiores agua potable 4to piso	Sí
11	Lámina IS-05 Instalaciones interiores agua potable azotea	Sí
12	Lámina IS-06 Instalaciones de desagüe 1er piso	Sí
13	Lámina IS-07 Instalaciones de desagüe 2do piso	Sí
14	Lámina IS-08 Instalaciones de desagüe 3er piso	Sí
15	Lámina IS-09 Instalaciones de desagüe 4to piso	Sí
16	Lámina IS-10 Instalaciones de desagüe azotea	Sí
17	Lámina IS-11 Tanque elevado de 2500 L c/u Detalles	Sí
18	Lámina IS-12 Instalaciones de drenaje pluvial 1er piso	Sí

Elaboración propia.

Tabla 9

Documentación obtenida de la especialidad de Instalaciones eléctricas del proyecto.

N°	Documento	Presenta
1	Memoria descriptiva	Sí
2	Metrados	Sí
3	Presupuesto	Sí
4	Análisis de precios unitarios	Sí
5	Especificaciones Técnicas	Sí
6	Planos	Sí
7	Lámina IED-01 Detalles eléctricos de alumbrado	Sí
8	Lámina IED-02 Detalles eléctricos de alumbrado	Sí
9	Lámina IE-01 Alumbrado-Ventiladores 1er piso	Sí
10	Lámina IE-02 Alumbrado-Ventiladores 2do piso	Sí
11	Lámina IE-03 Alumbrado-Ventiladores 3er piso	Sí
12	Lámina IE-04 Alumbrado-Ventiladores 4to piso	Sí
13	Lámina IE-05 Tomacorriente 1er piso	Sí
14	Lámina IE-06 Tomacorriente 2do piso	Sí
15	Lámina IE-07 Tomacorriente 3er piso	Sí
16	Lámina IE-08 Tomacorriente 4to piso	Sí
17	Lámina IE-09 Comunicaciones 1er piso	Sí
18	Lámina IE-10 Comunicaciones 2do piso	Sí
19	Lámina IE-11 Comunicaciones 3er piso	Sí
20	Lámina IE-12 Comunicaciones 4to piso	Sí
21	Lámina IE-13 Alumbrado azotea	Sí
22	Lámina IE-14 Tomacorrientes azotea	Sí
23	Lámina IE-15 Aire acondicionado 1er piso	Sí
24	Lámina IE-16 Aire acondicionado 2do piso	Sí
25	Lámina IE-17 Aire acondicionado 3er piso	Sí
26	Lámina IE-18 Aire acondicionado 4to piso	Sí
27	Lámina IE-19 Aire acondicionado azotea	Sí

Elaboración propia.

3.5. TÉCNICAS DE RECOJO, PROCESAMIENTO Y PRESENTACIÓN DE DATOS.

3.5.1. Técnica de recojo.

La técnica que se empleó en el estudio fue la “observación” y “software”, para ello se emplearon los softwares que han implementado la metodología BIM con el objetivo de analizar el proyecto y compararlo con la ejecución actual del mismo. Mediante esta técnica se permitió conocer su influencia y el impacto durante la etapa de modelamiento, procesamiento y presentación de los resultados.

Se siguió la metodología bajo la Especificación Técnica Peruana ISO/TS 12911:2018, Guía Marco para el modelado de información de la edificación (BIM), y los resultados se presentaron en tablas y gráficos haciendo uso de la estadística descriptiva e inferencial y la tecnología CAD.

3.5.2. Procesamiento de datos y presentación de resultados.

El procesamiento se llevó a cabo utilizando el Excel para la tabulación de todos los datos recopilados. Posteriormente, estos datos fueron analizados y procesados en el REVIT, y los resultados obtenidos permitieron comprobar las hipótesis de la investigación.

Finalmente, se presentaron los resultados del trabajo de campo mediante tablas y gráficos respectivamente.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

4.1. Resultados del trabajo de campo.

4.1.1 Resultados relacionado a la variable 1: Metodología BIM.

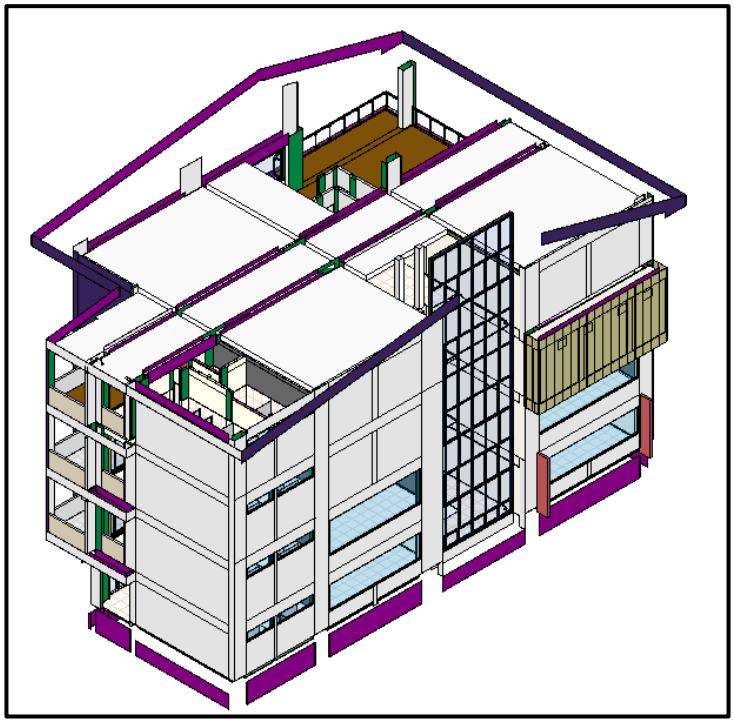
La variable Metodología Building Information Modeling (BIM) se compone de cuatro dimensiones las cuales son: Modelo Gráfico Tridimensional, Dimensión Temporal, Estimación de Costos, y Análisis de Sostenibilidad. En ese sentido, a continuación, mostramos las tablas y figuras respectivas.

4.1.1.1 Descripción del Modelo Gráfico Tridimensional.

El modelo gráfico se desarrolló por medio del módulo de la especialidad de estructuras, arquitectura, instalaciones sanitarias e instalaciones eléctricas. A continuación se muestran los modelados de las distintas especialidades, arquitectura, estructura, instalaciones eléctricas y sanitarias de la ejecución del proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS ACADÉMICOS FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, ADMINISTRATIVAS Y CONTABLES DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI, DISTRITO DE CALLERIA, PROVINCIA DE CORONEL PORTILLO, REGIÓN DE UCAYALI”.

Figura 8

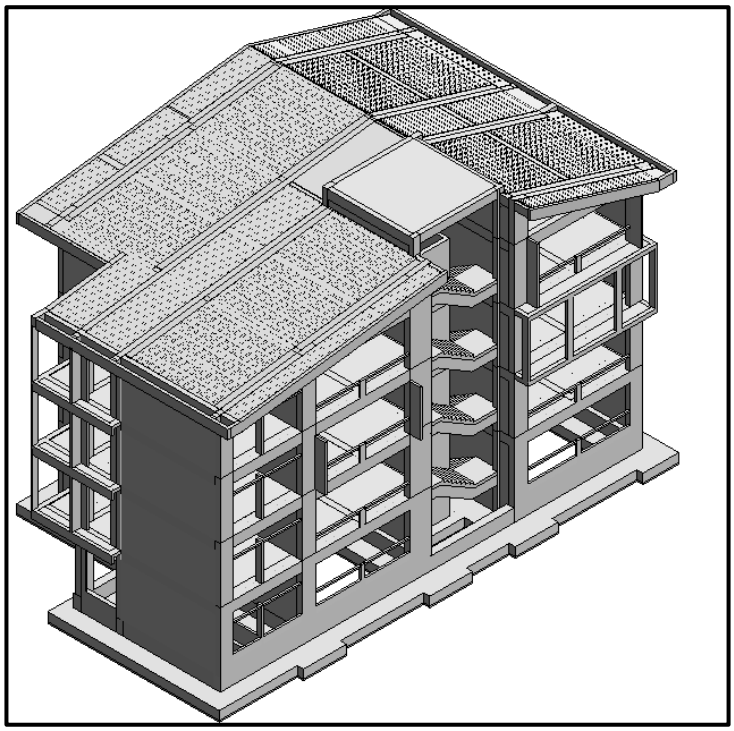
Modelo BIM de la especialidad de Arquitectura del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

Figura 9

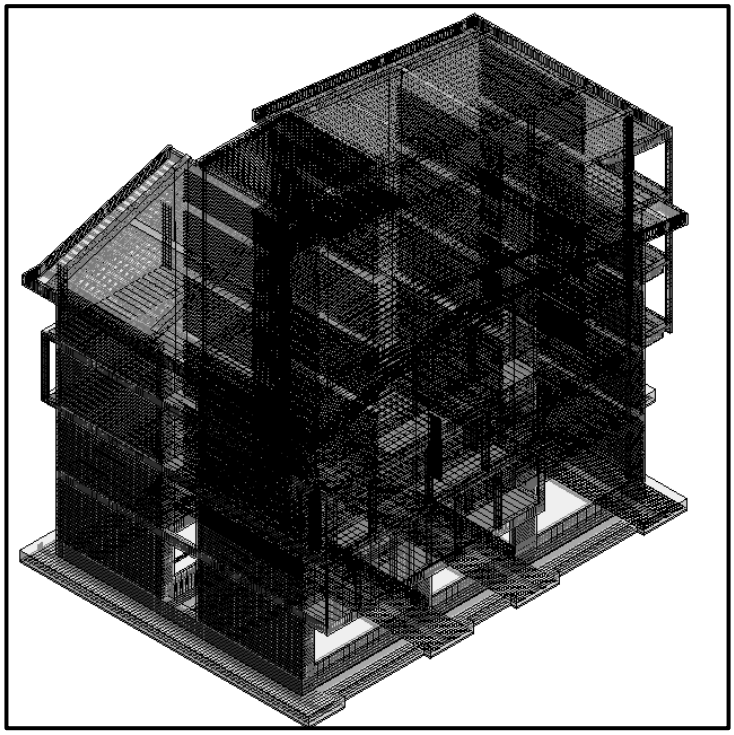
Modelo BIM de la especialidad de Estructura del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

Figura 10

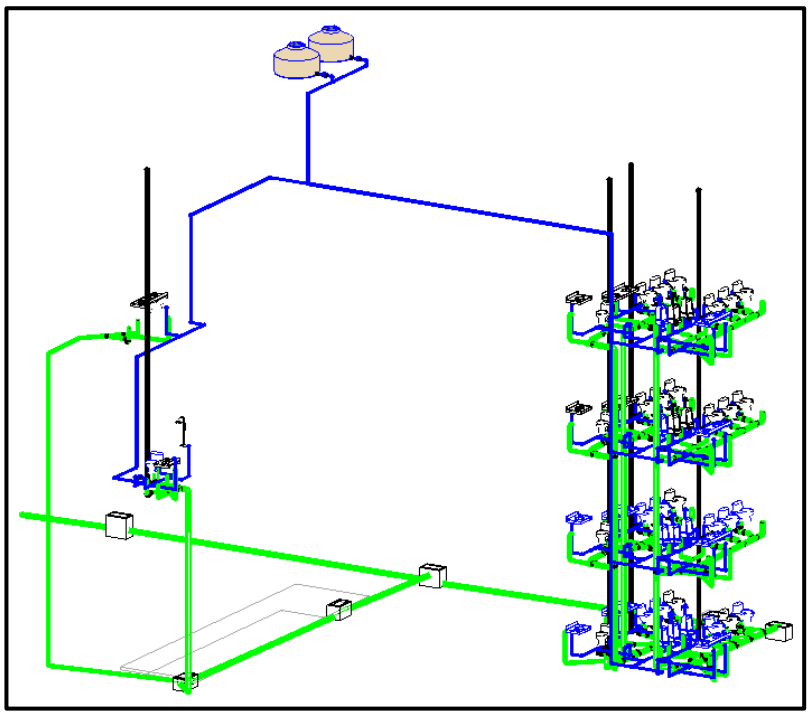
Armadura de refuerzo en la infraestructura del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

