

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCUELA DE POSTGRADO
MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GERENCIA DE LA CONSTRUCCIÓN



GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE
PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA –
POCOLLAY – TACNA 2023

Tesis

Presentada por:

Bach. Yonathan Paul Condori Coronel

ORCID 0000-0003-0602-3177

Asesor:

Dr. Martin Paucara Rojas

ORCID 0000-0002-5169-102X

Para obtener el grado académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN GERENCIA DE LA
CONSTRUCCIÓN

TACNA – PERÚ

2026

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
ESCULA DE POSTGRADO
MAESTRIA EN INGENIERIA CIVIL CON MENCION EN GERENCIA
DE LA CONSTRUCCION

TESIS

“GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN
DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA –
POCOLLAY – TACNA 2023”

Presentado por:

Br. Yonathan Paul Condori Coronel

Tesis sustentada y aprobada el 04 de Marzo de 2026 ; ante jurado examinador:

PRESIDENTE : Dr. Anibal Juan Espinoza Aranciaga

SECRETARIO : Dr. Pedro Valerio Maquera Cruz

VOCAL : Dr. Dennys Geovanni Calderón Paniagua

ASESOR : Dr. Martin Paucara Rojas

DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Yonathan Paul Condori Coronel, en calidad de Maestrado de la Maestría en Ingeniería Civil con Mención en Gerencia de la Construcción de la Escuela de Posgrado de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI: 71004643.

Soy autor (a) de la tesis titulada :

“GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA – POCOLLAY – TACNA 2023”, con asesor: Dr. Martin Paucara Rojas.

DECLARO BAJO JURAMENTO

Ser el único autor del texto entregado para obtener el grado académico de Maestro en Ingeniería Civil con mención en Gerencia de la Construcción, y que tal texto no ha sido entregado ni total ni parcialmente para obtención de un grado académico en ninguna otra universidad o instituto, ni ha sido publicado anteriormente para cualquier otro fin.

Así mismo, declaro no haber trasgredido ninguna norma universitaria con respecto al plagio ni a las leyes establecidas que protegen la propiedad intelectual.

Declaro, que después de la revisión de la tesis con el software Tumin se declara 06% de similitud, además que el archivo entregado en formato PDF corresponde exactamente al texto digital que presento junto al mismo.

Por último, declaro que para la recopilación de datos se ha solicitado la autorización respectiva a la empresa u organización, evidenciándose que la información presentada es real y soy conocedor (a) de las sanciones penales en caso de infringir las leyes del plagio y de falsa declaración, y que firmo la presente con pleno uso de mis facultades y asumiendo todas las responsabilidades de ella derivada.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y

a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Lugar y fecha : Tacna, 04 de Marzo del 2026

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Dorene', written over a horizontal line.

Nombre y apellido

DNI

DEDICATORIA

Dedico la presente investigación a: Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy, por fortalecer mi corazón e iluminar mi mente y por haber puesto en mi camino a aquellas personas que han sido mi soporte y compañía durante todo el periodo de estudio.

El proceso de esta investigación es lograr optimizar los trabajos a menor tiempo y con herramientas adecuadas; para la elaboración de proyectos con la metodología BIM y LPS ; seguir investigando y aprendiendo aplicando con nuevas metodologías de trabajo.

AGRADECIMIENTO

A Dios , por el guiarme por el buen camino, por darme la fe para seguir adelante y alcanzar los objetivos y por darme fortaleza. A nuestras familias que han sido nuestro soporte, guía y compañía durante toda nuestra vida.

A agradecer a mi madre doña Elvira coronel, por el gran apoyo y motivación para la culminación de nuestros estudios profesionales y la elaboración de esta tesis.

INDICE DE CONTENIDOS

PAGINA DEL JURADO.....	<i>iii</i>
DECLARACION JURADA DE ORIGINALIDAD.....	iv
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
INTRODUCCION	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	3
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.....	5
1.2.1. Interrogante principal.....	5
1.2.2. Interrogantes secundarias.....	6
1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	6
1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION	7
1.4.1. Objetivo general.....	7
1.4.2. Objetivos específicos	7
CAPITULO II: MARCO TEORICO	8
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION	8
2.2. BASES TEORICAS.....	16

2.2.1. Building Information Modeling (BIM).....	16
2.2.2. Lean Construction y el Last Planner System (LPS).....	18
2.2.3. Sinergia entre BIM y LPS	18
2.2.4. Aplicación en el contexto peruano	19
2.3. DEFINICION DE CONCEPTOS	20
2.3.1. Building Information Modeling (BIM).....	20
2.3.2. Lean Construction	20
2.3.3. Last Planner System (LPS)	20
2.3.4. Plan BIM Perú.....	20
2.3.5. Flujo de trabajo	21
2.3.6. Productividad en construcción	21
2.3.7 Control de obra con BIM y LPS	21
2.3.7.1 Etapas	21
2.3.8 Plan Maestro	22
2.3.9 Plan Fase	22
2.3.10 Plan look ahead	22
2.3.11 Porcentaje del Plan Completado (PPC).....	22
CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO	23
3.1. HIPOTESIS.....	23
3.1.1. Hipótesis general.....	23
3.1.2. Hipótesis específicas	23
3.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES.....	23
3.2.1. Identificación de la variable independiente.....	23
3.2.2. Identificación de la variable dependiente.....	24

3.3. TIPO DE INVESTIGACION	24
3.4. NIVEL DE INVESTIGACION	24
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION.....	25
3.6. AMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACION	27
3.7. POBLACION Y MUESTRA	28
3.7.1. Unidad de estudio.....	28
3.7.2. Población.....	29
3.7.3. Muestra.....	29
3.8. PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS	29
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	51
4.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO	51
4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACION DE RESULTADOS	52
4.3. RESULTADOS	54
4.6. DISCUSION DE RESULTADOS.....	85
CONCLUSIONES	87
RECOMENDACIONES	89
REFERENCIAS.....	90

ANEXOS

Anexos 1. matriz de consistencia

Anexo 2. Planos

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dimensiones del Building Information Modeling (BIM).....	17
Figura 2. Sinergia entre Building Information Modeling (BIM) y Last Planner System (LPS) en la gestión de proyectos de construcción.....	19
Figura 3. Diagrama de flujo del proceso experimental	31
Figura 4. Vista de la especialidad de Arquitectura en BIM.....	37
Figura 5. Plano del primer nivel.....	38
Figura 6. Plano del segundo nivel.....	38
Figura 7. Vista 3D – Isometría 1	39
Figura 8. Vista 3D – Isometría 2	40
Figura 9. Vista 3D – Isometría 3	40
Figura 10. Cuadro de acabados, vanos, puertas y ventanas	41
Figura 11. Plano de planta de zapatas y cimentación.....	42
Figura 12. Plano de planta de zapatas y cimentación – Vista 2	43
Figura 13. Plano de ingreso de agua}	44
Figura 14. Plano de salida de agua - desagüe.....	45
Figura 15. Plano de vistas isométricas	46
Figura 16. Plano de instalaciones eléctricas.....	47
Figura 17. Cronograma tradicional de obra – Vista 1	56
Figura 18. Cronograma tradicional de obra – Vista 2	57
Figura 19. Cronograma tradicional de obra – Vista 3	57
Figura 20. Cronograma tradicional de obra – Vista 4	58
Figura 21. Diagrama de Gantt – Planificación Maestra Optimizada (BIM + LPS)	62
Figura 22. Tendencia PPC semanal.....	75
Figura 23. Diagrama de Pareto - Causas de incumplimiento PPC (Semanas 1 a 3)	79
Figura 24. Curva de aprendizaje y mejora continua PPC semanal	80
Figura 25. Flujo de trabajo propuesto	84

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Áreas del primer nivel</i>	54
<i>Tabla 2. Áreas del segundo nivel</i>	55
<i>Tabla 3. Cuadro resumen del cronograma de obra tradicional</i>	61
<i>Tabla 4. Tareas planificadas y cumplidas sin aplicación de BIM y LPS</i>	61
<i>Tabla 5. Look Ahead - Semana 1 — 10/08/2025 al 16/08/2025</i>	63
<i>Tabla 6. Look Ahead - Semana 2 — 17/08/2025 al 23/08/2025</i>	63
<i>Tabla 7. Look Ahead - Semana 3 — 24/08/2025 al 30/08/2025</i>	64
<i>Tabla 8. Look Ahead - Semana 4 — 31/08/2025 al 06/09/2025</i>	65
<i>Tabla 9. Look Ahead - Semana 5 — 07/09/2025 al 13/09/2025</i>	65
<i>Tabla 10. Look Ahead - Semana 6 — 14/09/2025 al 20/09/2025</i>	66
<i>Tabla 11. Planificación semanal – Semana 1</i>	67
<i>Tabla 12. Planificación semanal – Semana 2</i>	68
<i>Tabla 13. Planificación semanal – Semana 3</i>	69
<i>Tabla 14. Planificación semanal – Semana 4</i>	70
<i>Tabla 15. Planificación semanal – Semana 5</i>	71
<i>Tabla 16. Planificación semanal – Semana 5</i>	72
<i>Tabla 17. Cuadro comparativo, enfoque de LPS en la obra</i>	73
<i>Tabla 18. Causas de incumplimiento (Escenario sin BIM ni LPS) — Semanas 1 a 3</i>	76
<i>Tabla 19. Causas de Incumplimiento del PPC con BIM y LPS</i>	78
<i>Tabla 20. Tabla resumen del antes y después de la aplicación de la metodología BIM y LPS</i>	80

RESUMEN

El objetivo de esta investigación fue determinar la influencia de la metodología *Last Planner System* (LPS) integrada con la tecnología BIM en la optimización de proyectos de construcción en la prolongación Zela – Pocollay – Tacna, 2023; evaluar el impacto del plan de control de producción y formular flujos de trabajo para su mejora. Se utilizó un diseño de investigación aplicada, de nivel explicativo, empleando la medición del *Percent Plan Complete* (PPC) como indicador clave de desempeño. La metodología consistió en registrar el cumplimiento semanal de tareas antes y después de la implementación de LPS y BIM. En el escenario inicial, sin la aplicación de estas herramientas, el PPC promedio fue de 62 %, evidenciando retrasos por falta de materiales, deficiencias en la coordinación y reprogramaciones frecuentes. Tras la implementación, el PPC aumentó a un promedio de 88 %, reflejando mejoras en la planificación colaborativa, el control de producción y la gestión de recursos. El plan de control de producción permitió reducir significativamente las causas de incumplimiento, mejorar la confiabilidad de la programación y garantizar el cumplimiento de los hitos semanales. El flujo de trabajo propuesto integró reuniones de planificación, seguimiento visual mediante tableros y retroalimentación continua, optimizando la coordinación entre los equipos y minimizando la variabilidad en obra. Se concluye que la combinación de LPS y BIM es una estrategia eficaz para incrementar la productividad y confiabilidad de la planificación en proyectos de construcción, generando un impacto positivo tanto en los plazos como en el uso eficiente de recursos.

Palabras clave: Sistema Last Planner (LPS), Modelado de Información de Construcción (BIM), optimización de proyectos de construcción, Percent Plan Complete (PPC), plan de control de producción

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the influence of the Last Planner System (LPS) methodology integrated with BIM technology on the optimization of construction projects in the Zela – Pocollay – Tacna extension, 2023; to evaluate the impact of the production control plan and to formulate workflows for its improvement. An applied research design was used, at an explanatory level, employing the measurement of Percent Plan Complete (PPC) as the key performance indicator. The methodology consisted of recording the weekly task compliance before and after the implementation of LPS and BIM. In the initial scenario, without the application of these tools, the average PPC was 62%, showing delays due to lack of materials, coordination deficiencies, and frequent rescheduling. After implementation, the PPC increased to an average of 88%, reflecting improvements in collaborative planning, production control, and resource management. The production control plan significantly reduced causes of non-compliance, improved schedule reliability, and ensured the fulfillment of weekly milestones. The proposed workflow integrated planning meetings, visual tracking through boards, and continuous feedback, optimizing coordination among teams and minimizing variability on site. It is concluded that the combination of LPS and BIM is an effective strategy to increase productivity and reliability of planning in construction projects, generating a positive impact both on deadlines and efficient use of resources.

Keywords: Last Planner System (LPS), Building Information Modeling (BIM), construction project optimization, Percent Plan Complete (PPC), production control plan

INTRODUCCION

En las últimas décadas, la industria de la construcción ha enfrentado desafíos persistentes para gestionar simultáneamente tiempo, costo y calidad. El incremento de la complejidad técnica y contractual de los proyectos, junto con la presión por cumplir plazos y optimizar recursos, evidencia la necesidad de metodologías integradas que articulen la planificación colaborativa con soporte digital a fin de aumentar la confiabilidad del cronograma y la trazabilidad de las decisiones. En este contexto, Lean Construction, mediante el Last Planner System (LPS), se centra en mejorar la fiabilidad del flujo de trabajo y reducir desperdicios; en paralelo, Building Information Modeling (BIM) aporta un modelo digital centralizado que habilita coordinación interdisciplinaria, detección temprana de interferencias y simulación de secuencias constructivas (4D). La conjunción BIM–LPS, por tanto, permite conectar el plan con la producción, cerrando el ciclo entre lo que se promete y lo que efectivamente se ejecuta.

A nivel internacional, la integración de ambas metodologías se consolida como una buena práctica; en el Perú, la política pública avanza hacia su adopción progresiva, destacando el Plan BIM Perú 2024–2030, que fija la incorporación de BIM en inversiones públicas hacia 2030, con impactos directos en cómo se planifica, coordina y controla la producción en obra. Esta presión de política sectorial crea condiciones propicias para estandarizar procesos y elevar la productividad mediante flujos de información confiables entre especialidades y contratistas.

Sin embargo, la realidad local muestra brechas persistentes: retrasos, ampliaciones de plazo, sobrecostos y deficiencias de coordinación que erosionan la confiabilidad del programa y la productividad. En la región sur—y específicamente en Tacna (Prolongación Zela–Pocollay)—estos problemas son especialmente visibles dada la relevancia social de las obras y la necesidad de asegurar continuidad operativa sin reprogramaciones costosas. La evidencia empírica disponible sugiere que un flujo de trabajo ordenado y control de recursos es crítico para cumplir plazos y presupuestos; no obstante, dicho flujo exige altos niveles de coordinación y

compromisos realistas entre equipos, algo que el enfoque tradicional no siempre garantiza.

Ante esta problemática, la presente investigación plantea y evalúa una gestión unificada BIM + LPS para optimizar la planificación y el control de producción en proyectos de la Prolongación Zela–Pocollay (Tacna). La hipótesis operativa es que la visualización/simulación de BIM, combinada con la planificación colaborativa de LPS y el seguimiento sistemático del Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC), reduce la variabilidad, eleva el PPC y habilita flujos de trabajo más confiables. El PPC, como indicador de alineación entre lo planificado y lo ejecutado, permite medir de forma directa la confiabilidad del sistema de compromisos semanales y, por extensión, la estabilidad del proceso productivo en obra.

Metodológicamente, se adopta un enfoque aplicado, nivel explicativo y diseño cuasi experimental con comparación antes–después de la implementación BIM + LPS. Se mide el desempeño mediante PPC semanal, analizando tendencias y causas de incumplimiento; en el caso de estudio, los valores antes de la intervención se ubicaron en un rango moderado ($\approx 58\text{--}66\%$), mientras que después de la integración BIM–LPS se estabilizaron en niveles altos ($\approx 80\%$ en las primeras cinco semanas, llegando al 100% en la sexta), lo que sugiere mayores realismo y control en la programación. Este contraste respalda la eficacia del enfoque propuesto para reducir restricciones y mejorar la coordinación operativo-logística.

En síntesis, el estudio aporta evidencia empírica local sobre los beneficios de la gestión unificada BIM–LPS y propone lineamientos transferibles a obras de similar complejidad, contribuyendo al fortalecimiento de la productividad del sector construcción en Tacna y sentando bases prácticas para el cumplimiento futuro de los mandatos de estandarización digital del país. Asimismo, clarifica el vacío de conocimiento: la limitada evidencia sistemática, en el ámbito local, sobre cómo la integración BIM–LPS impacta la confiabilidad del cronograma (vía PPC) en proyectos públicos, ofreciendo un marco replicable para su evaluación y mejora continua.

CAPITULO I: EL PROBLEMA

1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio tiene como objetivo principal la combinación entre lean y BIM por lo que se conceptualizo en muchas maneras y formas de definir la construcción en todo el proceso de proyecto usando lean y BIM, en base a todo el análisis realizado se procedió a la evaluación de la interconexión entre estos dos sistemas operativos por lo que se realizó 55 interacciones diferentes dentro de un área proyecto. Es entonces que Rafael Sacks se propuso funcionar las herramientas de BIM con Last Planner con un sistema matricial. En el 2010 es la primera sinergia en la integración de BIM-LPS por lo que al mismo tiempo se creó la primera matriz (Sacks, Dave, Koskela, & Owen, 2009)

Según (Del Carpio Aranzabal, 2021) En los últimos años en la región de Arequipa el proceso constructivo es de vital importancia y es una actividad muy recurrente en nuestro país por el cual se realiza la presente investigación lo cual se desarrolló en base a la productividad de los proyectos de construcción y como se interrelaciona con los sistemas de BIM y Last Planner System por lo que se analiza cual será el tipo de flujo y como este ayuda a mejorar la productividad en caso de los hospitales lo cual todo esto prevendrá los sobre costos, ampliaciones de plazos y entre demás acciones que puedan perjudicar el término de la obra con el fin de obtener resultados positivos al ejecutar un proyecto se termine en el tiempo idóneo por el cual se tendrá el bienestar para la región de Arequipa.

La tecnología forma parte de nuestra vida diaria y en los últimos tiempos ha evolucionado a una velocidad increíble. Hoy en día, los gestores de proyectos desarrollan y lideran proyectos cada vez más retadores, de gran complejidad y de gran envergadura por lo que la tecnología se ha convertido en la mejor herramienta para gestionar y controlar dichos proyectos. BIM es una metodología que nos permite gestionar la información de una edificación haciendo uso de herramientas de tecnología, en la cual, se complementa perfectamente con la herramienta metodológica de la filosofía Lean Construction: “Last Planner System”, dado que nos permite iterar y equilibrar los volúmenes de trabajo para luego ser visualizados

en un modelo digital con la información totalmente centralizada. Actualmente se viene usando hojas de Excel como herramienta para tratar de buscar la mejor sectorización posible, esto es, partiendo de los planos de planta estructurales en CAD se opta por tomarle “screenshot’s” para luego pegarlos en una hoja de Excel, se procede a bajarle la resolución para luego empezar y tratar de dibujar el contorno de la figura, buscando forzosamente el parecido con el plano en cuestión. Esto es un procedimiento manual y nada exacto. Luego se procede a dibujar cuadraditos de 1x1 para empezar a darles el valor del sector deseado y buscar el equilibrio de volúmenes de trabajo (metrado). Se procede a llevar dicha sectorización al modelo en el software Revit, para luego, mediante tablas de planificación ver si el “tanteo” realizado en Excel fue el adecuado, caso contrario, repítase el procedimiento unas veces más, hasta obtener el equilibrio de volúmenes. En caso se desee tener otra sectorización con más particiones, se deberá repetir el procedimiento una vez más. Repítase también para niveles que no son atípicos.

Este es un problema, ya que nos demanda horas-hombre ya que es un trabajo manual, un proceso totalmente repetitivo sin dinamismo y nada de conectividad en tiempo real con el modelo en el software.

Es importante utilizar la metodología Building Information Modeling (BIM) y la herramienta Last Planner System (PLS); están transformando la manera de optimizar tiempos, reducir costo y garantizar la calidad en construcción como: planificar, ejecutar y monitorear los proyectos de manera más eficiente.

Para inicios del 2025, BIM Fórum Perú tiene como objetivos clave continuar promoviendo y consolidando la adopción de la metodología BIM en la industria AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción) a nivel nacional. Entre los principales objetivos destacan:

Fortalecer las alianzas público-privadas para asegurar una implementación efectiva de BIM en todos los sectores, especialmente apoyando al Gobierno en la consolidación del Plan BIM Perú. Este esfuerzo busca preparar técnica y económicamente a las instituciones y empresas públicas ante la exigencia de que, para el año 2030, todas las inversiones públicas utilicen la metodología BIM.

Ampliar la capacitación y certificación de profesionales, garantizando que más actores del sector cuenten con habilidades actualizadas para enfrentar los desafíos del mercado actual y futuro.

Brindar asistencia técnica y acompañamiento a más entidades gubernamentales en la integración de BIM en sus proyectos, alineándose con las metas del Plan BIM Perú.

Organizar eventos de alto nivel, como el BIM Week Conference 2025, programado para el primer trimestre del año, donde se presentarán casos de éxito, avances normativos y las últimas tendencias de la metodología BIM a nivel nacional e internacional.

BIM y Last Planner System son dos metodologías de trabajo de manera independiente obteniendo buenos resultados, cuando se trabajan en forma conjunta tanto el modelo en 3D y la planificación. Esta innovación esta basada en un sistema dinámica de visualización y en la fase de planificación y programación de actividades.

Por otro lado, la implementación de las metodologías BIM y LPS en conjunto, aplican el método en la mayoría de los países.

En el mundo existen estándares BIM internacionales en los países donde están implementando la metodología a nivel de gobierno. Entre ellos destacan entre ellos destacan Austria, Corea del Sur, Finlandia, Holanda, Noruega, Nueva Zelanda, Singapur, Estados Unidos, Noruega, Dinamarca y Suecia. Estos países, los mandatos para proyectos públicos están en vigor y han sido uno de los lideres mundiales en el uso de BIM para la implementación y adopción.

En países están empezando a implementar esta metodología de una manera muy activa.

1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA

1.2.1. Interrogante principal

¿Por qué es necesario la gestión unificada de BIM Y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay -Tacna 2023?

1.2.2. Interrogantes secundarias

- ¿Cuál es la influencia del BIM y LPS en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay -Tacna 2023?
- ¿Cuál es la influencia del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay -Tacna 2023?
- ¿Cómo afecta el flujo de trabajo BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay -Tacna 2023?

1.3. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El objetivo del presente estudio es difundir la utilización del software Revit, BIM en combinación con Last Planner los softwares mencionados interactúan logrando realizar un flujo de trabajo que se ayudará a los proyectos antes de iniciar ya que tendrá una programación que se deberá de seguir evitando de esta manera la paralización de obra, ampliaciones de plazo con aumento de presupuesto.

El proyecto realizado con el software Revit consta de un edificio de vivienda “Construcción de la vivienda unifamiliar de 2 niveles”, por el cual se realizará un flujo de trabajo utilizando la matriz de Last Planner System, toda la arquitectura y estructura del proyecto cumple con los espacios y diseños mínimos establecidos por la norma técnica peruana.

Por lo tanto, la presente investigación se basará en determinar un flujo de trabajo a detalle reuniendo diferentes metodologías de diferentes autores por el cual Perú en su normativa vigente no está incorporando la metodología Last Planner System.

1.4. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACION

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar los lineamientos de gestión unificada de BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay -Tacna 2023.

1.4.2. Objetivos específicos

- a) Determinar la influencia de optimización a través del uso de la metodología BIM y LPS en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay - Tacna 2023.
- b) Determinar la influencia del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay - Tacna 2023.
- c) Formular los flujos de trabajo y diseño para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela- Pocollay -Tacna -2023.

CAPITULO II: MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Internacionales

Carbajal (2016) en su tesis de master en planificación y gestión en ingeniería civil titulada “Planificación y control temporal de obras en Perú: estado actual y propuestas de mejora” cuyo objetivo es conocer y comprender las características y validez del proceso de planificación y control de obra en los proyectos de construcción en el ambiente peruano. Para ello se realizó un sondeo a los gestores de proyectos de la industria de la construcción del Perú, obteniendo resultado de 158 encuestados. El tipo de investigación es de tipo descriptiva y su enfoque es cuantitativa el diseño de investigación es no experimental por lo que su nivel de investigación es de nivel explicativo. La población está compuesta por gestores de proyectos por el cual se diseñan principalmente en el rubro de la construcción ya sean ingenieros, arquitecto u otros que estén en el rubro de planificación de proyectos y su muestra esta dividida por grupos que han sido encuestados dentro de ellos figura gerente de proyecto que participa con el 16%, jefe de oficina de planeamiento y control que participa con el 21%, ingenieros asistentes de planificación que participa con el 20%, residente de obras que participa con el 35% y otros profesionales con rubros diferentes que participa con el 8% . los instrumentos usados por el investigador son hojas de cálculo, formato de hojas de encuesta, softwares para el procesamiento de datos.

Los resultados obtenidos son importantes la elaboración de un flujo de trabajo ordenado y control de los recursos humanos, insumos y presupuesto lo cual esto solo se puede llevar programando oportunamente los distintos recursos que son necesarios para la obra lo cual también menciona que todo esto se genera en falta de participación de los integrantes que están entorno del proyecto y su labores que se tiene que realizar son muchas veces suposiciones o inexactas no hay compromiso de por medio y La conclusión se recomienda importante la elaboración de una programación adecuada y control del proyecto en el país de Perú, al realizar el análisis de la encuesta un gran porcentaje indico que con un buen flujo de trabajo

de forma que el recurso humano trabaje de forma sincronizada con los materiales y maquinaria se cumplirá con la fecha contractual y concluir con el presupuesto asignado sin pedir un ampliación.

Fontana (2021) en su tesis de master en planificación y gestión en ingeniería civil titulada “Sistema del Último Planificador: Estado del conocimiento y propuesta de flujo de trabajo” cuyo objetivo es implica crear un tema La síntesis del trabajo reúne la nueva literatura y las propuestas presentadas en numerosos artículos publicados con la metodología sistema de ultimo planificador e incluye el estado actual de los conocimientos y las mejoras resultantes del mismo por el cual se planteó en 3 etapas y se basó en el conocimiento con la selección , análisis y clasificación con la base de datos SCOPUS. El tipo de investigación es de tipo descriptiva y su enfoque es cuantitativa el diseño de investigación es experimental por lo que su nivel de investigación es de nivel explicativo.

La población es la revisión de todos los artículos relacionados al SUP y su muestra es la revisión de todos los flujos de trabajos de las diferentes bibliografías. los instrumentos usados por el investigador son revisión de distintas bibliografías. Los resultados a la actualización del sistema del último planificador por lo que se está planteando nueva metodología con la finalidad de conformar un flujo de trabajo integrado y con mayor alcance y La conclusión del sistema del último planificador es una metodología muy interesante y forma parte de Lean Construction por lo que muchos investigadores están mejorando la implementación y mejora lo cual se concluye que el flujo propuesto en la presente investigación logra integra y uniformizar las nuevos métodos planteados por lo que se presenta una gran cantidad de herramientas que pueden utilizar en diferentes casos y este ayudara a fortaleces el sistema del último planificador lo cual conllevara a mejorar el resultado del proyecto.

Acevedo (2021) en su tesis de master en planificación y gestión en ingeniería civil titulada “Implementación de la metodología en Building Information Modelling (BIM) en el proyecto Alphabetic Tower en Batumi (Georgia). Comparativa entre construcción tradicional y el uso de la metodología

BIM en el proceso de construcción” cuyo objetivo es entregar el proyecto en la programación proyectada y con el presente método obtener un acercamiento real al proyecto y controlar los sobrecostos con la implementación de la metodología BIM en todo tipo de proyectos. El tipo de investigación es de tipo descriptiva y su enfoque es cuantitativa el diseño de investigación es experimental por lo que su nivel de investigación es de nivel explicativo. La población queda en la ciudad de Georgia y su muestra es el proyecto alphabetid tower. los instrumentos usados por el investigador son revisión de distintas bibliografías, utilización de softwares, recopilación de datos de campo.

Los resultados La modelación 3d permite determinar la posición de los elementos que conforman un proyecto lo cual nos permite tener una concesión antes de empezar un proyecto es decir conocer con anticipación lo que se realizara lo cual nos permite controlar anticipadamente las posibles interferencias lo cual no ayuda a la toma de decisiones con la finalidad de realizar mejoras antes de la ejecución física conclusión es que al aplicar la metodología BIM se pudo recrear múltiples soluciones antes de empezar la actividad, la clave no solo es un correcto flujo de trabajo por el cual no es de cumplir tiempos si no objetivos por lo que claramente queremos dar a conocer no es llegar a una fecha sino a un objetivo en menos tiempo posible por lo que mientras más detallada sea la planificación o el flujo de trabajo tendremos mayor control de las adversidades con el cual nos ayudaran a corregir de manera oportuna la ejecución del proyecto.

Nacionales

Julcamoro (2019) en su tesis denominada “Implementación de la metodología BIM con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018” cuyo objetivo es la implementación del software Revit en la particularidad de arquitectura y estructura con la finalidad de simular la construcción y ejecución del proyecto visualizando errores de ejecución lo cual genero un adicional del 10.56% del total del presupuesto lo cual todo aquello puedo evitarse si se trabajó con la metodología BIM lo cual se plantea también un flujo de trabajo para obtener una ejecución más

eficiente. El tipo de investigación es de tipo descriptiva y su enfoque es cuantitativa el diseño de investigación es no experimental por lo que su nivel de investigación es de nivel cualitativo.