Figura 11

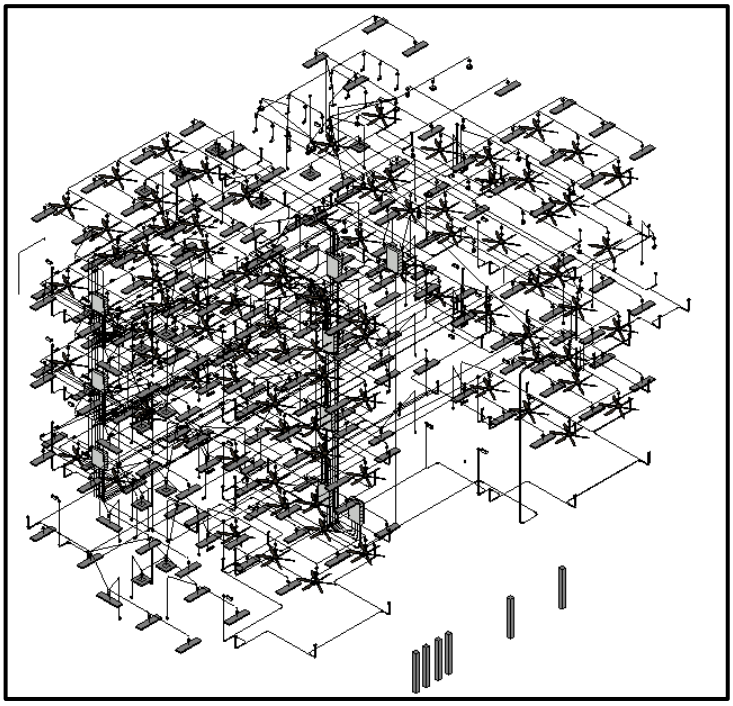
Modelo BIM de la especialidad de Instalaciones Sanitarias del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

Figura 12

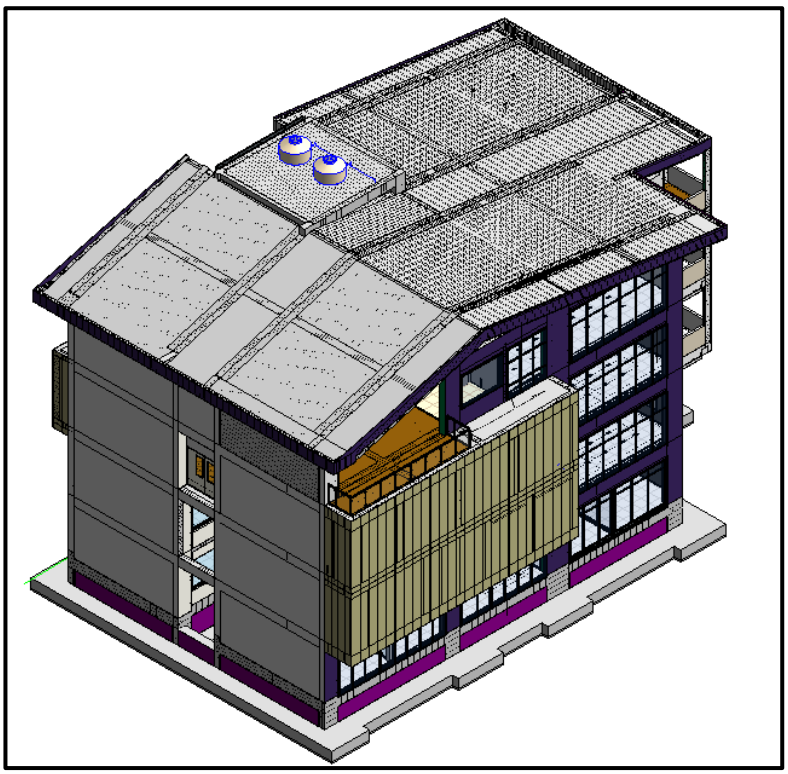
Modelo BIM de la especialidad de Instalaciones Eléctricas del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

Figura 13

Modelo BIM de todas las especialidades unidas del proyecto.



Nota. Modelamiento BIM_REVIT v2026.

4.1.1.2 Descripción de la Dimensión Temporal

En este punto, se identificó los problemas encontrados en la metodología de trabajo tradicional basados en puramente en CAD (modelo 2D), se enfatiza los beneficios que aporta la metodología BIM en cuanto al tiempo en la fase de diseño y posterior en la ejecución de obra.

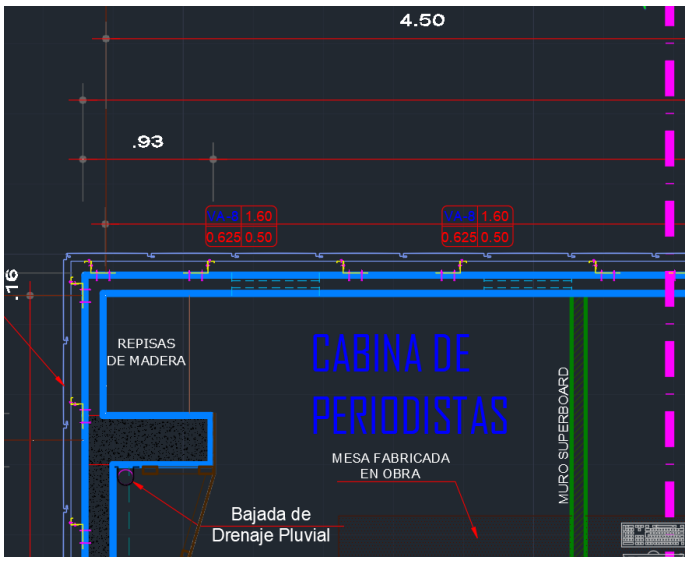
ESPECIALIDAD ARQUITECTURA

Observación N° 01:

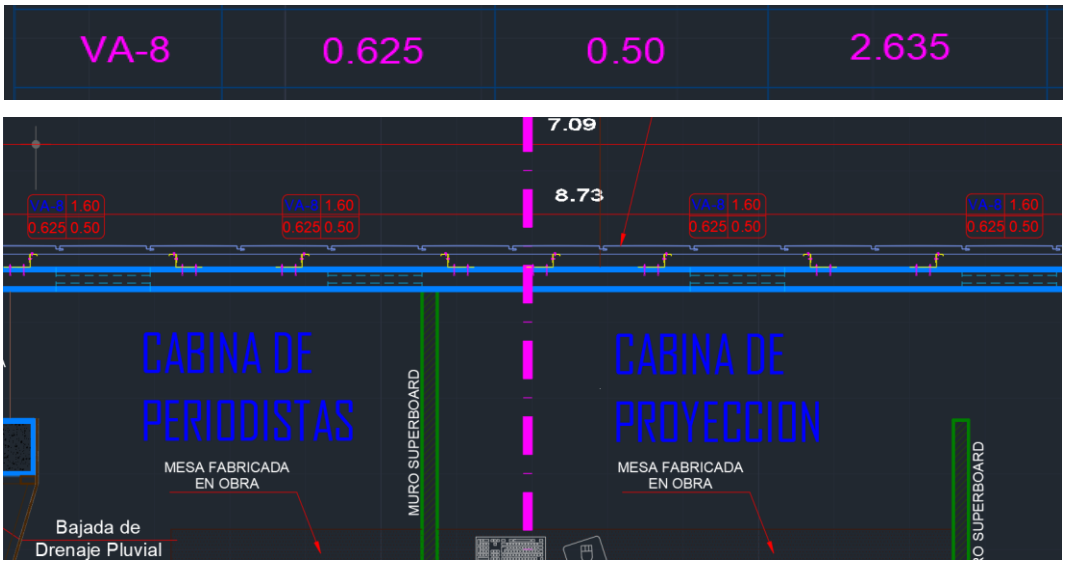
Para las ventanas altas se pudo identificar que en el cuadro de vanos indica un alfeizar. Sin embargo, en la planta arquitectónica se muestra otras alturas. A continuación, se muestran las imágenes a detallar.

VENTANAS ALTAS

VA-1	6.49	0.685	2.15	01	-	-	-	01
VA-2	2.66	0.60	2.235	01	-	-	-	01
VA-3	1.96	0.60	2.235	01	-	-	-	01
VA-4	6.49	0.985	2.15	-	01	01	01	03
VA-5	2.66	0.60	2.535	-	01	01	01	03
VA-6	1.96	0.60	2.535	-	01	01	01	03
VA-7	0.73	0.60	2.15	-	01	01	-	02
VA-8	0.625	0.50	2.635	-	-	04	-	04
VA-9	7.29	0.985	2.15	-	-	-	01	01
VA-10	1.20	0.685	2.15	01	-	-	-	01
VA-11	1.20	0.985	2.15	-	02	-	-	02
VA-12	1.00	1.085	2.15	-	-	-	01	01
VA-13	0.90	0.985	2.15	-	-	-	01	01
VA-14	0.90	1.085	2.15	-	-	-	01	01



Para el tipo de ventana alta **VA-8.** Se observa que en el cuadro de vanos indica un alfeizar de 2.635m. Sin embargo, en el plano de planta se observa que el alfeizar es de 1.60 m.

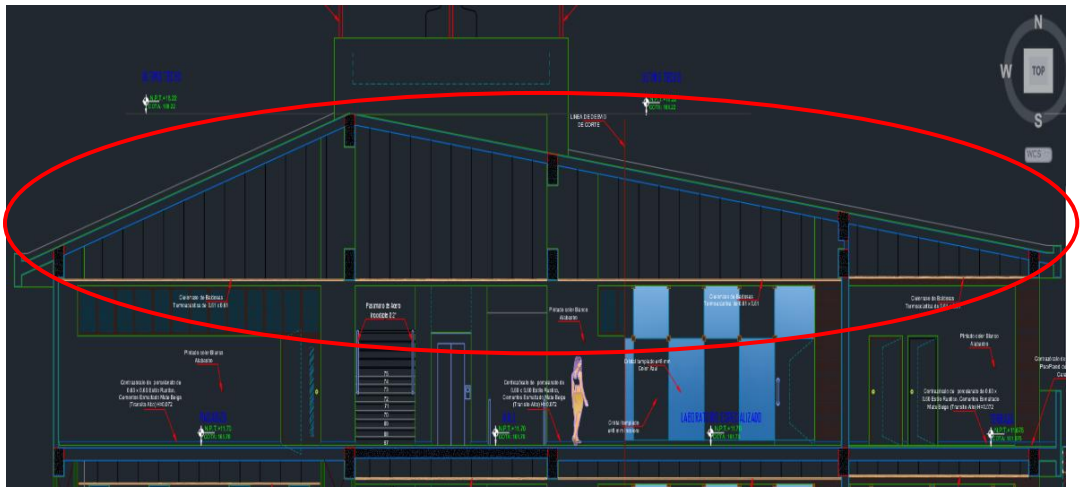


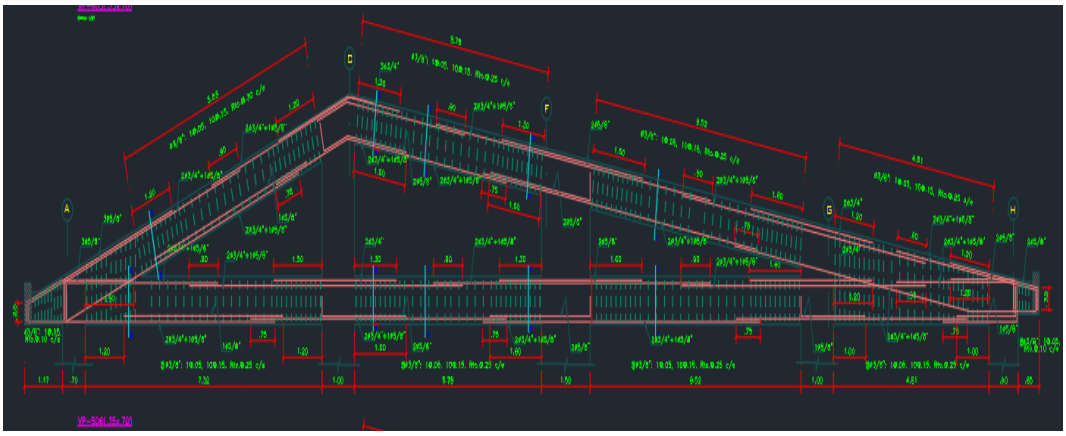
Para el tipo de ventana alta **VA-12.** Se observa que en el cuadro de vanos indica que existe 01 ventana en el cuarto nivel. Sin embargo, en el plano de planta del mismo nivel no se logra observa ninguna ventana de ese tipo.