La población es de 15 proyectos de edificaciones ejecutados por administración directa del gobierno regional de Cajamarca y su muestra se consideró el proyecto numero 8 por mayor grado de complejidad del proyecto. los instrumentos usados por el investigador son revisión de distintas metodologías, consulta de las páginas del estado sobre el presupuesto de las obras ejecutadas, utilización del Revit, utilización de hojas de cálculos para la comparación. Los resultados al implementar la metodología BIM al proyecto numero 8 por el cual se realizó el análisis del presupuesto actualizado del expediente versus el presupuesto obtenido por la modulación virtual de BIM se tiene una diferencia siendo esta de 10.56% conclusión se tiene que hay un error de metrados por lo que si se hubiera implantando el usos de BIM no se tendría omisiones o excesos lo cual se recomienda el uso de la metodología BIM para los gestores de proyectos del cual se puede resolver incompatibilidades o errores durante la ejecución y así evitar ampliaciones de plazo con aumentó presupuestal.

Pacheco y Sopla (2019) en su tesis titulada “Propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial paseo victoria en la ciudad de Lima – Chorrillos” cuyo objetivo es proponer la introducción de tecnología BIM como herramienta para identificar incompatibilidades y diferencias a nivel de medidores en la planificación constructiva de la segunda fase del Paseo Victoria, conjunto residencial del municipio de Chorrillos, Lima. El tipo de investigación es aplicada, el diseño de investigación es documental por lo que su nivel de investigación es descriptiva. La población es de el Conjunto Residencial Paseo Victoria En La Ciudad De Lima – Chorrillos que consta de dos etapas y su muestra es la segunda etapa del proyecto que contiene la torre “E” y “D”, también 01 semisótano y 03 sótanos, de la obra “Conjunto Residencial Paseo Victoria en La Ciudad De Lima – Chorrillos”, cuya área del terreno es de 3,902.48 m².

Los instrumentos usados por el investigador es el software especializados en cálculos y modelamiento como es el Auto CAD 2019, Autodesk Revit 2019, Navisworks y el excel. Los resultados obtenidos tenemos que el número de incompatibilidades encontradas en el software Naviswork. (Tabla 25) muestra que utilizar el enfoque BIM hay mayor número de conflictos, por lo cual fueron encontrados 71 incompatibilidades. La conclusión que nos da es que las incompatibilidades halladas en el “Conjunto Residencial paseo Victoria” son 71 incompatibilidades e interposiciones al aplicar las nuevas tecnologías BIM, si no se reconoce antes de construir, esto provocaría un gran porcentaje de sobre costo y tiempo. El modelo se utiliza no sólo para identificar conflictos entre disciplinas, sino que también se convierte en una herramienta analítica para revisar los estándares de diseño de diversas especialidades y la funcionalidad suficiente del conjunto residencial.

Moyano y Ventura (2019) en su tesis titulada “Evaluación de la aplicación del last planner system en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo, La Libertad” cuyo objetivo es examinar la aplicación del método Last Planner System en la construcción de viviendas multifamiliares para establecer si se puede lograr buenos resultados en la producción en la ciudad de Trujillo departamento de la Libertad. El tipo de investigación es cuantitativo, el diseño de investigación es correlacional por lo que su nivel de investigación es aplicada. La población es Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en la provincia de Trujillo y la muestra de esta investigación es la Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares en Trujillo Metropolitano, Urb. California. Los instrumentos usados son guías de observación, cuestionarios, test, guía de entrevistas y fichas.

Los resultados obtenidos con base en los resultados de la aplicación y evaluación del Last Planner System, se puede observar que no ha sido utilizado adecuadamente el Last Planner System en aquella construcción, debido a que se detectaron importantes pérdidas en cuanto a la producción. Estas pérdidas fueron causadas por el mal redimensionamiento de las cuadrillas, porque no pueden lograr

cumplir con sus objetivos diarios en los metrados que se le asignaba. Sin embargo después de implementar nuestras recomendaciones en la obra, logramos agregar 48% el resultado en el nivel de producción en comparación al nivel general; como se muestra en la tabla N° 67. La conclusión es que los hechos han demostrado que el Las Planner System es adecuado para la ciudad de Trujillo, pues durante los meses de investigación se ha podido comprobar que su aplicación funciona correctamente, pero los resultados no siempre son los esperados, pues no siempre se encuentra en su totalidad. ejecutado, debido a defectos que se presentan durante la ejecución, lo que ocasiona pérdidas económicas a la empresa constructora.

Locales

Chávez y Reátegui (2022) en su tesis titulada “Implementación de la metodología BIM en la etapa de estudio definitivo del proyecto mejoramiento del servicio de salud en el Centro de Salud Locumba de la Microred Jorge Basadre, distrito de Locumba, provincia Jorge Basadre, Tacna” cuyo objetivo es la Implementación de métodos BIM en la fase final de investigación del proyecto de mejora del servicio de salud en el C.S. Locumba de la Microred Jorge Basadre, Distrito de Locumba, Provincia Jorge Basadre, Tacna. El tipo de investigación es de tipo descriptiva y explicativa, el diseño de investigación es no experimental por lo que su nivel de investigación es aprehensivo y comprensivo.

La población son los componentes utilizados y comparados del estudio definitivo del proyecto primigenio, como planos en el AutoCAD, el presupuesto en el S10, el cronograma de obra en el MS Project y toda la información necesaria en la memoria descriptiva y su muestra es compuesta por el diseño y modelamiento del por el Centro de Salud del distrito de Locumba, provincia de Jorge Basadre, departamento de Tacna. Los instrumentos utilizados son los Softwares como Google Earth, MS Word, AutoCAD, S10, MS Project, Revit 2020, Naviswork 2020 y Presupuesto.pe. Los resultados obtenidos son Cabe señalar que incluso en presencia de cambios negativos a través de este enfoque, siempre se destacará la reducción de los costos de la implementación en sí, es decir, por tanto, la aplicación descrita es relevante en el proceso de modelación y en la elaboración del estudio

final. La conclusión es que la programación BIM es posible para que se pueda utilizar en la ejecución y traer mejores tiempos, evitar la expansión y finalmente con la ayuda del software Naviswork es posible determinar todas las interrupciones de eventos entre profesiones, es decir, el objetivo de la investigación puede ser logrado.

Álvarez (2018) en su tesis para optar el título de ingeniero civil “Implementación del Last Planner System® en la construcción de un edificio multifamiliar, usando el índice de desempeño del cronograma SPI” cuyo objetivo es de implementar la metodología Last Planner System® en la construcción de edificios de departamentos multifamiliar, se puede reducir el riesgo de incumplimiento de las obras planificadas y reducir el tiempo de ejecución del proyecto, ayudar a cumplir con los trabajos programados, así como disminuir los tiempos de ejecución del programa, ayuda a comprender la velocidad y eficiencia del progreso del proyecto. El tipo de investigación es descriptiva, la población de esta investigación fueron los proyectos en fase de construcción de la empresa Triada S.A.C. y su muestra es el Edificio Residencial Novo.

Los instrumentos utilizados para el proceso de implementación del LPS® son Programa MS Project para la elaboración del Cronograma Maestro, Formato Excel de Lookahead, Formato Excel de Planificación Semana, Formato Excel de Planificación Diaria y Órdenes de Trabajo Diario, Formato Excel de Porcentaje de Plan cumplido, Formato Excel de Análisis de Causas de No Cumplimiento y Formato Excel de Análisis de Restricciones; los instrumentos usados en el cálculo del SPI fueron Software S10 Presupuestos Módulo de Gerencia de Proyectos y Microsoft Excel. El resultado se pudo ejecutar el casco principal del edificio en unos 4 meses y medio, en comparación con el plan original de unos 6 meses que se tenían planeados utilizando la metodología de planificación y el control de las obras tradicionales. Es decir, si la obra no se hubiera retrasado por condiciones municipales y se hubiera decidido trabajar según el método LPS® desde el principio se habría ahorrado alrededor de un mes y medio a la fecha de la finalización del casco, teniendo en cuenta las implicaciones financieras que derivan de este ahorro.

La conclusión que al implementar el método LPS® en la construcción de viviendas de un edificio multifamiliar, nuestra planificación se volvió más confiable y se redujo el riesgo de incumplimiento de las actividades planificadas, finalizando la construcción con solo 2 días de retraso, de acuerdo con la Gerencia de Operaciones. Del mismo modo, se comprobaron los avances del proyecto mediante indicadores SPI el plan era correcto y pudo completarse en la fecha prevista.

Guevara y Loayza (2020) en su tesis titulada “Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la región Tacna – 2020” cuyo objetivo es determinar el impacto de la metodología Last Planner System para mejorar la implementación de proyectos de infraestructura de salud en la Región Tacna – 2020. El tipo de investigación es aplicativa el diseño de investigación es explicativo. La población Proyectos de infraestructura sanitaria de la región Tacna y su muestra datos propios del Proyecto: “Recuperación del servicio de agua potable de la línea de aducción desde la cámara 150 hasta el distrito de Alto de la alianza - provincia de Tacna - región Tacna”. Los instrumentos utilizados son la recolección de datos con el recaudado de planos y el expediente general del proyecto solicitado al área técnica de la EPS Tacna S.A.

Los resultados obtenidos es que la metodología reconocemos la efectividad de la metodología Last Planner System tiene el potencial de mejorar de manera significativa la ejecución de proyectos de infraestructura sanitaria y es posible notar que la metodología Last Planner es capaz de gestionar y supervisar la eficiencia y rendimiento de los trabajadores. El expediente técnico señala que la obra tiene una estimación de tiempo de 6 meses, lo que equivale a 180 días calendario. Sin embargo, si se hubiera utilizado la metodología Last Planner System, la duración del proyecto sería de 120 días calendario, lo que resultaría en una culminación en un periodo de 4 meses. En esta tesis se concluyó que la Metodología Last Planner System tiene una influencia positiva en el Tiempo (SPI) para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la Región Tacna en el año 2020, se llegó a reducir el tiempo de ejecución de 6 a 4 meses, en el proyecto estudiado se

identificaron como actividades más críticas la sobre cama protectora, la cámara de sedimento y la base granular.

2.2. BASES TEORICAS

La gestión unificada de *Building Information Modeling* (BIM) y *Last Planner System* (LPS) constituye una estrategia moderna para optimizar la planificación y control de proyectos de construcción, integrando tecnología y metodologías colaborativas que incrementan la productividad y reducen costos (Fontana, 2021).

2.2.1. Building Information Modeling (BIM)

El *Building Information Modeling* (BIM) es una metodología que permite la creación, gestión y actualización de modelos digitales tridimensionales que contienen información detallada de las características físicas, funcionales y operativas de un proyecto de construcción. A diferencia del modelado 3D convencional, BIM no se limita a la representación visual, sino que integra datos precisos que abarcan todas las fases del ciclo de vida de la edificación: diseño, planificación, construcción, operación y mantenimiento (Acevedo, 2021).

La esencia del BIM radica en su capacidad de centralizar la información, de manera que todos los actores del proyecto —arquitectos, ingenieros, contratistas y propietarios— trabajen sobre un mismo modelo actualizado, reduciendo la duplicidad de datos y minimizando errores de coordinación. Según BIM Forum Perú (2024), esta metodología mejora la eficiencia en la toma de decisiones y permite un control más riguroso de los recursos, tiempos y costos.

Uno de los aportes más relevantes de BIM es la posibilidad de desarrollar modelos 4D y 5D. El modelo 4D añade la dimensión del tiempo al modelo 3D, permitiendo simular la secuencia constructiva y evaluar diferentes escenarios de programación. El modelo 5D, por su parte, incorpora el costo, lo que facilita el análisis de impacto financiero de las decisiones de diseño o cambios en obra (Julcamoro, 2019).

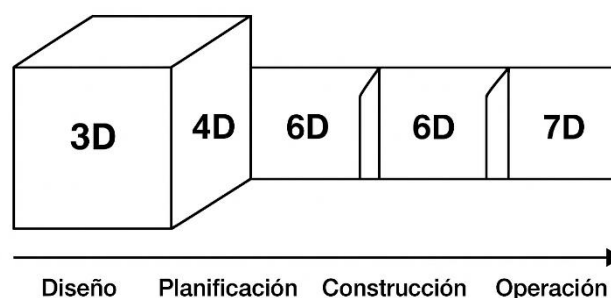
En el contexto internacional, la adopción de BIM está respaldada por estándares como ISO 19650, que establece las directrices para la gestión de la información durante todo el ciclo de vida del activo construido. En Perú, el *Plan BIM Perú 2024-2030* impulsa su implementación progresiva en proyectos públicos y privados, buscando estandarizar procesos y elevar la competitividad del sector construcción (BIM Forum Perú, 2024).

La correcta implementación de BIM requiere no solo de software especializado —como Autodesk Revit, Navisworks, ArchiCAD o Bentley Systems—, sino también de protocolos claros, capacitación del personal y una estructura colaborativa que permita aprovechar al máximo sus beneficios. Estudios recientes Guevara y Loayza (2020) demuestran que su uso contribuye a la detección temprana de interferencias, optimiza la logística de obra y reduce el riesgo de sobrecostos y ampliaciones de plazo.

En conclusión, BIM no es únicamente una herramienta de diseño, sino una metodología integral de gestión que transforma la manera en que se conciben, planifican, construyen y mantienen los proyectos, permitiendo una visión más precisa, colaborativa y sostenible del proceso constructivo.

Figura 1

Dimensiones del Building Information Modeling (BIM)



Nota. La figura muestra las diferentes dimensiones de análisis que se puede ejecutar en BIM. Tomado de (BIM Forum Perú, 2024).

2.2.2. Lean Construction y el Last Planner System (LPS)

La filosofía *Lean Construction* busca generar valor para el cliente minimizando desperdicios y optimizando procesos. El LPS, como herramienta clave de este enfoque, fomenta la planificación colaborativa, identifica restricciones y mejora la fiabilidad de los compromisos de producción (Álvarez, 2018; Guevara y Loayza, 2020). Su aplicación se apoya en técnicas como el *Lookahead Planning*, el cálculo del *Percent Plan Complete* (PPC) y el análisis de causas de incumplimiento, permitiendo ajustar la producción y reducir retrasos.

2.2.3. Sinergia entre BIM y LPS

La integración entre *Building Information Modeling* (BIM) y el *Last Planner System* (LPS) surge como una respuesta a las limitaciones de utilizar ambas metodologías de manera aislada. Mientras BIM se enfoca en la creación de modelos digitales tridimensionales con información centralizada del proyecto, LPS se orienta a la planificación colaborativa y la gestión de compromisos para asegurar la ejecución eficiente (Fontana, 2021).

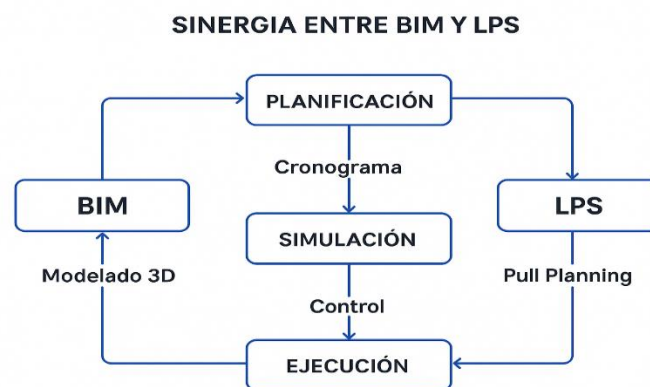
La sinergia entre estas metodologías se basa en conectar la planificación detallada que ofrece LPS con la capacidad visual, analítica y predictiva de BIM. De esta manera, los cronogramas y planes de producción generados mediante LPS pueden vincularse directamente a los modelos BIM, permitiendo una visualización clara del avance proyectado frente al real. Esta vinculación facilita el análisis de secuencias constructivas, el balanceo de cargas de trabajo y la detección de interferencias antes de que ocurran en obra (Acevedo, 2021).

Un beneficio clave de esta integración es la capacidad de generar simulaciones 4D, donde el modelo tridimensional se combina con la programación temporal para anticipar conflictos, optimizar recursos y evaluar distintos escenarios constructivos. Esto contribuye a tomar decisiones más rápidas y fundamentadas, mejorando la fiabilidad de la planificación y reduciendo la variabilidad en los flujos de trabajo (BIM Forum Perú, 2024).

Asimismo, el uso conjunto de BIM y LPS permite implementar un ciclo de retroalimentación continua. A medida que se recopilan datos de ejecución, estos se incorporan al modelo BIM y se ajustan en la planificación LPS, logrando un control en tiempo real y una mejora progresiva en la productividad. En el contexto peruano, esta práctica se alinea con los objetivos del *Plan BIM Perú 2024-2030*, que promueve metodologías integradas para elevar la competitividad del sector construcción y optimizar la inversión pública.

Figura 2

Sinergia entre Building Information Modeling (BIM) y Last Planner System (LPS) en la gestión de proyectos de construcción.



Nota. Se indica la sinergia entre BIM y LPS, ambas como herramientas se integran fácilmente teniendo en común la optimización y mejora de gestión de proyectos de construcción. Basado en el trabajo de (Acevedo, 2021).

2.2.4. Aplicación en el contexto peruano

En Perú, la implementación conjunta de BIM y LPS ha demostrado resultados positivos. Julcamoro (2019) evidenció que el uso de BIM en la fase de diseño reduce incompatibilidades y errores de metrado, mientras que Guevara y Loayza (2020) comprobaron que el LPS puede disminuir hasta en un 33 % los plazos de ejecución de proyectos de infraestructura sanitaria. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de adoptar un enfoque integrado que unifique ambas metodologías para aumentar la competitividad y calidad en el sector construcción.

2.3. DEFINICION DE CONCEPTOS

2.3.1. Building Information Modeling (BIM)

Es una metodología de trabajo colaborativa que integra, en un modelo digital tridimensional, la información física, funcional y operacional de un proyecto durante todo su ciclo de vida. BIM permite gestionar de forma centralizada la información, optimizar la coordinación interdisciplinaria y reducir errores en diseño y construcción (Acevedo, 2021).

2.3.2. Lean Construction

Es un enfoque de gestión de proyectos de construcción basado en los principios del *Lean Manufacturing*, orientado a maximizar el valor para el cliente y minimizar desperdicios en los procesos constructivos. Busca la eficiencia mediante la planificación colaborativa, la mejora continua y la optimización de recursos (Fontana, 2021).

2.3.3. Last Planner System (LPS)

Es una herramienta de planificación y control de la producción dentro del marco de *Lean Construction*, que mejora la fiabilidad de los compromisos y la coordinación de actividades. Se basa en la planificación colaborativa, el análisis de restricciones y el seguimiento de indicadores como el *Percent Plan Complete* (PPC) para medir el cumplimiento de la programación (Guevara y Loayza, 2020).

2.3.4. Plan BIM Perú

Es la estrategia nacional establecida por el Ministerio de Economía y Finanzas y el BIM Forum Perú para impulsar la adopción de la metodología BIM en el país. El plan establece que, a partir de 2030, todas las inversiones públicas deberán incorporar BIM, promoviendo la estandarización y modernización del sector construcción (BIM Forum Perú, 2024).

2.3.5. Flujo de trabajo

Es la secuencia de actividades y procesos definidos para la ejecución de un proyecto, desde la etapa de diseño hasta la entrega final. Un flujo de trabajo eficiente permite optimizar tiempos, asignar recursos de manera adecuada y garantizar la calidad del producto final (Julcamoro, 2019).

2.3.6. Productividad en construcción

Es la relación entre los resultados obtenidos (cantidad y calidad de trabajo) y los recursos utilizados (tiempo, materiales, mano de obra y costos). Una alta productividad implica el uso eficiente de los recursos y la reducción de actividades no productivas (Álvarez, 2018).

2.3.7 Control de obra con BIM y LPS

Implica utilizar modelos digitales 3D para gestionar y supervisar el proceso de un proyecto de construcción, desde la planificación hasta finalización. BIM facilita la coordinación entre diferentes disciplinas, mejora la comunicación, permite una gestión mas eficiente de metas, costo y tiempo, así mismo ayuda a identificar y resolver problemas potenciales antes de que ocurran. Con el LPS podemos ir verificando el cumplimiento de lo planificado en la obra.

2.3.7.1 Etapas

Planificación y programación: el modelo BIM se utiliza para crear una programación detallada del proyecto, que incluye la secuencia de actividades, la asignación de recursos y plazos.

Seguimiento y control: Durante la ejecución de la obra el modelo BIM se actualiza con información sobre el progreso real, permitiendo comparar el avance previsto con el real y detecta desviaciones.

Análisis y visualización: BIM permite realizar análisis detallada de metas, costo, tiempo, recursos y visualización el proyecto en diferentes etapas.

Comunicación y colaboración: El modelo BIM actúa como centro de información, facilitando la comunicación y colaboración entre todos los participantes del proyecto.

2.3.8 Plan Maestro

Es un plan de alto nivel que establece la estrategia y los hitos para un proyecto, con el objetivo de optimizar el proceso y minimizar el desperdicio mediante la colaboración y el compromiso de todos los involucrados. Se diferencia de la planificación tradicional porque se basa en la mejora continua, la flexibilidad y la resolución proactiva de problemas, utilizando el conocimiento colectivo de los equipos para definir objetivos realistas y confiable

2.3.9 Plan Fase

El desglose de las fases de un proyecto dependerá del tamaño y la complejidad del trabajo, con hitos de inicio y finalización para las fases identificadas durante la planificación maestra. La planificación de la fase desarrolla un acuerdo entre los últimos planificadores sobre cómo se completará todo el trabajo entre esos dos hitos.

2.3.10 Plan look ahead

Es la planificación preparada a través de la cual los últimos planificadores miran hacia adelante para evaluar si existen limitaciones para las próximas tareas identificadas durante la planificación de la fase. La mayoría de los equipos miran hacia adelante seis semanas cuando preparan la planificación, aunque en proyectos complejos se puede justificar un horizonte de tiempo más largo.

2.3.11 Porcentaje del Plan Completado (PPC)

Es el número de actividades previstas completadas, dividido por el número total de las actividades planificadas. Este enfoque disminuye el riesgo de propagación de la variabilidad en los flujos de tareas.

CAPITULO III: MARCO METODOLOGICO

3.1. HIPOTESIS

3.1.1. Hipótesis general

El desarrollo de los lineamientos de gestión unificada de BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay, Tacna-2023, son significativos.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La determinación del uso de la metodología BIM y LPS optimizará en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay, Tacna - 2023.
- La determinación del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay, Tacna – 2023, es óptima.
- La determinación del flujo de trabajo y diseño optimizara los proyectos de construcción en Prolongación Zela – Pocollay, Tacna -2023.

3.2. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

3.2.1. Identificación de la variable independiente

Asimismo, según. (Smih & Tardif, 2009) menciona que:

“La metodología BIM no es algo del futuro, muy por el contrario, actualmente ya está en uso por lo que BIM es asistido por tecnología de diseño por computadora por lo que dicho sistema unificara a todos los componentes de un edificio incrustándolos unos con otros lo cual se puede decir que un simple grafico se convertirá en todo un bloque de información de cada elemento que se usara en la edificación”. (p. 19)

Es estudio que se está realizaron tiene que ver mucho con la metodología bien actualmente el software Autodesk Revit usa la metodología BIM por lo que usaremos en combinación en la variable dependiente.

3.2.2. Identificación de la variable dependiente

Asimismo, según. (Ballard, 2000) menciona que:

“Este sistema se denomina por la el control de producción, aparte se tiene que dar a conocer que todos los trabajos desde muy pequeños que se realizan es necesario de tener una planificación por lo que es de vital importancia para la las organización durante los diferentes proyectos que ejecuten por lo que todos estos proyectos deben de contener un objetivo con sus diferentes limitaciones por lo que se tendrá que detallar que tipo o grupo de trabajo se realizara mañana lo cual a este tipo de actividad se le denominara asignaciones y el que crea las asignaciones es un planificador”.

El estudio en curso se proyectará un método de producción como un método de flujo de trabajo por lo que uniendo estos dos términos obtendremos construcciones más eficientes.

3.3. TIPO DE INVESTIGACION

Asimismo, según (Behar Rivero, 2008) menciona que:

“El investigador pretende visualizar cómo se relacionan o vinculan diversos fenómenos entre sí, o si por el contrario no existe relación entre ellos. Lo principal de estos estudios es saber cómo se puede comportar una variable conociendo el comportamiento de otra variable relacionada (evalúan el grado de relación entre dos variables”. (p. 19)

El tipo de la presente investigación es correlacional por que se pretende analizar el grado de correlación que posee los programas BIM y Last Planner System.

3.4. NIVEL DE INVESTIGACION

“De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), el nivel explicativo de investigación se caracteriza por buscar las causas o razones que originan los fenómenos estudiados, estableciendo relaciones de dependencia entre variables. Este nivel va más allá de la descripción y pretende determinar por qué y

cómo ocurre un determinado hecho. En el mismo sentido, Arias (2012) sostiene que los estudios explicativos se orientan a identificar los factores que inciden en el comportamiento de una variable dependiente, mediante la manipulación o control de una variable independiente dentro de un contexto determinado. Por lo tanto, este nivel de investigación permite comprobar hipótesis causales, aportando evidencia empírica sobre las relaciones entre los elementos que conforman el objeto de estudio.

En el contexto de la presente investigación, el nivel es explicativo porque busca determinar el efecto que tiene la gestión unificada BIM + LPS sobre el desempeño de la obra, medido mediante el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC). No se trata solo de describir o explorar la metodología, sino de analizar cómo su aplicación influye directamente en la confiabilidad del cronograma y en la reducción de la variabilidad durante la ejecución del proyecto. Dado que se implementa una intervención real en un proyecto de construcción en la Prolongación Zela–Pocollay (Tacna), comparando los resultados obtenidos antes y después de la aplicación del sistema unificado, el estudio permite explicar los cambios observados en términos de eficiencia, coordinación y control de producción. Así, la investigación se enmarca en el nivel explicativo con carácter aplicado, ya que sus resultados contribuyen a resolver un problema concreto y generar conocimiento transferible a otros proyectos del sector construcción.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACION

Según Arias y Covinos (2021), el diseño de investigación cuasi experimental se caracteriza por analizar la relación causa–efecto entre variables cuando no es posible asignar los sujetos o unidades de estudio de manera aleatoria. En este tipo de diseño, el investigador introduce una intervención controlada sobre la variable independiente y observa los cambios producidos en la variable dependiente, comparando los resultados obtenidos antes y después de la aplicación del tratamiento. Asimismo, Hernández, Fernández y Baptista (2014) señalan que el diseño cuasi experimental busca comprobar hipótesis causales en condiciones

reales, manteniendo cierto control sobre los factores externos y midiendo los efectos de la manipulación experimental sobre los resultados. Este enfoque permite validar la influencia de una acción o metodología en un entorno práctico, sin alterar las condiciones naturales del fenómeno estudiado

En el contexto de la presente investigación, el diseño cuasi experimental se aplicó para evaluar el impacto de la gestión unificada BIM + LPS en la optimización del desempeño de la obra, específicamente en el proyecto ubicado en la Prolongación Zela–Pocollay, Tacna. Se implementó una intervención real que consistió en la aplicación integrada de ambas metodologías durante la etapa de planificación y control de producción, midiendo el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) en dos escenarios: antes de la implementación (línea base) y después de la intervención. Este diseño permitió comparar empíricamente los resultados y explicar las variaciones observadas en la productividad, la coordinación entre especialidades y la confiabilidad del cronograma. En consecuencia, el estudio se clasifica como cuasi experimental de tipo aplicado, ya que busca no solo contrastar una hipótesis causal, sino también proporcionar una solución práctica que contribuya al mejoramiento de la gestión de proyectos de construcción en el contexto regional y nacional.

ENFOQUE DE LA INVESTIGACION

De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014), el enfoque cuantitativo se caracteriza por el empleo de la medición numérica, el análisis estadístico y la comprobación de hipótesis, con el propósito de establecer relaciones causales entre variables y generar resultados objetivos y replicables. Este enfoque se sustenta en la observación sistemática de los fenómenos y en el uso de instrumentos validados que permiten cuantificar el comportamiento de las variables, garantizando la validez y confiabilidad de los datos obtenidos. En esta línea, Arias (2012) enfatiza que el enfoque cuantitativo se orienta a la explicación de los hechos mediante la recolección y el análisis estadístico de información que refleje de manera objetiva la realidad observada, permitiendo fundamentar decisiones basadas en evidencia empírica verificable.

En el contexto de la presente investigación, se adopta un enfoque cuantitativo porque el estudio busca comprobar empíricamente el efecto de la gestión unificada BIM + LPS sobre el desempeño productivo de la obra, medido mediante el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC). Este indicador permite representar de forma numérica y objetiva la confiabilidad de la planificación y el control de producción antes y después de la aplicación de la metodología propuesta. El enfoque cuantitativo posibilita medir las variaciones del PPC, analizar las causas de incumplimiento y determinar la magnitud del impacto generado por la integración BIM–LPS en la optimización de la programación. Asimismo, el uso de técnicas estadísticas en la interpretación de los resultados contribuye a sustentar la validez interna del estudio y a proporcionar evidencia objetiva sobre los beneficios de esta integración metodológica en proyectos reales de construcción en la ciudad de Tacna, fortaleciendo así la fiabilidad y generalización de los hallazgos a contextos similares.