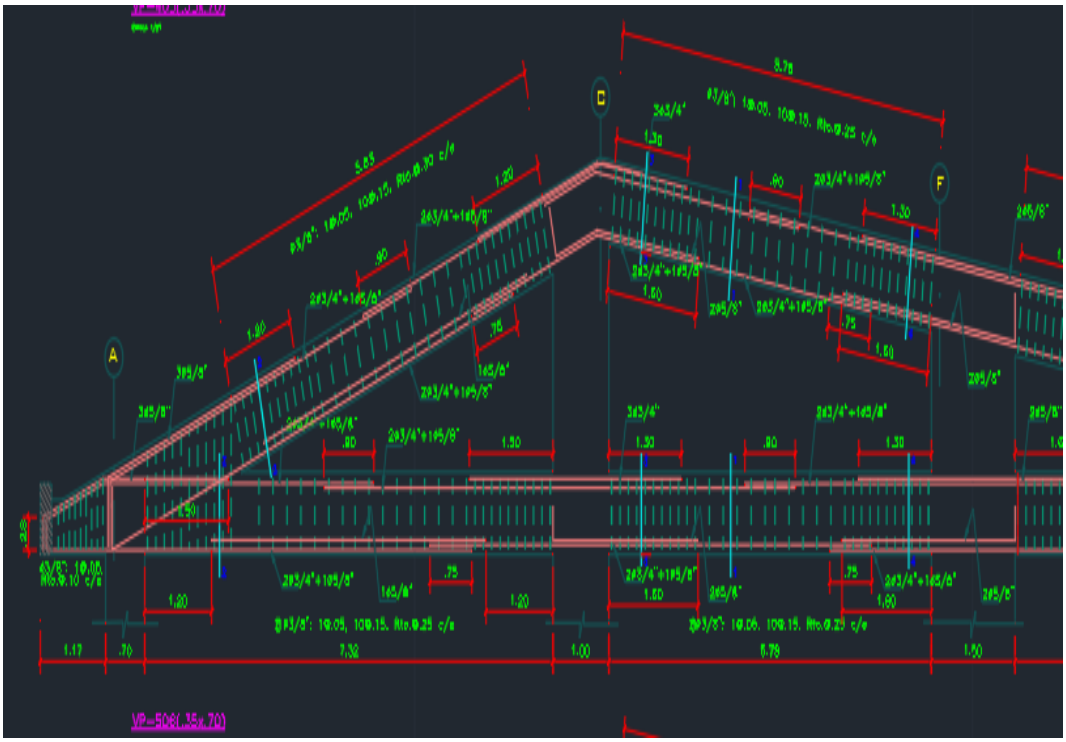


Observación N° 02:

Correspondiente a la cumbrera esta tiene diferente altura con respecto al plano de Estructuras.

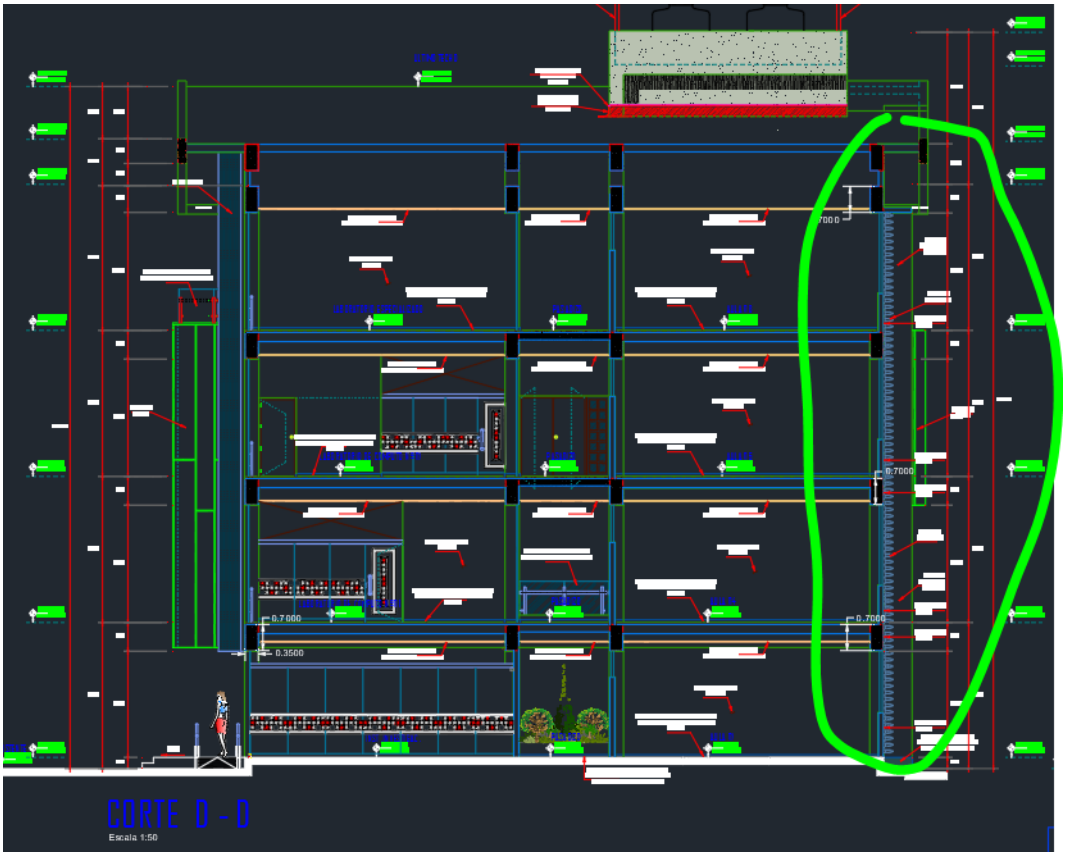


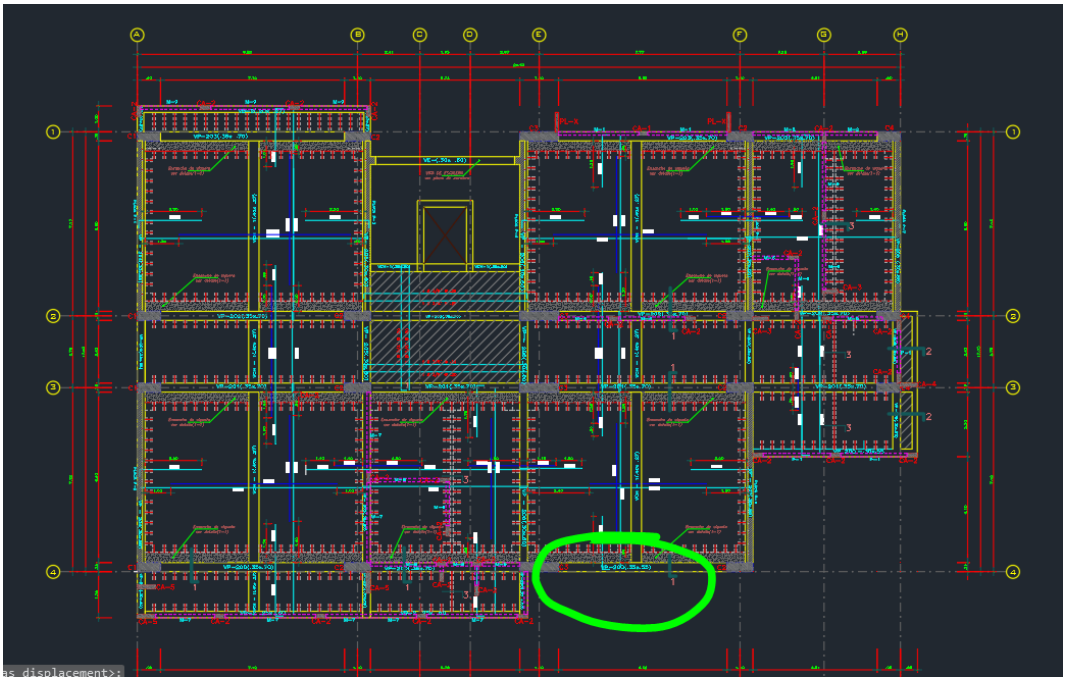




Observación N° 03:

En el corte D-D de la especialidad de Arquitectura se muestran que todas las vigas son de 0.35x0.70. Sin embargo, en los planos de Estructuras se tiene en el eje 4-4 un tipo de viga de 0.35x0.55 m.



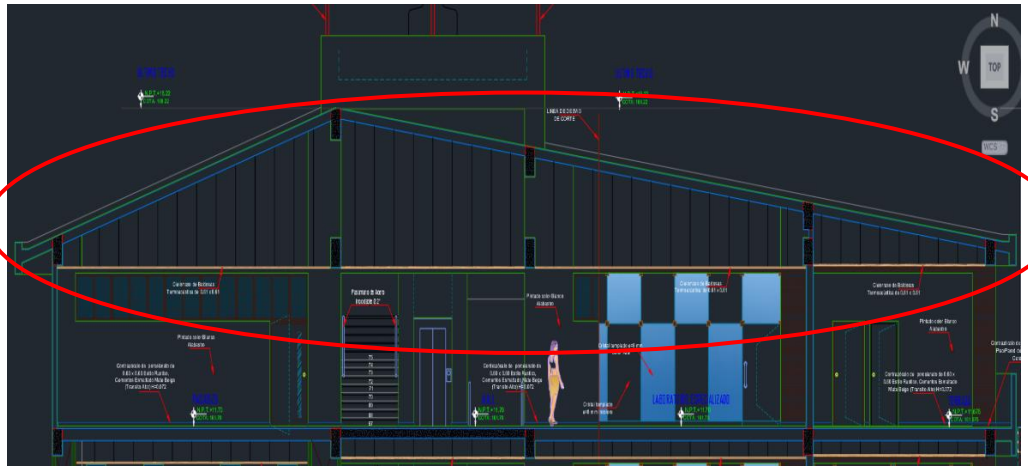


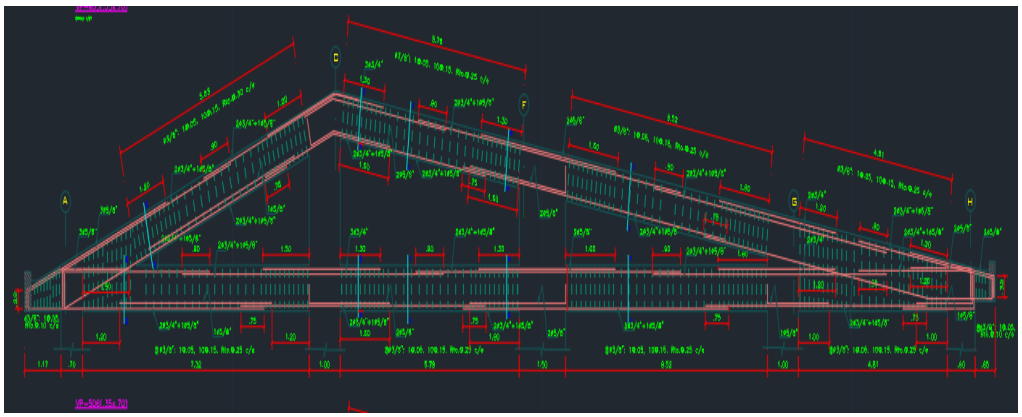
Elaboración Propia.