3.6. AMBITO Y TIEMPO SOCIAL DE LA INVESTIGACION

El presente estudio se desarrolla en el ámbito urbano de la ciudad de Tacna, específicamente en el distrito de Pocollay, en el sector correspondiente a la prolongación Zela. Este entorno presenta una dinámica de crecimiento urbano acelerado, con una demanda creciente de infraestructura que cumpla estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad. La investigación se circunscribe al sector de la construcción civil, con énfasis en la aplicación de metodologías innovadoras como *Building Information Modeling* (BIM) y *Last Planner System* (LPS) para la optimización de procesos constructivos.

Desde el punto de vista temporal, la investigación se llevó a cabo durante el año 2023, periodo en el que se recopilaron datos, se aplicaron los instrumentos de medición y se desarrollaron los análisis correspondientes. No obstante, su proyección social trasciende este marco temporal, ya que los resultados y lineamientos propuestos tienen potencial de aplicación en proyectos futuros dentro de la región y en otros contextos similares.

En el plano social, la investigación busca aportar soluciones prácticas que contribuyan a la mejora de la productividad y calidad en la ejecución de obras, reduciendo sobrecostos y retrasos, lo que repercute directamente en el bienestar de la comunidad. La optimización de proyectos constructivos mediante la gestión unificada de BIM y LPS puede generar impactos positivos en la economía local, promover el uso eficiente de recursos públicos y privados, y elevar el nivel de competitividad del sector construcción en Tacna y el Perú.

3.7. POBLACION Y MUESTRA

3.7.1. Unidad de estudio

La unidad de estudio de la presente investigación está constituida por el proyecto de construcción ubicado en la prolongación Zela, distrito de Pocollay, provincia de Tacna, desarrollado durante el año 2023. Este proyecto corresponde a una edificación multifamiliar de mediana a gran envergadura, cuya planificación y ejecución presentan características representativas del contexto constructivo urbano de la región.

La elección de esta unidad de estudio obedece a que el proyecto en cuestión permite la aplicación práctica de la gestión unificada de *Building Information Modeling* (BIM) y *Last Planner System* (LPS), dado que involucra múltiples especialidades técnicas, un cronograma de ejecución complejo y la necesidad de optimizar recursos y tiempos de entrega.

Asimismo, esta unidad de estudio resulta pertinente porque refleja problemáticas recurrentes en el sector construcción, tales como retrasos en la programación, sobrecostos y deficiencias en la coordinación entre especialidades, las cuales pueden mitigarse mediante la implementación de metodologías colaborativas y herramientas digitales integradas. Por tanto, el análisis de este caso permitirá generar lineamientos aplicables a otros proyectos de características similares en la región y en el ámbito nacional.

3.7.2. Población

Asimismo, (Borja, 2012) según

“Dado que un estudio de este tipo resultaría muy costoso y extenso, salvo en el caso de los censos donde si hay que estudiar a toda la población, tenemos que utilizar la estadística para seleccionar una fracción de la población, que cumpla la siguiente condición: “Con una probabilidad P, las conclusiones que se puedan obtener de ella, tengan validez para todo el universo”. (p.30)

El presente estudio se enfoca en la población que se encuentra ubicada en el distrito de Pocollay.

3.7.3. Muestra

Asimismo, (Borja, 2012) según

“Es obvio que, si cada uno de los sujetos de estudio de una investigación tuvieran exactamente las mismas características, el tamaño requerido de la muestra sería solamente de uno; pero al no presentarse el caso, necesitamos establecer un tamaño de muestra mayor de uno, pero menor que la población total o universo”. (p.31)

Mediante un recorrido por la zona, se ha identificado y documentado todas las construcciones presentes en esta vía del cual el presente estudio la muestra son todas las edificaciones de la avenida prolongación Zela.

3.8. PROCEDIMIENTO, TECNICAS E INSTRUMENTOS

Técnicas

a) Revisión bibliográfica y documental

- Consulta de literatura académica, tesis y guías técnicas recientes sobre BIM, LPS y su integración en proyectos constructivos.
- Análisis de normativa nacional e internacional (Plan BIM Perú, ISO 19650, guías *Lean Construction*).

b) **Elaboración de documentación técnica**

- Creación de planos arquitectónicos y estructurales, memoria descriptiva y especificaciones técnicas, inexistentes al inicio del estudio, a fin de disponer de insumos para el modelado y la planificación.

c) **Modelado y simulación digital**

- Desarrollo de un modelo BIM en Autodesk Revit, incluyendo componentes arquitectónicos y estructurales.
- Simulación 4D y 5D integrando el modelo BIM con cronogramas LPS para evaluar la secuencia constructiva, el uso de recursos y los plazos.

d) **Análisis comparativo**

- Comparación entre la planificación obtenida con herramientas tradicionales y la generada mediante la integración BIM-LPS, evaluando diferencias en tiempos, secuencias y optimización de recursos.

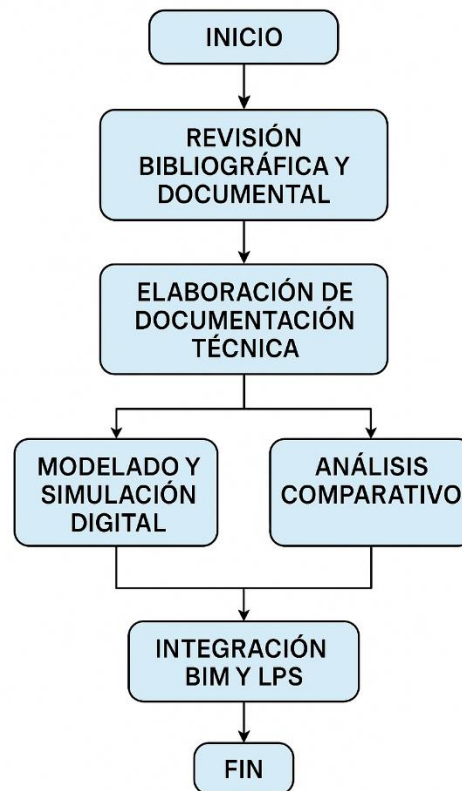
e) **Instrumentos**

- **Software especializado:**
 - Autodesk Revit para modelado BIM.
 - MS Project para programación y control de cronogramas.
 - Microsoft Excel para análisis comparativo de datos y cálculo del *Percent Plan Complete* (PPC).
- **Formatos LPS:** planificación maestra, *Lookahead Planning*, planificación semanal y análisis de causas de incumplimiento.
- **Fichas técnicas digitales** para el registro de información generada durante el modelado y la simulación.

Procedimiento

Figura 3.

Diagrama de flujo del proceso experimental



Nota. En la figura se muestra el proceso organizado en un diagrama de flujo, se muestran los pasos y/o procedimientos para la elaboración del presente proyecto

DISEÑO DEL PROYECTO

El diseño del proyecto se estructuró en etapas secuenciales que permitieron planificar, modelar y controlar el desarrollo de la obra con base en la gestión unificada de BIM y LPS. En una primera etapa, se realizó el levantamiento de información técnica del proyecto, recopilando planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, así como datos de programación y recursos disponibles. Posteriormente, se efectuó la modelación tridimensional (BIM 3D) mediante el software Autodesk Revit, generando un modelo digital completo que integró todas las especialidades del proyecto. Esta etapa permitió detectar interferencias,

coordinar la secuencia constructiva y establecer una base de datos visual y cuantitativa para la planificación.

En la segunda etapa, se integró el modelo BIM con las herramientas del Last Planner System (LPS), enfocadas en la planificación colaborativa y el control de producción. Para ello, se emplearon instrumentos como el Plan Maestro (Master Plan), el Lookahead Plan y el Weekly Work Plan (WWP), los cuales fueron gestionados digitalmente mediante Microsoft Excel, Power BI y complementos de Navisworks Manage, permitiendo vincular el cronograma con el modelo 4D y monitorear el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) en tiempo real. Esta integración facilitó la simulación de escenarios de obra, la visualización de avances y la identificación temprana de restricciones que pudieran afectar la productividad.

En la tercera etapa, se llevó a cabo la implementación y control de campo, donde se comparó el desempeño real de la obra antes y después de la aplicación de la metodología integrada. Se realizaron reuniones semanales con los planificadores y jefes de especialidad, empleando tableros de control y hojas de seguimiento en formato digital, para garantizar la coherencia entre el plan y la ejecución. Finalmente, la cuarta etapa correspondió al análisis de resultados, donde se evaluaron los valores del PPC, los motivos de incumplimiento y la eficiencia de los flujos de trabajo generados. Este proceso permitió validar la eficacia del modelo propuesto y generar lineamientos aplicables a futuros proyectos similares en la región sur del país.

En conjunto, el diseño del proyecto combinó herramientas digitales de modelado, simulación y control de producción que optimizaron la gestión del tiempo, los recursos y la coordinación interdisciplinaria, demostrando que la aplicación conjunta de BIM y LPS constituye una alternativa innovadora y eficiente para la planificación y ejecución de obras civiles en contextos urbanos como Tacna.

MODELADO ESTRUCTURAL

El modelado estructural constituyó una etapa fundamental dentro del diseño del proyecto, ya que permitió representar digitalmente la estructura portante de la edificación con un alto nivel de detalle y precisión, garantizando la compatibilidad entre las distintas disciplinas y optimizando la toma de decisiones en las fases de planificación y ejecución. Esta etapa se desarrolló mediante la metodología Building Information Modeling (BIM), utilizando principalmente el software Autodesk Revit, que posibilitó la creación de un modelo tridimensional paramétrico en el cual se integraron todos los elementos estructurales —vigas, columnas, losas, muros portantes, cimentaciones y refuerzos— con sus propiedades físicas y mecánicas correspondientes.

En una primera fase, se realizó la modelación estructural básica, incorporando la geometría de los elementos de concreto armado conforme a los planos estructurales y las especificaciones técnicas del proyecto.

El modelo estructural fue complementado con el análisis de cargas gravitacionales, laterales y sísmicas, considerando la Norma Técnica E.030 Diseño Sismorresistente y la E.060 Concreto Armado, asegurando el cumplimiento de los factores de seguridad y los límites de servicio establecidos por el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

Finalmente, el modelado estructural permitió centralizar toda la información técnica en un entorno colaborativo, facilitando el control de versiones, la coordinación interdisciplinaria y la generación automática de planos, cortes y metrados. Este proceso aseguró una mayor precisión en la documentación técnica, redujo la posibilidad de errores en obra y fortaleció la integración entre la planificación colaborativa del Last Planner System (LPS) y la simulación constructiva del BIM 4D. En conjunto, el modelado estructural se consolidó como una herramienta clave para garantizar la eficiencia, confiabilidad y sostenibilidad del proyecto en la ciudad de Tacna, contribuyendo al cumplimiento de los estándares de calidad y productividad exigidos por el sector construcción moderno.

EVALUACION TECNICA Y DE FACTIBILIDAD

La evaluación técnica y de factibilidad del proyecto se desarrolló con el propósito de verificar la viabilidad estructural, económica y operativa de la propuesta de gestión unificada BIM + LPS, garantizando su adecuada aplicación en el contexto urbano y geotécnico de la Prolongación Zela–Pocollay, Tacna. En una primera fase, se efectuó la revisión técnica integral del proyecto de obra, abarcando la compatibilidad entre los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, así como la disponibilidad de recursos materiales y humanos. Mediante el uso del modelo BIM tridimensional (Revit), se validó la coherencia geométrica de los elementos constructivos, se detectaron interferencias entre especialidades y se evaluó la secuencia constructiva simulada en entorno virtual (BIM 4D), asegurando que las etapas de ejecución fueran técnica y logísticamente factibles.

En complemento, se efectuó un análisis técnico-operativo enfocado en la implementación del Last Planner System (LPS), evaluando la capacidad de planificación y control de la obra bajo condiciones reales. Se determinó la factibilidad de aplicar las herramientas del LPS —Plan Maestro, Plan de Mirada Adelantada y Plan Semanal— en coordinación directa con el modelo BIM, verificando su adaptación a los procesos de ejecución, recursos disponibles y tiempos proyectados. Esta integración permitió estimar los niveles de confiabilidad del cronograma, las posibles restricciones de campo, y la eficiencia de la programación colaborativa en la reducción de la variabilidad.

En caso de requerirse, se consideró el análisis geotécnico del terreno, debido a que la estabilidad del suelo constituye un factor determinante para la viabilidad del proyecto. Dicho análisis incluyó la caracterización de los estratos del subsuelo, la determinación de la capacidad portante, el índice de plasticidad, la densidad natural, el contenido de humedad y la clasificación del suelo según el Sistema Unificado SUCS y la norma MTC E.070. Estos resultados se integraron al modelo BIM para ajustar los elementos estructurales y definir las condiciones de cimentación más adecuadas, garantizando la seguridad y durabilidad de la obra.

Finalmente, la factibilidad técnica se consolidó mediante el análisis de los resultados obtenidos en la simulación del flujo constructivo, la revisión de las restricciones identificadas y la validación del Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) alcanzado tras la implementación de BIM + LPS. Este proceso confirmó que la aplicación conjunta de ambas metodologías resulta técnicamente viable, eficiente y replicable en proyectos similares, contribuyendo al fortalecimiento de la gestión de obras civiles en la región sur del país, con un enfoque basado en la optimización de recursos, la seguridad estructural y la confiabilidad de la programación.

PLANIFICACION Y EJECUCION

La planificación y ejecución del proyecto se desarrollaron bajo un enfoque colaborativo y digital, basado en la integración de las metodologías Building Information Modeling (BIM) y Last Planner System (LPS), con alcance hasta la dimensión 4D (tiempo). Esta combinación permitió optimizar la programación de actividades, mejorar la coordinación interdisciplinaria y elevar la confiabilidad del cronograma de obra. El proceso se inició con la formulación del Plan Maestro de Producción, donde se establecieron los hitos principales del proyecto, la duración de las etapas y los objetivos de avance semanal. Posteriormente, se elaboraron los planes de mirada adelantada (Lookahead Plans) y los planes semanales (Weekly Work Plans), que fueron validados en reuniones colaborativas de planificación con los responsables de cada especialidad, siguiendo la lógica del sistema Last Planner.

El cronograma de actividades se estructuró en Microsoft Project y fue vinculado con el modelo BIM 4D en Autodesk Navisworks Manage, lo cual permitió simular la secuencia constructiva y verificar su coherencia temporal y espacial. Esta integración digital facilitó la detección temprana de interferencias entre partidas y la sincronización entre las áreas de arquitectura, estructuras e instalaciones. Asimismo, el uso del LPS permitió controlar el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) semana a semana, identificando restricciones y aplicando medidas correctivas inmediatas, lo que contribuyó a reducir la variabilidad y los retrasos durante la ejecución.

La asignación de recursos se realizó de manera coordinada, priorizando la disponibilidad de materiales, mano de obra especializada y equipos de acuerdo con las fases del cronograma. Mediante el modelo BIM se generaron metrados automáticos de los componentes estructurales y arquitectónicos, lo cual permitió definir cantidades de materiales y estimar de forma referencial los requerimientos logísticos. Sin embargo, el análisis detallado de costos y financiamiento (dimensión 5D) no se ejecutó dentro del alcance de este estudio, quedando planteado como una etapa futura que permitirá vincular los costos unitarios, presupuestos y curvas de avance financiero al modelo digital. Esta limitación no afectó el cumplimiento de los objetivos principales, ya que el estudio se centró en evaluar la planificación y el control de producción mediante la gestión unificada BIM–LPS en su fase temporal (4D).

En síntesis, la planificación y ejecución aplicadas bajo el entorno BIM 4D y la filosofía LPS permitieron establecer un sistema de control productivo más confiable, reduciendo las desviaciones en tiempo y mejorando la coordinación entre especialidades. La incorporación de la dimensión 5D se considera viable para etapas posteriores, ya que complementaría el modelo con un enfoque financiero integral, fortaleciendo la gestión de recursos y la trazabilidad económica de los proyectos constructivos en la ciudad de Tacna.

A. Arquitectura

Figura 4.

Vista de la especialidad de Arquitectura en BIM



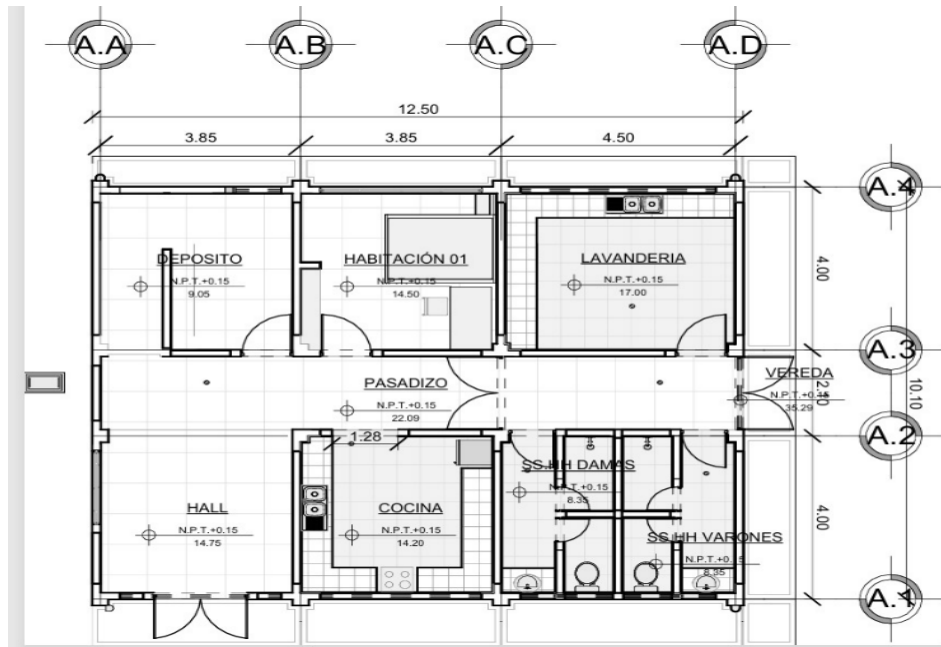
Nota. En la presente investigación se emplearon técnicas e instrumentos orientados a la generación y análisis de información de forma digital, dado que no se realizó observación directa en obra. El estudio se centró en la comparación entre un flujo de trabajo planificado bajo el método tradicional y otro optimizado mediante la gestión unificada de *Building Information Modeling* (BIM) y *Last Planner System* (LPS).

Levantamiento y definición de datos iniciales

- Se recopilaron los requerimientos del proyecto, considerando el área disponible, el uso de la edificación y las normativas técnicas vigentes.
- Dado que no existían planos previos, se elaboraron los planos base en formato digital, estableciendo ejes, cotas y referencias espaciales.

Figura 5.

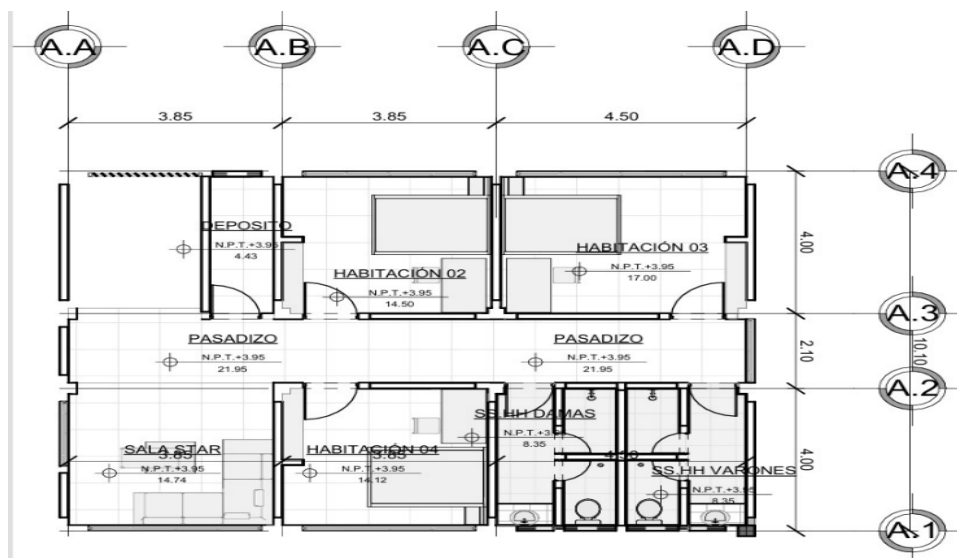
Plano del primer nivel



Nota: Se muestra una vista del plano del primer nivel

Figura 6.

Plano del segundo nivel



Nota: Se muestra una vista del plano del segundo nivel

Modelado arquitectónico

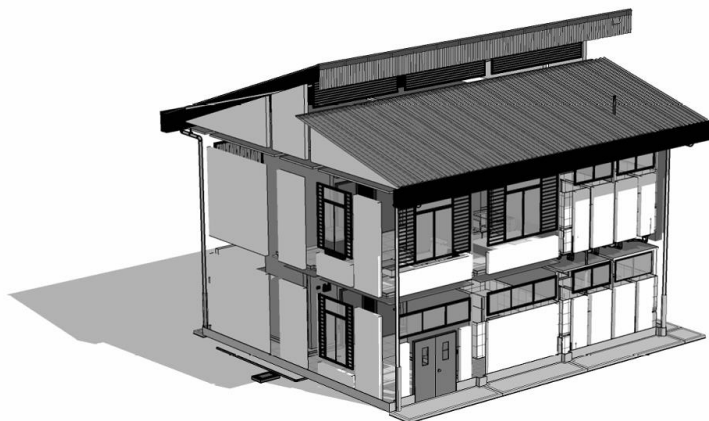
- Se desarrollaron las plantas arquitectónicas del primer y segundo piso a escala 1:75, incorporando muros, puertas, ventanas, escaleras y demás elementos constructivos.
- Se incluyeron las distribuciones de ambientes según la funcionalidad prevista, cumpliendo con las dimensiones mínimas establecidas por la normativa peruana.

Generación de vistas y perspectivas

- Se crearon proyecciones isométricas (Isometría 1, Isometría 2 e Isometría 3) para visualizar el diseño tridimensional y facilitar el análisis volumétrico y estético del proyecto.

Figura 7.

Vista 3D – Isometría 1



Nota: Se muestra la vista en 3D de la vivienda propuesta para esta investigación.

Figura 8.

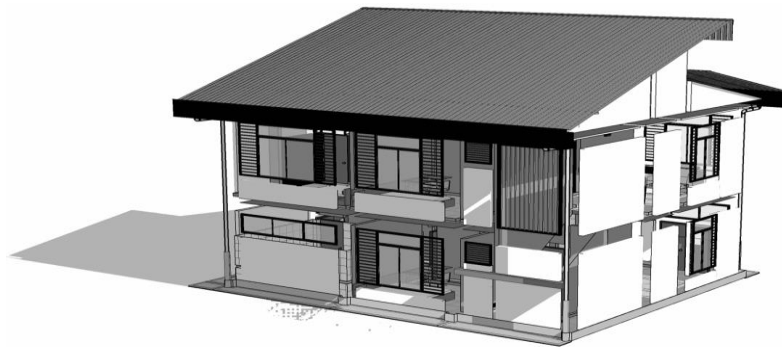
Vista 3D – Isometría 2



Nota: Se muestra la vista en 3D desde otra perspectiva

Figura 9.

Vista 3D – Isometría 3



Nota: Se muestra la vista en 3D desde otra perspectiva

- Se generó un plano guía a escala 1:100 para ubicar la edificación en el contexto del terreno.

Incorporación de datos técnicos

- Se elaboraron cuadros de especificaciones, incluyendo el listado de materiales, tipos de puertas y ventanas, dimensiones y cantidades.

Figura 10.

Cuadro de acabados, vanos, puertas y ventanas

CUADRO DE ACABADOS DEL PRIMER PISO									
ACABADOS		BAÑO	COMEDOR	HALL	KITCHEN	LIVING	W.C.	W.C.2	W.C.3
PISO	POCCLAMANTO DE ALTO TRAFICO ANTES DE ENTORNAR LOS PUERTAS	x	x	x	x	x	x	x	x
	CELOSOS AJUSTADOS EN 200 X 200 CM								
MUEBLES Y CONTORNADOS	CELOSOS DECORADOS EN 200 CM X 200 CM								
	CELOSOS DECORADOS EN 200 CM X 200 CM								
CORTINAS DE ALUMINIO	CONTORNADO DE DECORACION EN 200 CM X 100 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
	TRAMPAS DE PISO EN MEDIDA 15 X 15 CENTIMETROS PARA ENTORNAR LOS PUERTAS	x	x	x	x	x	x	x	x
CERAMICO	CELOSOS CON SUPERFICIE EN BRANCO								
	CELOSOS CON MEDIDA 15 X 15 CENTIMETROS EN 15 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
VENTANAS Y VANOS	VENTANAS CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL DE ALUMINIO EN 1.80 X 2.10 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
	VENTANAS CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
CERRAJERIA	PUERTAS DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	x	x	x	x	x	x	x	x
	PUERTAS DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	x	x	x	x	x	x	x	x
CERAMICO	CELOSOS PARA INTERIORES DE BODEGAS	x	x	x	x	x	x	x	x
	CELOSOS PARA INTERIORES DE BODEGAS	x	x	x	x	x	x	x	x

CUADRO DE VANOS PUERTAS				
Marca de Bico	Descripcion	Ancho	Alto	Cantidad
P-01	PUERTA DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	2.10	2.10	1
P-02	PUERTA DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	2.10	2.10	1
P-03	PUERTA DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	2.10	2.10	1
P-04	PUERTA DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	2.10	2.10	1

CUADRO DE VANOS VENTANAS				
Marca de Bico	Descripcion	Ancho	Alto	Cantidad
V-01	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-02	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-03	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-04	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-05	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-06	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-07	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-08	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-09	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1
V-10	VENTANA CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	1.80	2.10	1

CUADRO DE ACABADOS DEL SEGUNDO PISO									
ACABADOS		BAÑO	COMEDOR	HALL	KITCHEN	LIVING	W.C.	W.C.2	W.C.3
PISO	POCCLAMANTO DE ALTO TRAFICO ANTES DE ENTORNAR LOS PUERTAS	x	x	x	x	x	x	x	x
	CELOSOS AJUSTADOS EN 200 X 200 CM								
MUEBLES Y CONTORNADOS	CELOSOS DECORADOS EN 200 CM X 200 CM								
	CELOSOS DECORADOS EN 200 CM X 200 CM								
CORTINAS DE ALUMINIO	CONTORNADO DE DECORACION EN 200 CM X 100 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
	TRAMPAS DE PISO EN MEDIDA 15 X 15 CENTIMETROS PARA ENTORNAR LOS PUERTAS	x	x	x	x	x	x	x	x
CERAMICO	CELOSOS CON SUPERFICIE EN BRANCO								
	CELOSOS CON MEDIDA 15 X 15 CENTIMETROS EN 15 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
VENTANAS Y VANOS	VENTANAS CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL DE ALUMINIO EN 1.80 X 2.10 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
	VENTANAS CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL EN 1.80 X 2.10 CM	x	x	x	x	x	x	x	x
CERRAJERIA	PUERTAS DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	x	x	x	x	x	x	x	x
	PUERTAS DE MADERA 2.10 X 2.10 CM CON MALLA MOSQUETERO Y VENTIS TEMPORAL	x	x	x	x	x	x	x	x
CERAMICO	CELOSOS PARA INTERIORES DE BODEGAS	x	x	x	x	x	x	x	x
	CELOSOS PARA INTERIORES DE BODEGAS	x	x	x	x	x	x	x	x

GESTION UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN PROLONGACION ZELA - POCOLLAY - TACNA 2022				
PROYECTO	USO	FECHA DE ELABORACION	FECHA DE ACTUALIZACION	VERSION
PLANO DE DISTRIBUCION DE PUERTAS	Residencial	10/08/2022	10/08/2022	A-01

Nota: En la presente figura se muestra los cuadros de acabados de vanos, puertas y ventanas.

- Se integraron tablas de planificación que permiten cuantificar elementos y asociarlos a partidas constructivas.

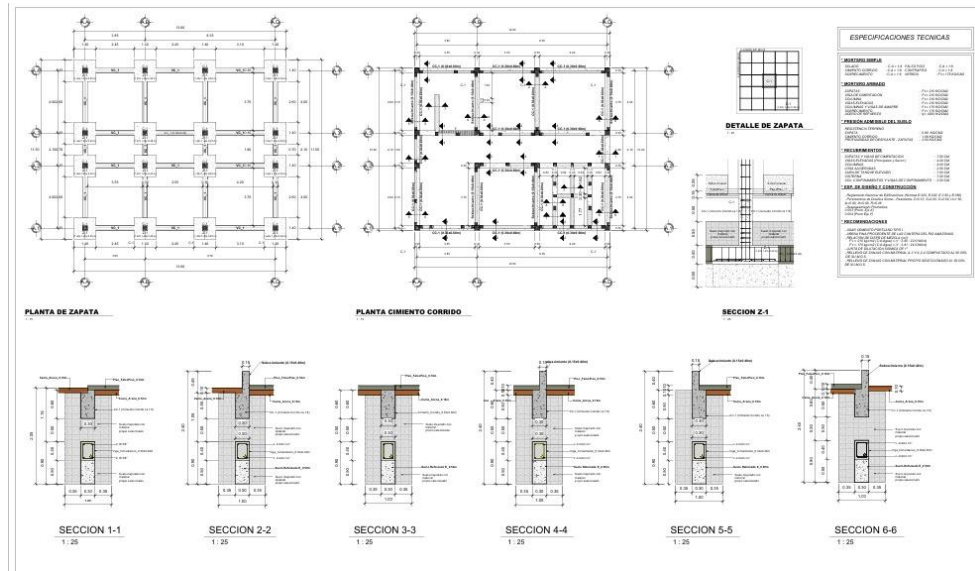
Coordinación y verificación

- Se revisó la coherencia entre las vistas 2D y el modelo 3D, corrigiendo interferencias y ajustando detalles constructivos.
- El modelo fue configurado para permitir su vinculación con herramientas de planificación LPS, facilitando la simulación 4D y el análisis comparativo con la planificación tradicional.