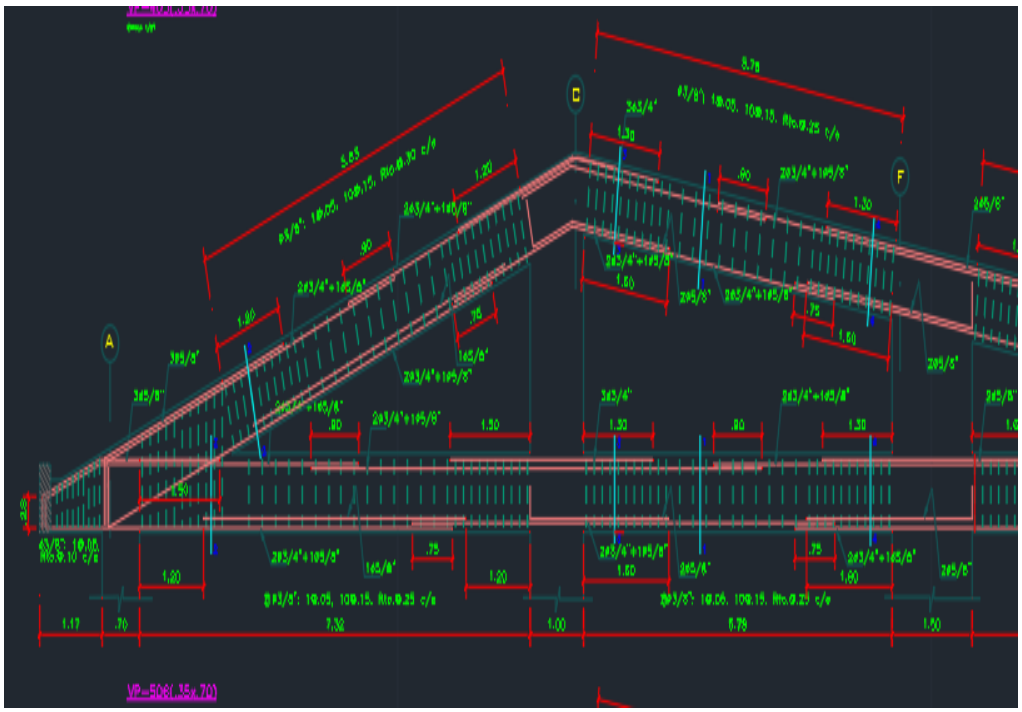
ESPECIALIDAD ESTRUCTURAS

Observación N° 01:

Correspondiente a la cumbrera esta tiene diferente altura con respecto al plano de Arquitectura.

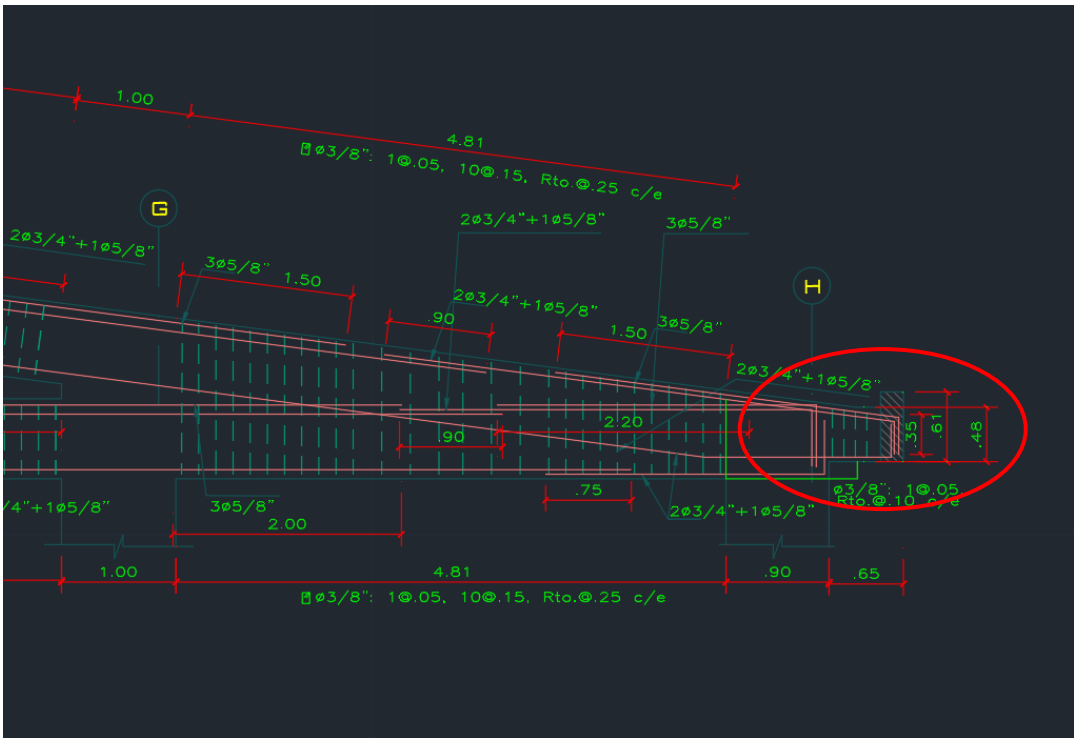


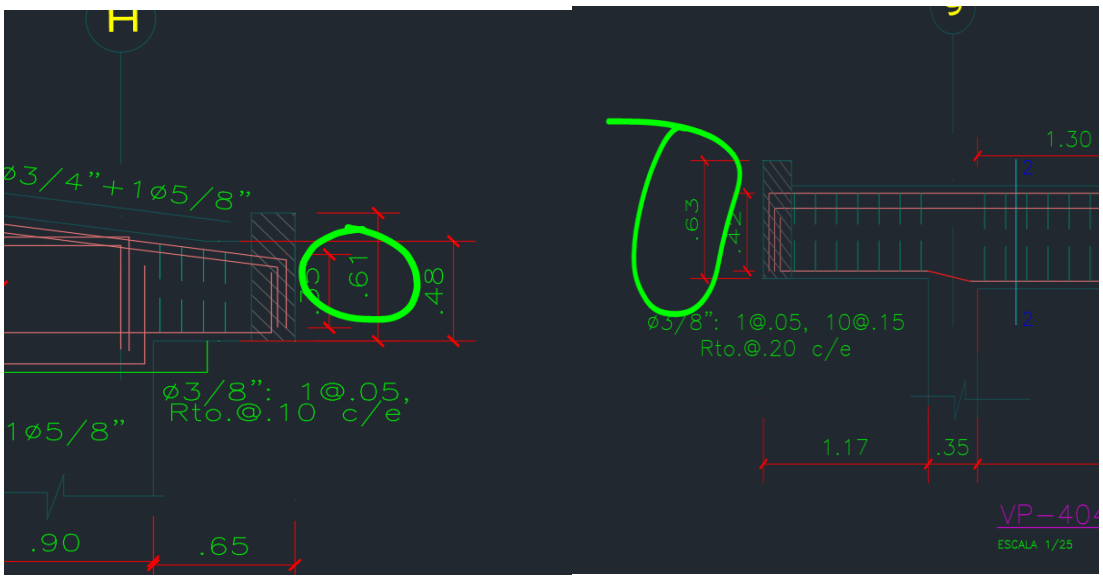




Observación N° 02:

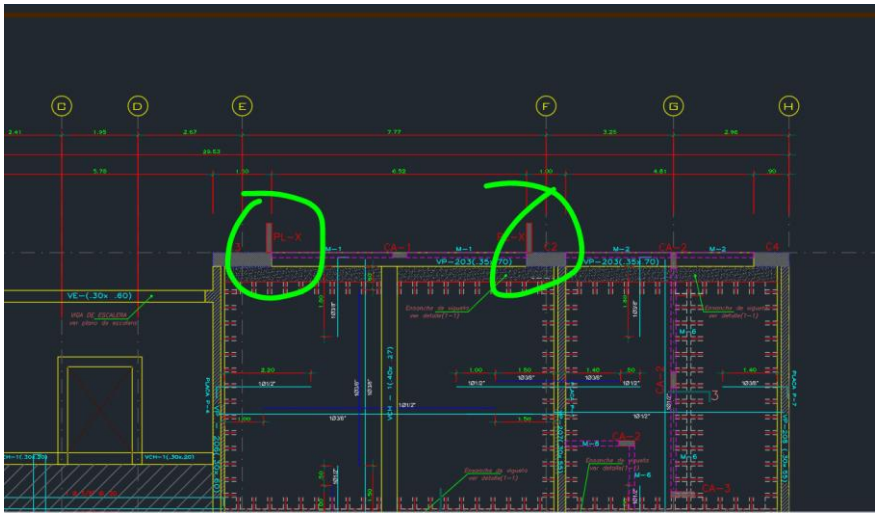
Con respecto a las canaletas en ambas direcciones estas no tienen la misma dimensión el en sentido transversal como se muestra en la imagen.

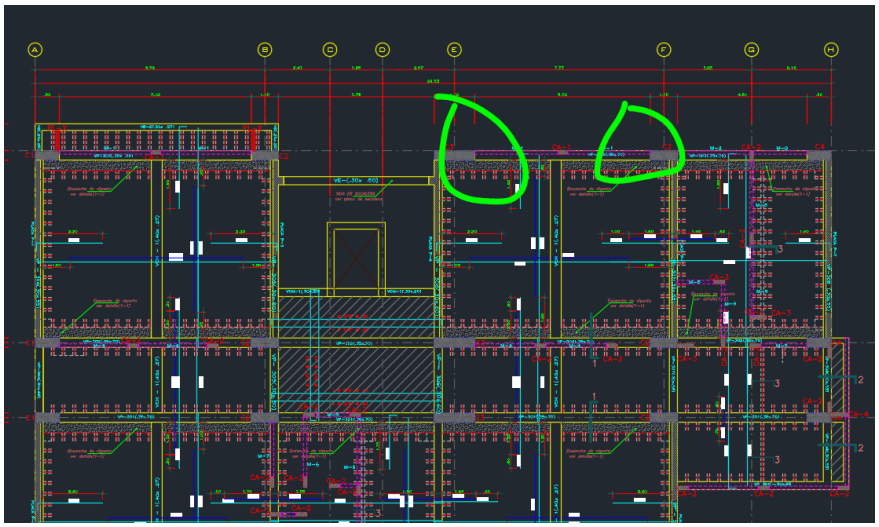




Observación N° 03:

Entre el eje E y F indica en los planos de Estructuras Placas en el segundo nivel. Sin embargo, en los demás niveles ya no se muestran las placas. Finalmente, en los planos de arquitectura se muestran en todos los niveles.