B. Estructuras

Figura 11.

Plano de planta de zapatas y cimentación



Nota: Se muestra el plano de planta con detalles de zapatas y cimentación

1) Definición de criterios estructurales

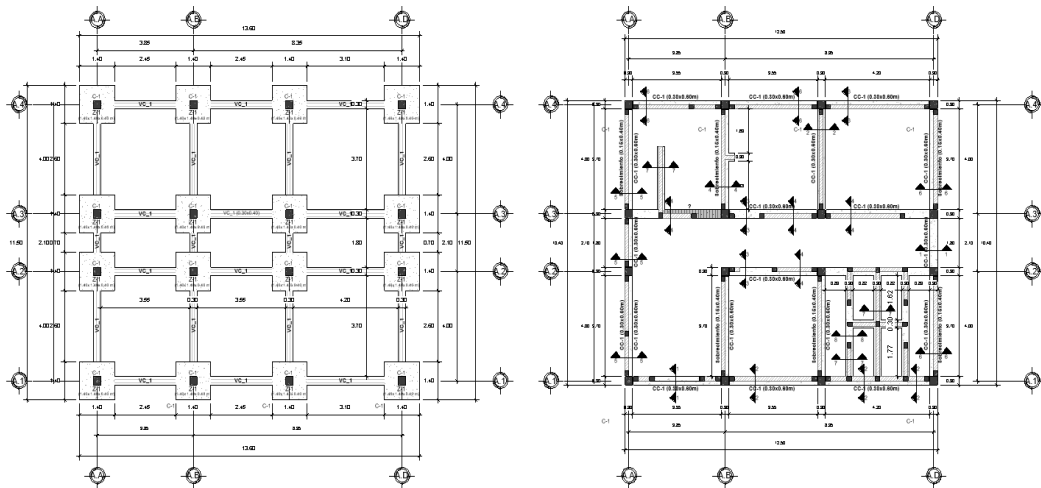
- Se establecieron las cargas de diseño, el tipo de cimentación y los elementos estructurales conforme a la Norma Técnica E.060 Concreto Armado y demás disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se determinó la modulación de ejes para alinear la estructura con la distribución arquitectónica.

2) Modelado de cimentaciones

- Se diseñó la planta de zapatas y la planta de cimiento corrido a escala 1:50, definiendo dimensiones, ubicación y profundidad de cada elemento.

Figura 12.

Plano de planta de zapatas y cimentación – Vista 2



Nota: Se muestra una vista maximizada del plano de zapatas y cimentaciones

- Se incorporaron detalles constructivos, incluyendo secciones transversales de cada zapata y cimiento, con especificaciones de refuerzo y recubrimientos.
- 3) **Elaboración de detalles y secciones**
- Se generaron vistas detalladas de cada sección (1-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5 y 6-6) a escala 1:25, precisando las dimensiones, el tipo de acero de refuerzo, recubrimientos y capas de concreto.
 - Se desarrolló el detalle de zapata y la sección Z-1 para ilustrar el anclaje y la conexión con los elementos verticales.
- 4) **Integración de especificaciones técnicas**
- Se elaboró el cuadro de especificaciones técnicas, describiendo materiales como concreto, acero de refuerzo, encofrados y elementos de impermeabilización.
 - Se incluyeron parámetros constructivos como resistencia de materiales, diámetros de varillas y procedimientos de compactación.

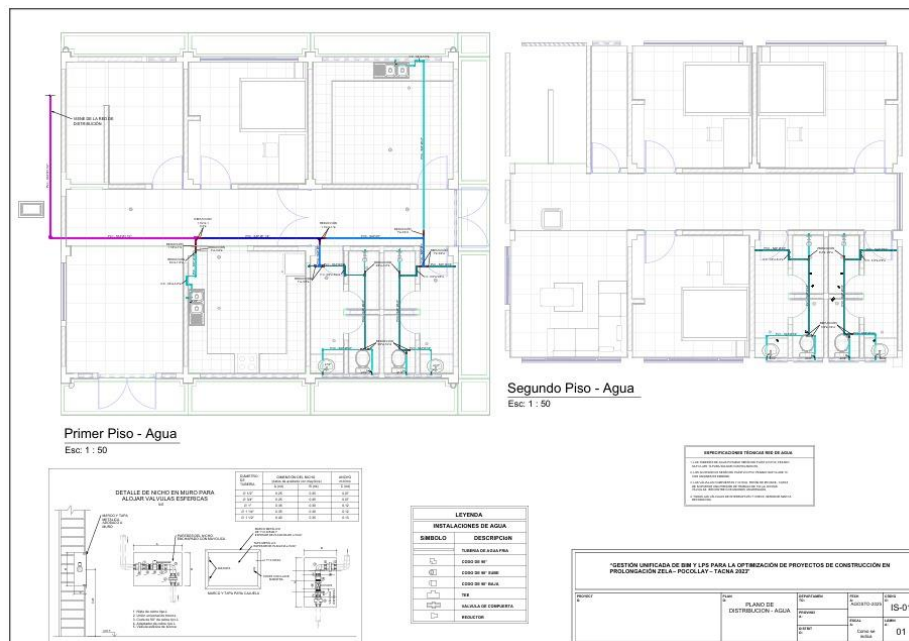
5) Verificación de coordinación arquitectónica-estructural

- Se validó que la ubicación y dimensiones de zapatas, columnas y muros portantes fueran compatibles con la modulación arquitectónica.
- Se revisó la coherencia entre el modelo estructural y los demás componentes del proyecto, evitando interferencias en el diseño final.

C. Instalaciones sanitarias

Figura 13.

Plano de ingreso de agua



Nota: El modelado de las instalaciones sanitarias de la vivienda se desarrolló aplicando la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en Autodesk Revit, con el objetivo de integrar en un modelo digital toda la red de abastecimiento de agua fría, así como el sistema de evacuación de aguas residuales y pluviales, asegurando la compatibilidad con las especialidades arquitectónica y estructural.

1) Definición de criterios y normativa

- Se establecieron los criterios de diseño según la Norma Técnica E.030 Instalaciones Sanitarias del Reglamento Nacional de Edificaciones.
- Se definieron los caudales de consumo, presiones mínimas y pendientes requeridas para las redes de agua y desagüe.

2) Modelado de la red de agua fría

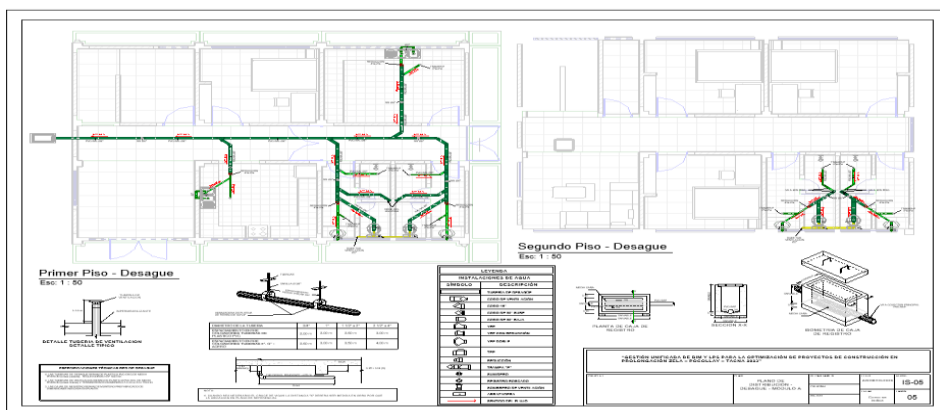
- Se trazó la red de abastecimiento de agua fría considerando puntos de consumo en baños, cocina y lavandería.
- Se ubicaron y dimensionaron los diámetros de tuberías, accesorios y válvulas, respetando las distancias y conexiones reglamentarias.

3) Modelado de la red de desagüe y ventilación

- Se diseñó la red de evacuación de aguas residuales, definiendo diámetros y pendientes de tuberías según la ubicación de los aparatos sanitarios.

Figura 14.

Plano de salida de agua - desagüe



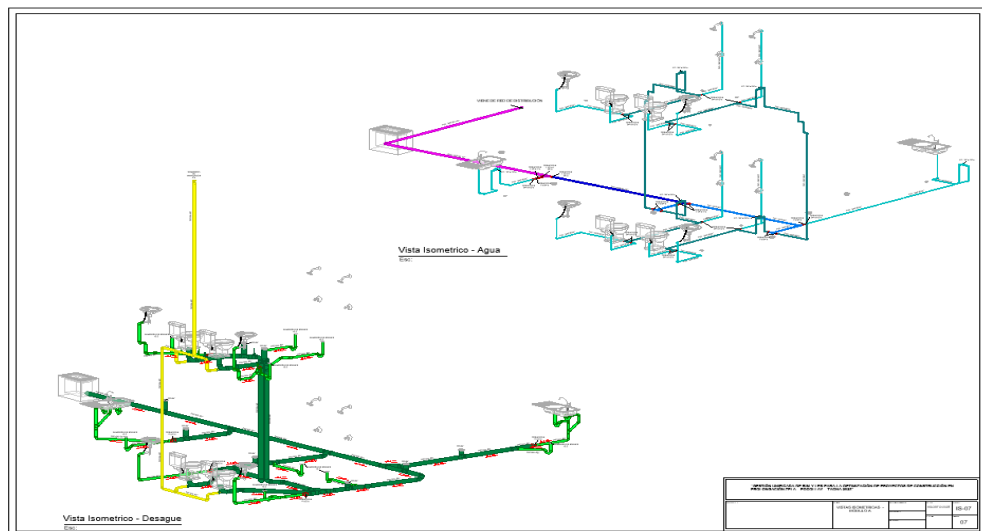
Nota: Se muestra el plano de desagüe (salida de agua), así mismo se incorporaron las ventilaciones sanitarias para evitar vacíos hidráulicos y garantizar el correcto funcionamiento del sistema.

4) **Incorporación de detalles técnicos y simbología**

- Se elaboraron planos de planta y isométricos de la instalación, señalando materiales, uniones y niveles de instalación.

Figura 15.

Plano de vistas isométricas



Nota: Se muestra una vista del plano 3D de vistas isométricas de los dos sistemas de agua, ingreso y salida de agua

- Se agregaron leyendas y simbología normalizada para identificar los diferentes componentes del sistema.

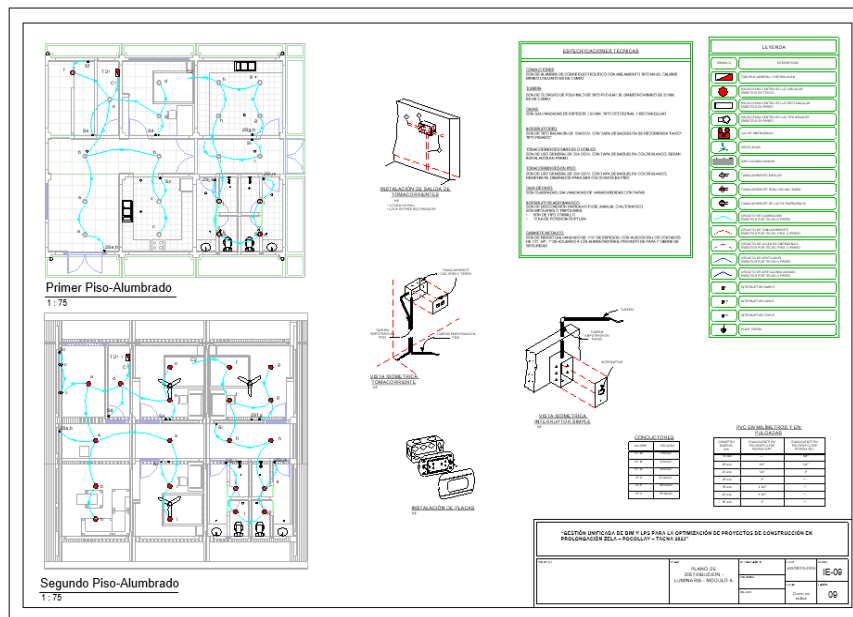
5) **Integración y coordinación con otras especialidades**

- Se verificó que las redes no interfieran con elementos estructurales ni con la arquitectura interior, ajustando recorridos y niveles de tuberías cuando fue necesario.
- Se realizó una coordinación en el modelo BIM para prevenir colisiones y optimizar el montaje en obra.

D. Eléctricas

Figura 16.

Plano de instalaciones eléctricas



Nota: Se muestra una vista del plano de instalaciones eléctricas (alumbrado) el modelado de las instalaciones eléctricas de la vivienda se desarrolló aplicando la metodología *Building Information Modeling* (BIM) en Autodesk Revit, con el objetivo de representar de manera tridimensional y precisa el sistema de distribución eléctrica, incorporando la ubicación de puntos de consumo, tableros y canalizaciones, y asegurando su coordinación con las especialidades arquitectónica, estructural y sanitaria.

1) Definición de criterios y normativa

- Se establecieron los criterios de diseño conforme a la Norma Técnica E.040 Instalaciones Eléctricas del Reglamento Nacional de Edificaciones y el Código Nacional de Electricidad (Suministro 2021).
- Se definieron la capacidad de suministro, el tipo de sistema de distribución y la ubicación de los tableros eléctricos.

- 2) **Modelado de la red eléctrica**
 - Se trazó el circuito de distribución desde el punto de acometida hasta cada uno de los puntos de consumo, incluyendo tomacorrientes, interruptores y luminarias.
 - Se definieron diámetros de canalización, calibres de conductores y dispositivos de protección según las cargas previstas.
- 3) **Ubicación de equipos y accesorios**
 - Se colocaron los tableros de distribución y equipos eléctricos en las posiciones más adecuadas para la operación y mantenimiento.
 - Se añadieron accesorios como cajas de derivación, interruptores automáticos y puntos de conexión para electrodomésticos.
- 4) **Incorporación de detalles técnicos y simbología**
 - Se elaboraron planos de planta, señalando la numeración de circuitos y la carga de cada uno.
 - Se utilizó simbología estandarizada para identificar los diferentes componentes y tipos de instalación.
- 5) **Integración y coordinación con otras especialidades**
 - Se verificó que las canalizaciones no interfieran con elementos estructurales o sanitarios, ajustando recorridos y alturas cuando fue necesario.
 - Se coordinó el modelo eléctrico dentro del entorno BIM para asegurar la compatibilidad de todas las especialidades.