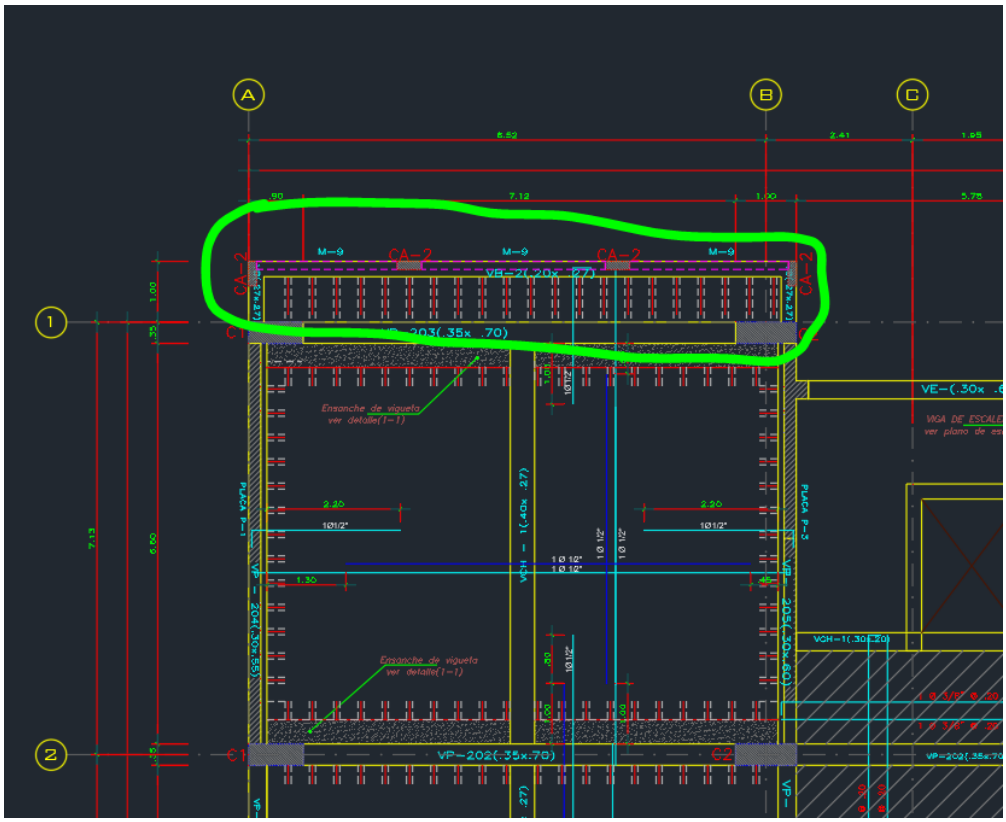


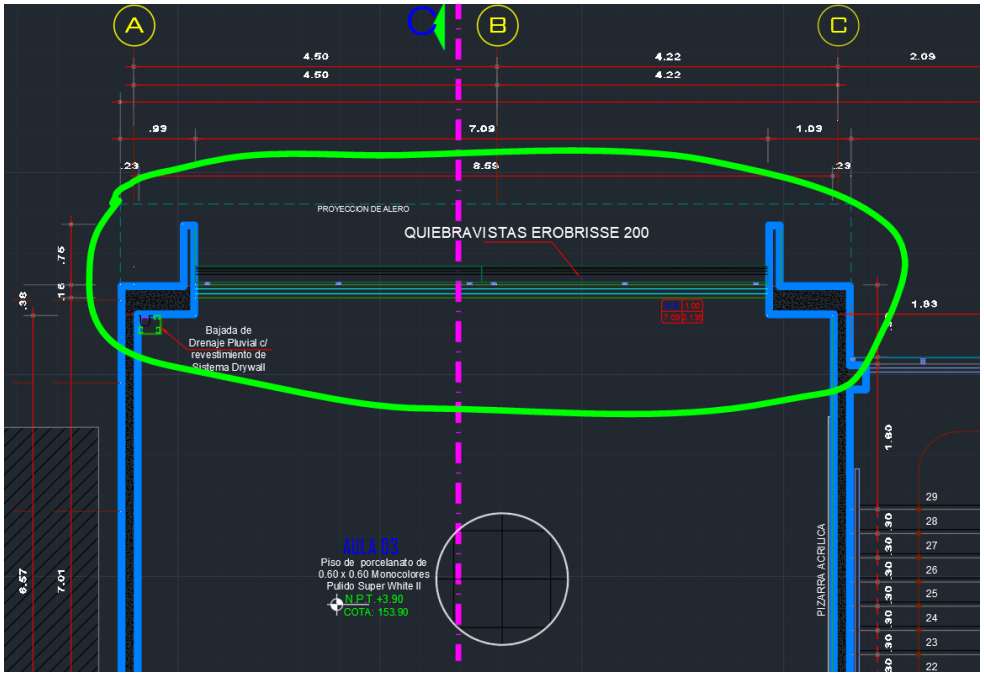


Observación N° 04:

Entre los ejes A y C en los planos de estructuras se muestra las placas en los bordes.

Sin embargo, en los planos de arquitectura muestran a un desfase interior de 0.93 m.





Fuente: Elaboración Propia.

4.1.1.3 Reportes de metrados y estimación de costos

Tabla 10

Reporte de metrado de zapatas de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	264.82	199.72	+32.59%
Acero	KG	9,659.83	9,543.75	+1.21%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 11

Reporte de metrado de vigas de cimentación de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	78.53	146.71	-46.48%
Encofrado	M2	298.13	636.33	-53.15%
Acero	KG	14,936.12	14,571.613	+2.50%
Curado	M2	298.13	636.33	-53.15%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 12

Reporte metrado de sobrecimientos reforzados de concreto armado f'c=175 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	15.11	4.01	+3.76.80%
Acero	KG	149.40	60.52	+1.46.86%
Encofrado	M2	1,183.73	340.76	+3.47.38%
Curado	M2	149.40	60.52	+1.46.86%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 13

Reporte de metrado de muros reforzados de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	119.34	140.50	-15.07%
Acero	KG	17684.00	13,760.54	+28.51%
Encofrado	M2	1,193.40	1,122.69	+6.29%
Curado	M2	1,193.40	1,122.69	+6.29%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 14

Reporte de metrado de columnas y columnetas de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	141.55	139.41	+1.53%
Acero	KG	21,753.16	25,401.27	-14.37%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15

Reporte de metrado de vigas y viguetas de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	226.48	253.95	-10.82%
Acero	KG	32,629.74	33,137.30	-1.54%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 16

Reporte de metrado de escaleras de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	10.69	15.93	-32.90%

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17

Reporte de metrado de caja de ascensores de concreto armado f'c=210 kg/cm2.

Partida	Unidad	Expediente Técnico (A)	Modelo BIM (B)	Variación (B) con (A)
Concreto premezclado	M3	81.80	140.50	-41.78%
Acero	KG	13,380.80	13,760.54	-2.76%

Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. Resultados relacionado a la variable 2: Control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali

Relación entre el modelo gráfico tridimensional y la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali:

La dimensión Modelo gráfico tridimensional no solo representa una figura 3D, sino el Modelo de Información para la Construcción (BIM), del cual el modelo tridimensional es tan solo el componente gráfico. Se establece una relación causal entre esta dimensión para mejorar la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, a continuación se visualiza la interpretación y el análisis de la relación en la Tabla 17:

Tabla 18

Relación entre el modelo gráfico tridimensional y la calidad de los proyectos.

Componente gráfico	Interpretación
Aspecto gráfico (Geometría)	El modelo BIM permite la visualización completa y clara del proyecto de infraestructura. Esto facilitó enormemente la comprensión del diseño por parte de todos los ingenieros y responsables del proyecto (diseñador, contratista, supervisor, la casa de estudios como propietario). En el contexto de la calidad, se observó una mejora al reducir errores de interpretación generados por información inconsistente en los planos del proyecto.
Información (Base de Datos)	Los objetos 3D están vinculados a datos (especificaciones técnicas, materiales, cantidades o metrados, costos -también llamado dimensión 5D-, tiempo -también llamado dimensión 4D-). En ese contexto, la calidad se incrementó al asegurar la precisión y la coherencia de la información utilizada, evitando discrepancias entre la geometría y los documentos asociados
Colaboración e Interoperabilidad	El modelo BIM al ser una plataforma común de datos, La calidad se optimizó a través de la coordinación multidisciplinar. Esta metodología permitió la detección temprana de interferencias entre estructuras, instalaciones sanitarias, eléctricas, etc., **antes** de la construcción, lo cual genera un gran impacto **durante** la construcción, minimizando los retrabajos, sobrecostos en obra y demora en la entrega del producto final.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Para los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, la implementación BIM y el modelamiento gráfico tridimensional tiene el potencial de influir significativamente en las dimensiones del control de calidad.

Control de la Calidad del Diseño (Preventivo). El modelo 3D en el entorno BIM es esencialmente una herramienta de **control de calidad preventivo**.

- **Identificación de Fallas:** El modelo 3D georreferenciado (integrando datos topográficos, por ejemplo, crucial en Ucayali) permite realizar análisis y simulaciones que anticipan problemas de diseño (estructurales, funcionales, medioambientales) que un plano 2D no podría mostrar.
- **Mejora de la Constructibilidad:** Al simular virtualmente el proceso de construcción (Modelado 4D), la UNU puede revisar la secuencia de obra y asegurar que el diseño sea eficiente y seguro antes de iniciar la ejecución, lo que se traduce en menor improvisación y mayor calidad en la ejecución.

Control de la Calidad de los Entregables (Documental). El modelo 3D se convierte en la **fuente única de verdad** para la documentación.

- **Precisión de Metrados y Presupuestos (5D):** La extracción automática de cantidades (metrados) del modelo 3D reduce drásticamente el error humano y la probabilidad de desviaciones presupuestales, garantizando que el diseño se ajuste a los recursos disponibles, un factor crítico en proyectos públicos.
- **Generación Coherente de Planos:** Los planos de detalle y documentación se generan directamente desde el modelo 3D, asegurando que la información gráfica (planos) y la no gráfica (especificaciones) estén siempre sincronizadas y actualizadas, mejorando la calidad de los entregables.

Control de la Calidad en la Ejecución y Operación (Post-ejecución). El valor del modelo 3D se extiende más allá de la construcción.

- **Gestión de Mantenimiento (7D):** Una vez construida la infraestructura, el modelo 3D enriquecido con información (componente BIM) sirve como un gemelo digital para la gestión de activos y el mantenimiento. Esto permite a la universidad planificar operaciones de manera más eficiente y sostenible, asegurando la durabilidad y la vida útil de la infraestructura.
- **Inspección y Seguimiento:** El modelo 3D puede ser usado en obra para comparar el *as-built* (lo real construido) con el diseño, facilitando una inspección de calidad más rigurosa y rápida.

Relación entre la dimensión temporal y la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali:

La dimensión temporal viene a ser el segundo pilar clave en la aplicación de la metodología BIM. Esta dimensión, también llamada modelo 4D viene a ser la vinculación del Modelo Gráfico Tridimensional con el tiempo en obra lo que llamamos programación de obra. Esta integración no es una mera secuencia visual; es la herramienta que traslada el control de calidad de la ejecución física a la planificación virtual, a continuación se presenta la interpretación de la relación en la Tabla 18:

Tabla 19

Relación entre la dimensión temporal y la calidad de los proyectos

Componente gráfico	Interpretación
Dimensión temporal (4D)	La dimensión temporal permite la Representación dinámica del proceso constructivo. Los elementos 3D del modelo se asocian a las actividades de la Estructura de Desglose del Trabajo (EDT) y el cronograma. Esto llevado al control de calidad del proyecto, permitió detectar y resolver conflictos de secuencia o logística antes de que ocurran en la obra, previniendo retrasos y

	la necesidad de *fast-tracking* (aceleración) costoso, lo cual deteriora la calidad.
Simulación constructiva	Esta dimensión permite la visualización, paso a paso, de cómo se construirá el proyecto. Permite simular la logística, el acopio de materiales, y la interferencia de trabajos simultáneos. Asegura la constructibilidad del diseño en un marco de tiempo realista. Un plan constructivo validado reduce la improvisación y el retrabajo, los mayores enemigos de la calidad en la ejecución y mejora los procesos de productividad.
Planificación de recursos	En esta dimensión facilita la planificación "Just-in-Time" (JIT, por sus siglas en inglés, que significa Justo a Tiempo) de equipos, mano de obra y materiales, integrando a menudo la dimensión 5D (referente a los costos del proyecto). En la práctica esto permitió optimizar la disponibilidad y el uso de recursos, ajustar el requerimiento de la cantidad de materiales correctos y el personal adecuado en el momento justo minimizan los errores, el desperdicio y los tiempos muertos, elevando la eficiencia y, por ende, la calidad.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Para los proyectos de infraestructura de la Universidad, la dimensión temporal (4D) tiene el potencial de influir significativamente en el control de calidad, especialmente en la gestión de riesgos:

Control de la Calidad del Cronograma (Gestión de Plazos). El 4D convierte el control de plazos en un elemento de control de calidad.

- **Anticipación de Cuellos de Botella y Retrasos:** Al simular la construcción, el equipo puede identificar visualmente las actividades con potencial conflicto

(rutas críticas). Por ejemplo, si se prevé que una estructura interferirá con la entrega de materiales para una estructura adyacente, el modelo 4D lo revelará, permitiendo ajustar la secuencia en el escritorio y evitar retrasos que, en el sector público, pueden acarrear sanciones y mala calidad por prisas.

- **Mejora de la Comunicación y Aprobación:** El modelo 4D es una herramienta de comunicación poderosa. Permite a los gestores de la UNU y a los supervisores visualizar la planificación de manera intuitiva, facilitando la **revisión y aprobación rápida** de las fases, lo cual es un factor crítico para mantener el flujo de trabajo y la calidad del proyecto dentro del tiempo establecido.

Control de la Calidad Logística y de Seguridad (8D). Una planificación temporal deficiente es una fuente principal de accidentes y baja calidad en la obra.

- **Optimización de la Logística Espacio-Temporal:** El modelo 4D permite simular el diseño de áreas de obra temporales a lo largo del tiempo. Al visualizar las instalaciones temporales necesarias para cada fase, se garantiza un flujo de trabajo sin interferencias físicas, minimizando los riesgos de seguridad y el daño a materiales, lo que impacta directamente en la calidad de la ejecución.
- **Gestión de Riesgos Temporales:** La universidad, al adoptar el 4D, puede realizar análisis de escenarios (*What-if*), evaluando el impacto de posibles retrasos en tareas específicas sobre la fecha final de entrega. Esta gestión proactiva de riesgos garantiza que la calidad del producto final no se sacrifique para compensar la pérdida de tiempo.

Impacto en la Fase de Operación (Mantenimiento). La calidad en el tiempo no se limita a la construcción.

- **Coherencia 4D con 7D (Mantenimiento):** Una programación de calidad (4D) asegura que el proceso de construcción se documente de forma fiable. Esta documentación temporal facilita la transferencia de información para el mantenimiento y la operación (7D) al final del ciclo de vida, lo cual es un indicador de la calidad total del activo para la universidad.

Relación entre la estimación de costos y la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali:

La estimación de costos viene a ser el tercer pilar clave en la aplicación de la metodología BIM. Esta dimensión, también llamada modelo 5D, impacta de manera crítica en la calidad de proyectos de infraestructura pública en este caso de la Universidad, a continuación se presenta la interpretación y el análisis de la relación en la Tabla 19:

Tabla 20

Relación entre la estimación de costos y la calidad de los proyectos

Componente gráfico	Interpretación
Estimación de costos (5D)	La estimación de costos es la vinculación de los elementos del Modelo 3D con sus metrados (cantidades) y precios unitarios asociados. En esta etapa se generó un presupuesto dinámico, es decir, permitió la toma de decisiones informada durante las fases tempranas del diseño. Se asegura que las especificaciones de calidad (materiales, sistemas) se ajusten al presupuesto, evitando recortes de última hora que sí comprometen la calidad.
Precisión de Metrados	La información de cantidades se extrae directamente y de forma automática del modelo 3D, eliminando el error humano del cálculo manual de metrados. Esto garantizó la confiabilidad del presupuesto base. Ya que una estimación precisa del costo total del proyecto y sus componentes reduce la probabilidad de adicionales de obra por metrados faltantes, que son una fuente principal de controversias y deterioro de la calidad en la ejecución.
Análisis de Valor y Escenarios	Esta dimensión permitió simular rápidamente el impacto en el costo al modificar materiales o sistemas constructivos. Esto tuvo un impacto en la optimización del diseño sin sacrificar la calidad. Para mejorar la calidad, la UNU puede evaluar distintas opciones para obtener el mejor rendimiento por el costo, enfocándose en la calidad el valor ofrecido.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Para los proyectos de infraestructura de la Universidad, la estimación de costos (5D) exige transparencia y eficacia, su implementación tiene un impacto directo y significativo en el control de calidad.

Control de la Calidad del Presupuesto (Evitando Desviaciones). En la administración pública, la desviación presupuestal es una falla de calidad en la gestión del proyecto.

- **Minimización de Adicionales de Obra:** La estimación de costos o la dimensión 5D, al asegurar metrados completos y precisos desde el diseño, reduce la necesidad de generar expedientes de adicionales de obra durante la ejecución por errores de cálculo. Esto garantiza que la construcción se realice según el diseño original de calidad y a un costo planificado.
- **Transparencia y Trazabilidad:** Cada partida de costo está directamente ligada a un componente gráfico en el modelo 3D. Esto facilita a la universidad la auditoría y el control de los gastos, asegurando que solo se pague por lo que está modelado y especificado, lo que es un pilar fundamental y un gran avance en la calidad en la gestión pública.

Control de la Calidad del Diseño a Nivel de Especificaciones. La calidad del diseño está ligada a la viabilidad económica.

- **Justificación Técnica y Económica de Materiales:** El 5D permite verificar que los materiales y acabados de alta calidad especificados en el diseño sean presupuestalmente viables antes de la licitación. Esto previene que, por falta de presupuesto, la entidad se vea forzada a usar materiales de menor calidad durante la ejecución, lo que afectaría la durabilidad de la infraestructura.
- **Decisiones Oportunas de Valor:** La capacidad de realizar estimaciones rápidas permite al equipo de diseño y a los gestores de la universidad evaluar el impacto económico de las soluciones de ingeniería de mayor calidad. Si un

sistema constructivo más resistente (mayor calidad) solo representa un aumento marginal del costo total, el 5D facilita la justificación para implementarlo.

Control de la Calidad en la Ejecución (Control de Gastos). El 5D se extiende a la fase de obra a través del control de costos.

- **Seguimiento de Avance Financiero:** Al combinar el 5D con el 4D (Tiempo), se obtiene una herramienta poderosa para el control del flujo de caja. La universidad puede verificar si el avance físico (lo construido) se corresponde con el gasto incurrido (lo pagado), asegurando que los pagos por avance sean correctos y que la calidad del trabajo ejecutado sea proporcional a la inversión realizada.

Relación entre el análisis de sostenibilidad y la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali:

El análisis de sostenibilidad viene a ser el cuarto pilar clave en la aplicación de la metodología BIM, lo que nos lleva a la dimensión 7D de BIM. Esta dimensión es crucial para el concepto de calidad de vida útil de la infraestructura de la Universidad, a continuación se presenta la interpretación y el análisis de la relación en la Tabla 20:

Tabla 21

Relación entre el análisis de sostenibilidad y la calidad de los proyectos

Componente gráfico	Interpretación
Análisis de sostenibilidad (7D)	Esta dimensión es la fase de gestión del ciclo de vida del activo. Implica analizar el consumo energético, la eficiencia hídrica, la huella de carbono y el impacto ambiental de los materiales a lo largo de la vida útil del proyecto. El control de la calidad se extiende más allá de la construcción para incluir la calidad de desempeño a largo plazo. Su aplicación permitió a la UNU asegurar que la infraestructura sea económicamente viable en su operación y responsable con el entorno.

Simulación de Desempeño	El modelo BIM actúa como una herramienta de simulación para evaluar el rendimiento ambiental de la infraestructura (ej. iluminación natural, ganancia de calor, consumo energético) antes de construir. Esta dimensión garantiza la calidad funcional y operativa. Al optimizar el diseño basado en simulaciones, se reduce la necesidad de costosas actualizaciones, modificaciones o correcciones operativas posteriores.
Selección de materiales	El modelo 7D asocia los elementos 3D con datos de sostenibilidad, como el origen del material, su impacto ambiental y sus requerimientos de mantenimiento. En esta etapa se fomentó el uso de materiales de alta calidad y bajo impacto, mejorando la durabilidad (calidad intrínseca) y cumpliendo con estándares de responsabilidad social y ambiental.

Fuente: Elaboración Propia.

Interpretación:

Para la Universidad Nacional de Ucayali, ubicada en la Amazonía peruana, la dimensión 7D es **crítica**, ya que el control de calidad debe contemplar la **resiliencia** y la **adaptabilidad** al entorno tropical.

Control de la Calidad Ambiental y Funcional. La calidad se mide por la eficiencia y la mínima perturbación del entorno.

- **Eficiencia Energética y Confort:** El modelo 7D permite analizar el diseño (ej. orientación, uso de parasoles, ventilación natural) en función del clima de Pucallpa. Esto asegura que los proyectos de infraestructura (aulas, laboratorios) ofrezcan un **alto confort térmico** con el **mínimo consumo energético** (aire acondicionado), que es un indicador clave de la calidad funcional.
- **Gestión del Riesgo Climático:** La universidad puede utilizar el modelo BIM para analizar la selección de materiales resistentes a la alta humedad y las lluvias

intensas de la región, lo cual eleva la **calidad en términos de durabilidad y resiliencia** de la inversión pública.

Control de la Calidad de la Operación y Mantenimiento (FM). La calidad en el ciclo de vida se traduce en menores costos de operación para la universidad.

- **Planificación Proactiva del Mantenimiento:** El modelo BIM se convierte en un **Sistema de Gestión de Instalaciones (FM)**. La información asociada a los activos (garantías, especificaciones, fechas de inspección) se utiliza para planificar el mantenimiento preventivo de forma eficiente. Esto **extiende la vida útil** de la infraestructura, siendo la máxima expresión de la calidad a largo plazo.
- **Reducción de Costos de Ciclo de Vida (LCC):** Al optimizar el consumo de energía y agua y simplificar las tareas de mantenimiento a través del 7D, la universidad logra un **menor Costo del Ciclo de Vida**. Esto libera recursos financieros que pueden ser destinados a otros fines académicos, lo cual es una ganancia directa en la calidad de la administración universitaria.

Alineación con la Calidad de la Gestión Pública. El 7D refuerza la misión de la universidad como entidad pública.

- **Cumplimiento de Estándares de Sostenibilidad:** La implementación del análisis de sostenibilidad en BIM ayuda a la universidad a alinearse con los **Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)** y las normativas ambientales nacionales y regionales. Esto no solo mejora la calidad técnica, sino también la **calidad percibida** y la **responsabilidad social** del proyecto.

4.2. Contrastación de las hipótesis secundarias.

4.2.1. Contrastación de la primera hipótesis específica

- **HO:** El modelo grafico tridimensional no influye significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

- **H1:** El modelo grafico tridimensional influye directa y significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

En base a los resultados mostrados en este capítulo, se concluye que el modelo grafico tridimensional influye de manera directa y significativamente en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

4.2.2. Contrastación de la segunda hipótesis específica

- **HO:** La dimensión temporal no influye significativamente en el control de calidad de los proyectos de la infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.
- **H1:** La dimensión temporal influye directa y significativamente en el control de calidad de los proyectos de la infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

En base a los resultados mostrados en este capítulo, se concluye que la dimensión temporal influye de manera directa y significativamente en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

4.2.3. Contrastación de la tercera hipótesis específica

- **HO:** La estimación de costos no influye significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.
- **H1:** La estimación de costos influye directa y significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

En base a los resultados mostrados en este capítulo, se concluye que la estimación de costos influye de manera directa y significativamente en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

4.2.4. Contrastación de la cuarta hipótesis específica

- **HO:** El análisis de sostenibilidad no influye significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.
- **H1:** El análisis de sostenibilidad influye directa y significativamente en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

En base a los resultados mostrados en este capítulo, se concluye que el análisis de sostenibilidad influye de manera directa y significativamente en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

CAPÍTULO V
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.

5.1. Contrastación de los resultados del trabajo de campo.

Con respecto a los resultados del trabajo de campo con la metodología BIM, a continuación se presenta el contraste lógico de las variables con el marco teórico:

El resultado del análisis documental sobre el *status quo* de los proyectos de infraestructura en la Universidad Nacional de Ucayali tales como la alta incidencia de prestaciones adicionales de obra, ampliaciones de plazo, o fallas operativas en la etapa de recepción, el estudio permitió identificar como la causa raíz la deficiencia en la gestión de la información. Esto se discutió y comparó con los resultados del estudio de Anquise Huanca (2024) que concluye la implementación de la metodología BIM mejora el control del proyecto, la integración el modelado tridimensional redujo la cantidad de errores de interpretación de información, permite el trabajo colaborativo entre las distintas especialidades del proyecto, y la gestión del ciclo de vida de los proyectos de infraestructura cumpliendo con los estándares y normatividad.

Con respecto a los resultados del trabajo de campo y la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad, los resultados contrastan positivamente con la teoría BIM del arquitecto Charles Eastman (2011), sostiene que el BIM permite una integración multidisciplinaria que mejora la calidad del diseño y ejecución. Los resultados del campo confirman esta premisa, evidenciando una relación positiva y significativa sobre la capacidad de BIM para reducir errores y mejorar la trazabilidad de procesos.

Así mismo, la literatura sobre la gestión de calidad en infraestructura que establece el PMBOK, la ISO 19650, el Plan BIM Perú y las normas técnicas peruanas del BIM, destacan la importancia de la documentación precisa y el control de procesos. El presente estudio reveló que los métodos tradicionales presentan debilidades en estos aspectos, lo que refuerza la pertinencia de BIM como alternativa de solución.

5.2. Contrastación de la hipótesis general.

- HO: La metodología BIM no influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.
- H1: La metodología BIM influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

En base a los resultados mostrados en el anterior capítulo, se concluye que la metodología BIM influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.

5.3. Aporte científico de la investigación.

El principal aporte se sitúa en la validación de un modelo de gestión innovador para la administración pública universitaria en el Perú.

Tabla 22

Aporte científico del estudio

Ámbito del Aporte	Descripción Específica
Aporte Metodológico y Tecnológico	El aporte reside en la adaptación y contextualización de la metodología BIM (un enfoque originalmente técnico-constructivo) a un modelo de gestión administrativa orientado al Control de Calidad en el sector público. Esto incluye el desarrollo de un marco o modelo teórico-práctico para la implementación de BIM en instituciones universitarias como es el caso de la Universidad Nacional de Ucayali.
Aporte Teórico-Administrativo	La investigación consolida la relación causal entre la gestión de la información integrada (BIM) y la calidad total del proyecto (incluyendo las dimensiones 3D, 4D, 5D, y 7D). Demuestra que la Digitalización de la Gestión de Proyectos

	(BIM) no es solo una herramienta de diseño, sino un sistema administrativo que garantiza mayor eficiencia, transparencia y sostenibilidad.
Aporte en el Sector Público	Provee evidencia empírica de que la implementación de BIM es una solución efectiva para mitigar las fallas históricas de calidad en la ejecución de proyectos de infraestructura pública en el Perú (tales como ampliaciones de plazo, prestaciones adicionales de obra y baja calidad en la post-ejecución)

Fuente: Elaboración Propia

El aporte más tangible es la "Propuesta de Implementación de la Metodología BIM para el Control de Calidad" en el ámbito de la Universidad Nacional de Ucayali.

El estudio propone un proceso de gestión BIM que define roles, flujos de trabajo, niveles de desarrollo de información (LOD) y requisitos de interoperabilidad específicos para los proyectos de infraestructura universitaria. Además, este sistema establece el primer paso para la implementación de una metodología digital avanzada en la gestión de proyectos de la UNU, transformando los procesos tradicionales de administración de proyectos.

La evidencia empírica de la relación entre la metodología BIM y la gestión de la calidad de los proyectos de infraestructura tiene su impacto en las dimensiones de la calidad de la siguiente manera:

- **Control de Riesgos:** el control técnico-Administrativo proporciona datos que demuestran cómo la detección temprana de interferencias (3D) influye en la reducción de adicionales de obra y retrabajos (problemas administrativos).
- **Optimización Financiera:** de costos-calidad, concluye la correlación positiva entre la precisión de la estimación de costos (5D) y el cumplimiento de las especificaciones de calidad al inicio, evitando la sustitución de materiales de menor calidad por restricciones presupuestarias.

- **Valoración de la Sostenibilidad:** el estudio aporta evidencia sobre cómo la gestión del ciclo de vida (7D) en la fase de diseño es esencial para garantizar la calidad a largo plazo (en términos de Calidad de Vida Útil, durabilidad y eficiencia operativa) de los activos de la Universidad.

La contribución de la metodología BIM se alinea con las políticas públicas nacionales y regionales de modernización con BIM de la siguiente manera:

- **Generación de Conocimiento Aplicado:** el presente estudio servirá como base técnica y administrativa para que otras universidades nacionales y entidades públicas regionales puedan iniciar o acelerar sus propios procesos de adopción de BIM y modernización de la gestión de proyectos.
- **Apoyo a la *Hoja de Ruta BIM Perú*:** El presente trabajo contribuye aportando la evidencia regional necesaria para sostener y adaptar las políticas nacionales de digitalización de la construcción.

En resumen, el aporte científico de este estudio no solo contribuye a la validación de un modelo de gestión innovador para la administración pública universitaria en el Perú, sino que también ofrece soluciones prácticas y recomendaciones clave para mejorar la calidad de proyectos de infraestructura universitaria. Estos resultados beneficiarán a la comunidad académica, proporcionando una base para futuras investigaciones y fortaleciendo la enseñanza en áreas como la planificación y gestión de proyectos, control de calidad, tiempo y costos en relación a la ejecución de las inversiones públicas.

CONCLUSIONES

Cada conclusión debe estar relacionado con las acciones realizadas durante la investigación, indicado cada uno de ellos en los objetivos específicos

- Se determinó que la metodología BIM si influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. Los resultados de la investigación demuestran que la aplicación lógica y gradual de este sistema puede generar mejores resultados en la calidad de los proyectos en sus distintas etapas desde la elaboración del expediente técnico y durante la ejecución de obra, además la metodología es práctica y aplicable para todos los colaboradores del proyecto lo cual permite el trabajo colaborativo durante toda la fase.
- El modelo gráfico tridimensional influyo directa y significativamente en el control de la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, esto se confirmó mediante el contraste entre el modelamiento BIM y el modelo tradicional con el CAD en 2D, a través de todas sus especialidades.
- La dimensión temporal influyo directa y significativamente en el control de la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. Los resultados demostraron que la metodología aporta una dimensión significativa permitiendo detectar inconsistencias o incoherencias técnicas en los documentos del expediente técnico que llegará a obra, requerimientos de información del proyecto, trazabilidad de procesos que evita demoras y sobrecostos y prevé la calidad de las obras.
- La estimación de costos influyo directa y significativamente en el control de la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, esto se evidenció mediante los reportes de metrados y la comparación con respecto a los metrados ejecutados en el proyecto de infraestructura de la universidad.

- El análisis de sostenibilidad influyo directa y significativamente en el control de la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali, esto confirma que una supervisión constante y efectiva durante la ejecución es esencial para garantizar que las obras se completen según lo planificado, sin desviaciones significativas en términos de calidad, costo y tiempo.

SUGERENCIAS

Cada sugerencia debe responder a cada conclusión, estableciendo una unidad de criterios.

- Se sugiere a la Universidad, la adopción formal de la metodología BIM en la gestión de proyectos de infraestructura de la universidad, a través de la inversión estratégica en tecnología y formación de la oficina encargada de los estudios y expedientes técnicos de la entidad ejecutora.
- Se sugiere la integración de los modelos gráficos tridimensionales de los proyectos de infraestructura de la universidad para mejorar la calidad, ya que lleva a reducir errores de interpretación generados por información inconsistente en los planos del proyecto.
- Se sugiere la integración de la dimensión temporal en los proyectos de infraestructura de la universidad para controlar la calidad de la construcción, ya que un plan constructivo validado permite detectar y resolver conflictos de secuencia o logística antes que ocurran en la obra, reduciendo la improvisación y retrasos de trabajo mejorando la productividad de la construcción.
- Se sugiere la integración de la estimación de costos en los proyectos de infraestructura de la universidad para reducir la probabilidad de prestaciones adicionales de obra por metrados faltantes o deficiencias en las especificaciones técnicas de calidad como materiales o baja calidad.
- Se sugiere la integración del análisis de sostenibilidad en los proyectos de la universidad para mejorar el control de calidad, esto implica analizar el impacto ambiental de los materiales a lo largo de la vida útil del proyecto, fomentar el uso de materiales de alta calidad y bajo impacto, además se recomienda que el seguimiento constante y efectiva durante la ejecución es esencial para garantizar que las obras se completen cumpliendo los estándares de calidad y ambiental, sin desviaciones significativas en términos de calidad, costo y tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aliaga Melo, G. D. (2012, noviembre). *Implementación y Metodología para la Elaboración de Modelos BIM para su aplicación en proyectos industriales multidisciplinarios* [Tesis de pregrado]. Universidad de Chile, Santiago de Chile. https://bimforum.cl/wp-content/uploads/2017/07/Implementaci%C3%B3n-y-metodolog%C3%ADa-para-la-elaboraci%C3%B3n-de-modelos-BIM.pdf

Anquise Huanca, Y. B. (2024). *Propuesta de implementación de la metodología BIM en el desarrollo de expedientes técnicos y ejecución de obras en la UNJBG* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman, Tacna, Perú. https://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/20.500.12510/3992

Ayala Corbacho, A. P.; & Rojas Murrugarra, A. (2021). *Controles de calidad y ambientales en los procesos de construcción durante la fase de ejecución de un proyecto de edificación* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital de la Pontificia Universidad Católica del Perú. https://tesis.pucp.edu.pe/server/api/core/bitstreams/872452e0-9c56-43e6-ac95-07b06b4710ef/content

Bances Nuñez, P. X., & Falla Ravines, S. H. (2016). *La tecnología BIM para el mejoramiento de la eficiencia del proyecto multifamiliar "Los claveles" en Trujillo-Perú* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital de la Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12759/2041

Cerón Cuevas, I. A., & Liévano Ramos, D. A. (2017, Noviembre). *Plan de implementación de metodología BIM en el ciclo de vida de un proyecto* [Tesis de Especialidad]. Repositorio digital de la Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia. http://hdl.handle.net/10983/15347

Chacón, D., & Cuervo, G. (2017, Julio). *Implementación de la metodología BIM para elaborar proyectos mediante el software Revit* [Tesis de pregrado]. Universidad de Carabobo, Caracas, Venezuela.

Constructivo. (2021). ¿Qué países lideran la adopción de BIM? *Revista Constructivo*. https://constructivo.com/noticia/que-paises-lideran-la-adopcion-de-bim-1625778685

Cusirimay Centeno, E. B. (2022, Septiembre). *Implementación de la metodología BIM en el proyecto de infraestructura pública: instalación del Centro Rural de Formación en Alternancia Agoiganaera Maganiro de la Comunidad de Shimaa, Distrito de Echarate, La Convención – Cusco* [Tesis de pregrado]. Universidad Continental, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12394/11788

Estudio Ese. (2022, julio 7). ¿Cómo está la situación BIM en Latinoamérica? *ESTUDIOESE*. https://estudioese.com.uy/como-esta-la-situacion-bim-en-latinoamerica-7?nid=34

Fernández Villalobos, F. A. (2018). *Planteamiento de como mejorar con maquetas modeladas BIM (Building Information Modeling), el proceso constructivo en obras mineras subterráneas* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital de la Universidad de Aconcagua, Calama, Chile. https://www.bimforum.cl/wp-content/uploads/2019/05/TESIS_FFV_2018.pdf

Hernández, S. (2018). *Uso de la metodología "BIM" en la constructabilidad de los proyectos de infraestructura en la Contraloría General de la República, Jesús María, 2016* [Tesis de maestría]. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.

Hernández Sampieri, R. H., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. México: McGraw-Hill.

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2018). ETP-ISO/TS 12911, Guía Marco para el modelado de información de la edificación (BIM). Dirección de Normalización INACAL, Lima, Perú.

Instituto Nacional de Calidad [INACAL]. (2021). Norma Técnica Peruana ISO 19650-1:2021, Building Information Modeling (BIM). Dirección de Normalización INACAL, Lima, Perú.

Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2022). *Investigación del comportamiento. Métodos de investigación en ciencias sociales* (4ª ed.). México: McGraw-Hill, p. 124.

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2020). La Metodología BIM. *Portal MEF.* https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=5897&Itemid=102594&lang=es

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). (2021, julio). Nota Técnica de Introducción BIM: Adopción en la inversión pública. *Portal MEF*, Dirección General de Programación Multianual de Inversiones, Plan BIM Perú, MEF. https://www.mef.gob.pe/planbimperu/docs/recursos/nota_tecnica_bim.pdf

Pomayay Olivera, E. E. (2020). *La metodología del modelamiento de información de la construcción (BIM) y su incidencia en la optimización de costos del proyecto Pabellón "H" de la Universidad Continental-Huancayo* [Tesis de pregrado]. Universidad Continental, Perú. https://hdl.handle.net/20.500.12394/8240

Revista Construir. (2022, enero 27). Sector construcción cerró el 2021 con un crecimiento del 35%. *Revista Construir*. https://construir.com.pe/sector-construccion-cerro-el-2021-con-un-crecimiento-del-35/

Saldías Silva, R. O. L. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital de la Universidad de Chile, Santiago de Chile, Chile. https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103904

Salinas Saavedra, J. R., & Ulloa Román, K. A. (2015). *Mejoras en la implementación de BIM en los procesos de diseño y construcción de la empresa MARCAN* [Tesis de maestría]. Repositorio digital de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. http://hdl.handle.net/10757/528110

Velásquez Rosas, W. S. (2024). *Propuesta de un plan de gestión de calidad enfocado a la ejecución de obras por administración directa en la Sociedad de Beneficencia de Puno* [Tesis de pregrado]. Repositorio digital de la Universidad Continental, Perú. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/16585/2/IV_FIN_105_TE_Velasquez_Rosas_2024.pdf

ANEXOS

Anexo N°01 – MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: "PROPUESTA DE IMPLEMENTACION DE LA METODOLOGIA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y SU INFLUENCIA EN EL CONTROL DE CALIDAD DE LOS PROYECTOS DE INFRAESTRUCTURA EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI AÑO 2023"

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES			
			VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
PROBLEMA GENERAL ¿De qué manera la metodología BIM influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali? **PROBLEMAS ESPECÍFICOS** 1. ¿En qué medida el modelo grafico tridimensional influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad? 2. ¿En qué medida la dimensión temporal influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad? 3. ¿En qué medida la estimación de costos influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad? 4. ¿En qué medida el análisis de sostenibilidad influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad?	**OBJETIVO GENERAL** Determinar de qué manera la metodología BIM influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** 1. Establecer si el modelo grafico tridimensional influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad. 2. Establecer si la dimensión temporal influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad. 3. Establecer si la estimación de costos influye en la calidad de proyectos de infraestructura de la Universidad. 4. Identificar si el análisis de sostenibilidad influye en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.	**HIPÓTESIS GENERAL** La metodología BIM influye de manera directa y significativa en la calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. **HIPÓTESIS ESPECIFICAS** 1. El modelo grafico tridimensional influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. 2. La dimensión temporal influye en el control de calidad de los proyectos de la infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. 3. La estimación de costos influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali. 4. El análisis de sostenibilidad influye en el control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali.	**Independiente** **Metodología Building Information Modeling (BIM)**	• Modelo Gráfico Tridimensional • Dimensión Temporal • Estimación de Costos • Análisis de sostenibilidad	• Estandarización de herramientas de análisis y modelación. • Roles para la gestión y grado de adopción del BIM. • Detección de inconsistencias. • Trazabilidad de procesos • Inversión requerida para la implementación de BIM – Infraestructura tecnológica	**Población (N):** 40 Proyectos a nivel de expediente técnico **Muestra (n):** 01 Ejecución de obra como unidad muestral **Tipo de investigación:** Aplicada tecnológica **Nivel de investigación:** Descriptivo, explicativo correlacional, con enfoque mixto (cuantitativo-cualitativo) **Diseño:** No experimental **Técnica:** Modelamiento computacional **Instrumento:** Ficha de levantamiento de información, software BIM
			Dependiente **Control de calidad de los proyectos de infraestructura de la Universidad Nacional de Ucayali**	• Tiempo • Costo • Calidad de procesos • Eficiencia • Ejecución de gasto	• Personas en la organización con conocimientos BIM. • Grado de adopción de BIM en personas en la UNU. • Grado de adopción de BIM en la UNU - procesos. • Indicador de desempeño • Porcentaje de ejecución del gasto. • Beneficios por uso de BIM	

Anexo N°02 – LICENCIAS DE USO DE INSTRUMENTO

Licencia de uso de software DELPHIN EXPRESS BIM 360° VERSIÓN 2021

ITCEM
SOLUCIONES INTEGRALES S.R.L.

LICENCIA DE USO DE SOFTWARE

El presente documento constituye la licencia de uso indefinido que se otorga a:

DEVYN OMAR DONAYRE HERNÁNDEZ

PARA EL USO DEL SOFTWARE:

DELPHIN EXPRESS BIM 360°

VERSION 2021

Delphin EXPRESS™

Módulos otorgados:

Modulo Elaboración de Presupuestos
Modulo Seguimiento de Obra (Beta)
Módulo Delphin Office
Modulo Cuaderno de Obra Digital (Beta)
Modulo Delphin Metric (Beta)

Número de licencias entregadas: 01

Usuario:	Activation Key
Devyn Omar Donayre Hernández	[illegible]
DNI	40622313

El uso de estas licencias está sujeto a lo estipulado en las cláusulas del acuerdo de uso de Licencia.

Asimismo, adquiere el derecho de soporte técnico sobre el funcionamiento del software y actualizaciones gratuitas por el plazo de 01 año, a partir de la entrega de las licencias.

Cusco, 05 de septiembre 2020

Ing. Magno Helder Gutiérrez Rondán
Instructor Autorizado

ITCEM Soluciones Integrales S.R.L.
Calle belén 342 oficina 371 3er Piso – Cusco – Perú
Telf: 948-489704
www.itcemsolucionesintegrales.com



En Lima, **10** de **Setiembre** de **2019**

Licencia de uso CYPE Ingenieros, S.A.: Información para el licenciatario

Devyn Omar Donayre Hernández

Datos de la licencia de uso CYPE Ingenieros, S.A.: Información para el licenciatario

Licencia nº: **139691** con versión: **2019** de los programas titulados:

- ***CYPECAD - :*** *C3D - CYPECAD, PMT - Módulo de pilares metálicos, VMT - Módulo de vigas metálicas, UNI - Módulo de forjados unidireccionales, UVM - Forjados de viguetas madera, UNS - Módulo de forjados unidireccionales de viguetas in situ, UNF - Módulo de forjados unidireccionales prefabricados, UNM - Módulo de forjados unidireccionales de viguetas metálicas, RET - Módulo de forjados reticulares, FPT - Forjados reticulares y unidireccionales postesados, LMA - Módulo de losas macizas, PPA - Módulo de placas aligeradas, PAN - Módulo de pantallas, MUS - Módulo de muros de edificación, LFL - Módulo de losas flotantes, MAP - Módulo de muros de bloques de hormigón, LMX - Módulo de losas mixtas, AUT - Módulo de introducción automática, ECL - Módulo de escaleras, SPC - Módulo de sistemas de protección colectiva, MTP - Muros de tensión plana, EEC - Módulo de interacción de la estructura con los elementos constructivos, MSG - Pilares de materiales y secciones genéricas, PUN - Comprobación de punzonamiento, MEN - Ménsulas cortas, LPS - Módulo de losas postesadas, PHA - Módulo de pilares de hormigón, VHA - Módulo de vigas de hormigón, ZAP - Módulo de zapatas, ENZ - Módulo de encepados, ZCA - Módulo de cálculo avanzado de cimentaciones superficiales, PLA - Módulo de placas de anclaje, SI6 - Módulo de resistencia estructural al incendio, USE - Uniones III: Pórticos de edificación con perfiles en doble T. Uniones soldadas, UN4 - Uniones IV: Pórticos de edificación con perfiles en doble T. Uniones atornilladas, PMX - Pilares mixtos de hormigón y acero, MAD - Módulo de cálculo de estructuras de madera, UN1 - Uniones I: Naves con perfiles en doble T. Uniones soldadas, UN2 - Uniones II: Naves con perfiles en doble T. Uniones atornilladas, UN5 - Uniones V: Celosías planas con perfiles tubulares, Q04 - Cálculo en paralelo con cuatro procesadores*

  **(hormigón) USA - ACI 318M-99 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-99) *(hormigón) UE - Eurocódigo 2 - Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación *(hormigón) UE - Eurocódigo 2 Reino Unido - Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación *(hormigón) USA - ACI 318-02 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318I-02) *(hormigón) USA - ACI 318-11 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-11) *(hormigón) España - EHE-08 - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08) *(hormigón) España - EHE-98-CTE - Instrucción de Hormigón Estructural (EHE) *(hormigón) España - UNE-EN 1992-1-1:2010/NA:2015 - Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón Parte 1-1: Reglas generales y reglas para edificación *(hormigón) Perú - NTE E.060: 2009 - Reglamento Nacional de Edificaciones Norma E.060 Concreto Armado (2009) *(hormigón) USA - ACI 318M-08 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-08) *(hormigón) USA - ACI 318M-11 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-11) *(hormigón) USA - ACI 318M-14 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-14) *(hormigón) USA - ACI 318M-19 - Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318M-19) *(conformados) USA - AISI S100-2007 (LRFD) - *(conformados) USA - AISI - *(conformados) España - EAE 2011 - *(conformados) España - Eurocódigos 3 y 4 - *(conformados) España - CTE DB SE-A - *(laminados) USA - ANSI/AISC 360-10 (LRFD) - *(laminados) USA - ANSI/AISC 360-05 (LRFD) - *(laminados) USA - AISC LRFD 86 - *(laminados) USA - AISC ASD 89 - *(laminados) España - EAE 2011 - *(laminados) España - Eurocódigos 3 y 4 - *(laminados) España - CTE DB SE-A - *(viento) Método general - Norma Genérica - Norma Genérica *(viento) España - CTE DB SE-AE - CTE DB SE-AE, Código Técnico de la Edificación., Documento Básico Seguridad Estructural - Acciones en la Edificación *(viento) España - UNE-EN 1991-1-4 (2018) - Eurocódigo 1: Acciones sobre las Estructuras., Parte 1-4: Acciones Generales - Acciones de viento. *(viento) Perú - Norma Técnica E.020 - Cargas debidas al viento *(viento) UE - Eurocódigo 1 - EN 1991-1-4 (2005), Eurocódigo 1: Acciones sobre las Estructuras., Parte 1-4: Acciones Generales - Acciones de viento. *(sismo) Método general - Coeficientes por planta - *(sismo) Método general - Análisis modal espectral - *(sismo) Perú - Norma Técnica E.030 - Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente*

Para utilizar esta licencia debe instalar o tener instalada la versión arriba indicada. La versión se puede descargar en http://www.descargas.cype.es/.

Durante la instalación se pregunta el tipo de versión que desea instalar. Para utilizar la licencia electrónica, seleccione



"Versión profesional".

Atención: Si dispone de versiones no actualizadas o ya tiene instalada una Versión Licencia temporal, Versión After Hours o Versión de evaluación, consulte en la sección Soporte técnico > FAQ de nuestra página Web "Cómo instalar otra versión de los programas de CYPE Ingenieros conservando operativa la versión que actualmente tiene instalada".

Los datos de acceso a la licencia electrónica (usuario y contraseña) correspondientes al USUARIO y al ADMINISTRADOR son confidenciales y se envían a las direcciones de correo electrónico que figuren en " usuario (email) " del ADMINISTRADOR y en el del USUARIO (si lo indica el licenciatario). Tenga en cuenta que estos datos pueden ser modificados con posterioridad y son los últimos vigentes los que proporcionan acceso a los programas arriba indicados.

USUARIO. Para utilizar los programas, ejecute la versión que ha instalado como Licencia profesional y active la opción " Utilizar licencia electrónica" (dentro del menú general, o en el menú Archivo de cada programa). A continuación, introduzca el usuario (email) y la contraseña facilitada.

ADMINISTRADOR. Si sólo desea consultar o modificar los datos de acceso de los USUARIOS o su contraseña de ADMINISTRADOR, debe activar la opción " Administrar la licencia electrónica" , que sólo se encuentra en el menú general de CYPE. A continuación introduzca los datos de acceso proporcionados.

El menú general sólo se instala cuando se realiza la instalación completa de los programas.

Atención: La licencia electrónica está concebida para su uso en un ordenador con acceso permanente a Internet. Si trata de utilizar la misma licencia electrónica simultáneamente en más de un ordenador tenga en cuenta que:

- En primer lugar, debe liberar la licencia electrónica en el ordenador donde se esté utilizando.
- Y, si no lo hace, puede liberarla desde otro ordenador, pero debe tener cuidado para no cortar procesos de cálculo si está en uso.

En http://www.versiones.cype.es/ puede consultar las recomendaciones y consejos prácticos para la utilización de la licencia electrónica.

Mariano Pozo Martin
Gerente General
Cype Ingenieros Perú

cype
Eusebio Sempere, 5 · 03003 · ALICANTE
Tel. 965 922 550 / Fax 965 124 950
www.cype.es