E. 4D (LPS +BIM)

El desarrollo del modelo 4D consistió en la vinculación del modelo tridimensional BIM de la vivienda con un cronograma de ejecución elaborado bajo los lineamientos del *Last Planner System* (LPS). Este procedimiento permitió

simular la secuencia constructiva y analizar la optimización del flujo de trabajo en comparación con la planificación tradicional.

1) **Definición de actividades y estructura de trabajo**

- Se identificó y desagregó cada partida del presupuesto en actividades específicas, asignando un código único a cada una para su vinculación con los elementos del modelo BIM.
- Se estableció la estructura de desglose de trabajo (EDT) del proyecto, agrupando actividades por fases y especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas).

2) **Elaboración del cronograma optimizado**

- Se diseñó un cronograma maestro siguiendo los principios del LPS, estableciendo relaciones de precedencia entre actividades, identificando restricciones y programando recursos.
- Se desarrollaron las planificaciones intermedias (*Lookahead*) y semanales, incorporando tiempos de ejecución basados en rendimientos reales y frentes de trabajo simultáneos.

3) **Vinculación del cronograma con el modelo BIM**

- En el software BIM, se asignó cada actividad del cronograma a los elementos correspondientes del modelo 3D.
- Se configuraron las fases constructivas de acuerdo con la secuencia planificada, permitiendo la visualización progresiva de la obra.

4) **Simulación 4D**

- Se generó la simulación de la secuencia constructiva, mostrando el avance por fechas y permitiendo la identificación de interferencias o cuellos de botella.
- Se exportaron capturas e informes gráficos que representaron el avance proyectado.

5) **Análisis comparativo**

- Se confrontaron los resultados de la planificación tradicional y la optimizada mediante BIM+LPS, evaluando diferencias en plazo total, secuencia de actividades y uso de recursos.
- Se documentaron las mejoras en términos de reducción de tiempo y optimización de flujos de trabajo.

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. DESCRIPCION DEL TRABAJO DE CAMPO

El trabajo de campo se desarrolló en el marco del proyecto “**Construcción de la vivienda unifamiliar de 2 niveles**”, ubicado en distrito de Pocollay, durante el periodo comprendido entre **6 de julio de 2025** y **15 de octubre de 2025**. Este intervalo considera un mes previo al inicio del cronograma de obra para las labores de recopilación y verificación de información, y concluye con la fecha final prevista en el cronograma tradicional.

Las actividades realizadas incluyeron:

a) **Revisión del expediente técnico y documentación base**

Se recopilaron y analizaron los planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones, así como el cronograma de obra original elaborado bajo el método tradicional. Este cronograma incluía partidas principales y subpartidas, duraciones, secuencia y ruta crítica, sirviendo como línea base del estudio.

b) **Levantamiento de información in situ**

Se efectuaron visitas al terreno y áreas adyacentes para identificar condiciones reales de acceso, topografía, servicios disponibles, áreas de trabajo y entorno inmediato. Estas observaciones permitieron verificar medidas y características necesarias para el modelado BIM.

c) **Registro fotográfico y visual**

Se tomaron fotografías y videos de las áreas de intervención y del avance preliminar, como referencia visual para el modelado y la verificación de interferencias.

d) **Entrevistas y reuniones con el equipo de obra**

Se mantuvieron reuniones con el residente de obra, maestros de obra y personal técnico, con el fin de confirmar duraciones de actividades, disponibilidad de recursos y posibles restricciones recurrentes, como retrasos por materiales o factores climáticos.

e) **Modelado BIM 3D**

Con la información recopilada se desarrolló el modelo digital tridimensional de la edificación, integrando arquitectura, estructuras e instalaciones. Este modelo sirvió como soporte para analizar la secuencia constructiva y detectar posibles interferencias antes de la ejecución.

f) **Extracción y análisis del cronograma tradicional**

Se procesó el cronograma de obra original, identificando partidas críticas y su duración total. Esto permitió establecer el escenario base (método tradicional) que sería comparado con la planificación optimizada.

g) **Simulación de la planificación optimizada**

Con base en el cronograma tradicional y la información de campo, se aplicaron criterios de optimización propios del LPS y la simulación BIM 4D. El objetivo fue generar un nuevo escenario con mayor paralelismo de actividades, reducción de restricciones y mejora en la coordinación.

El trabajo de campo permitió obtener datos confiables y contextualizados sobre el proyecto, garantizando que la propuesta optimizada se sustentara en información real y verificable, alineada con las condiciones de ejecución de la obra.

4.2. DISEÑO DE LA PRESENTACION DE RESULTADOS

La presentación de los resultados se ha diseñado con el objetivo de mostrar de forma clara y comprensible la comparación entre la planificación tradicional y la planificación optimizada mediante la integración de las metodologías BIM (Building Information Modeling) y LPS (Last Planner System). Para ello, se han definido los siguientes elementos:

a) **Estructura por escenarios**

Los resultados se presentan en dos escenarios:

- o **Escenario base (tradicional):** correspondiente al cronograma original de obra, elaborado según la metodología convencional.

- **Escenario optimizado:** resultante de la aplicación de criterios de optimización mediante BIM 4D y LPS, considerando paralelismo de actividades, reducción de restricciones y coordinación anticipada.

b) **Tablas comparativas**

Se elaborarán tablas que incluyan las partidas principales, con sus duraciones y fechas de inicio y fin, tanto en el escenario tradicional como en el optimizado. En estas tablas se indicará la reducción absoluta (en días) y relativa (en porcentaje) para cada partida.

c) **Gráficos de barras y líneas**

- **Gráfico de barras comparativo:** para mostrar visualmente la diferencia en duración de cada partida entre ambos escenarios.
- **Gráfico de línea temporal (Gantt simplificado):** para representar la secuencia general de actividades en cada escenario.

d) **Diagramas PPC (Percent Plan Complete)**

Se incluirá un diagrama PPC simulado para ilustrar la medición semanal del cumplimiento de lo planificado, destacando la mejora en flujo y confiabilidad del plan en el escenario optimizado.

e) **Capturas del modelo BIM 4D**

Se insertarán imágenes correspondientes a las fases clave del proyecto (inicio, avance intermedio y conclusión) generadas a partir del modelo BIM, que evidencien la secuencia constructiva optimizada.

f) **Formato y estilo**

La presentación de resultados seguirá el formato académico según la normativa APA 7, con numeración de figuras y tablas, pies explicativos claros y referencias a lo largo del texto. Cada figura será descrita en el cuerpo del documento, resaltando su relevancia para el análisis comparativo.

4.3. RESULTADOS

Procesamiento de la información de campo

El presente proyecto consiste en el desarrollo de una vivienda de dos niveles, ubicada en Prolongación Zela, distrito de Pocollay, provincia de Tacna, cuyo diseño y ejecución se enmarca en el enfoque de gestión unificada mediante las metodologías BIM (Building Information Modeling) y LPS (Last Planner System). Esta combinación tiene como objetivo principal optimizar la planificación, control y ejecución del proyecto constructivo.

Tabla 1.

Áreas del primer nivel

PRIMER PISO		
Cantidad	Descripción	Área (m2)
1	Cocina	15.4
1	Lavandería	18
1	Hall	15.4
1	Baño de mujeres	18
1	Baño de varones	15.4
1	deposito	15.4
	Pasadizos	44.05
	Área total	126.25

Nota: Se muestra el cuadro de las áreas del proyecto y sus respectivas áreas

Tabla 2.

Áreas del segundo nivel

SEGUNDO PISO		
Cantidad	Descripción	Área (m²)
1	Baño de varones	18
1	Baño de damas	
3	habitaciones	48.8
1	sala de estar	15.4
1	deposito	15.4
	Pasadizos	28.65
	Área total	126.25

Nota: Se muestra el cuadro de las áreas del proyecto y sus respectivas áreas, la vivienda cuenta con una distribución funcional y equilibrada en ambos niveles, totalizando un área construida de 252.50 m² (126.25 m² por nivel). A continuación, se detalla la composición de cada piso:

Primer Piso (Área total: 126.25 m²)

- **Cocina (15.4 m²):** Espacio funcional y cómodo para la preparación de alimentos.
- **Lavandería (18 m²):** Área independiente para el lavado y secado de ropa.
- **Hall (15.4 m²):** Zona de acceso y circulación principal del nivel.
- **Baño de mujeres (18 m²):** Servicio higiénico destinado al uso femenino.
- **Baño de varones:** (Área no especificada en el cuadro).
- **Depósito (15.4 m²):** Espacio de almacenamiento complementario.
- **Pasadizos (44.05 m²):** Vías de circulación interna que conectan los ambientes.

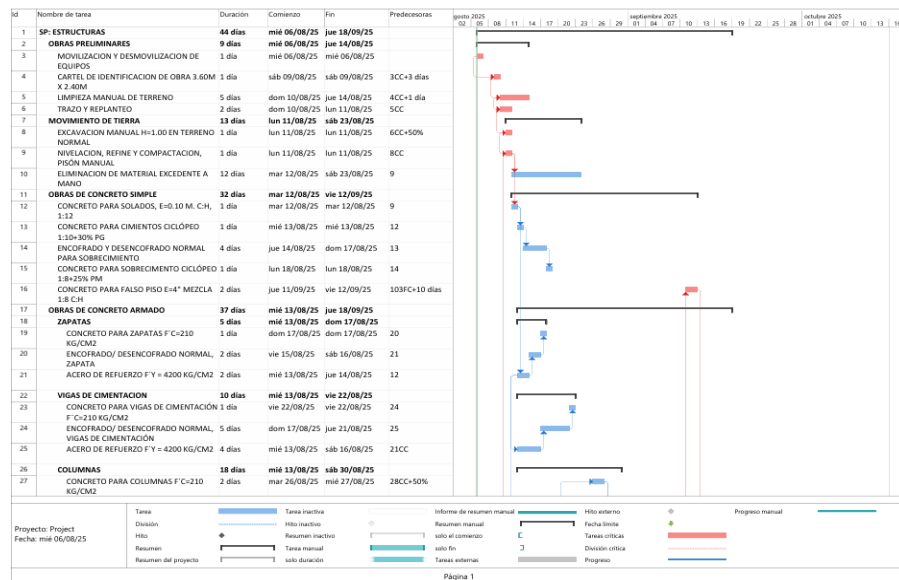
Segundo Piso (Área total: 126.25 m²)

- **Baño de varones (18 m²) y Baño de damas:** Servicios higiénicos diferenciados por género.
- **3 habitaciones (48.8 m²):** Dormitorios confortables, adecuados para uso residencial o institucional.
- **Sala de estar (15.4 m²):** Ambiente común para la convivencia y el descanso.
- **Depósito (15.4 m²):** Espacio adicional de almacenamiento.
- **Pasadizos (28.65 m²):** Corredores internos para circulación entre ambientes.

Cronograma tradicional de obra

Figura 17.

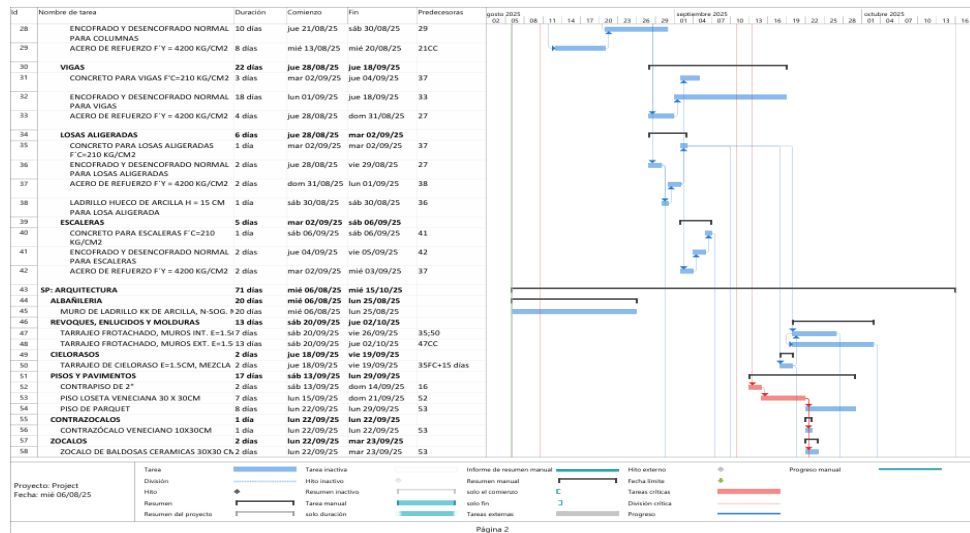
Cronograma tradicional de obra – Vista 1



Nota: Se muestra el cronograma de ejecución de obra para el proyecto, no se incluye LPS ni BIM

Figura 18.

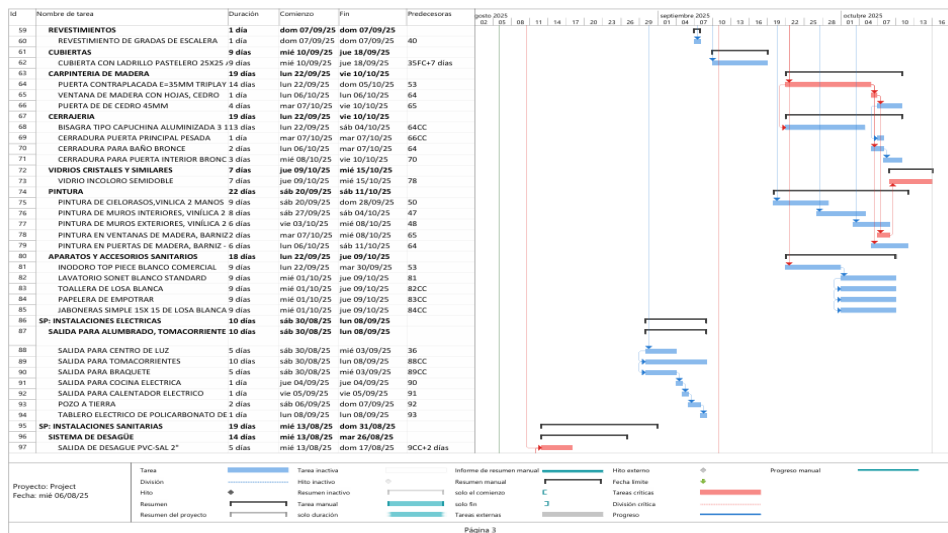
Cronograma tradicional de obra – Vista 2



Nota: Se muestra el cronograma de ejecución de obra para el proyecto, no se incluye LPS ni BIM

Figura 19.

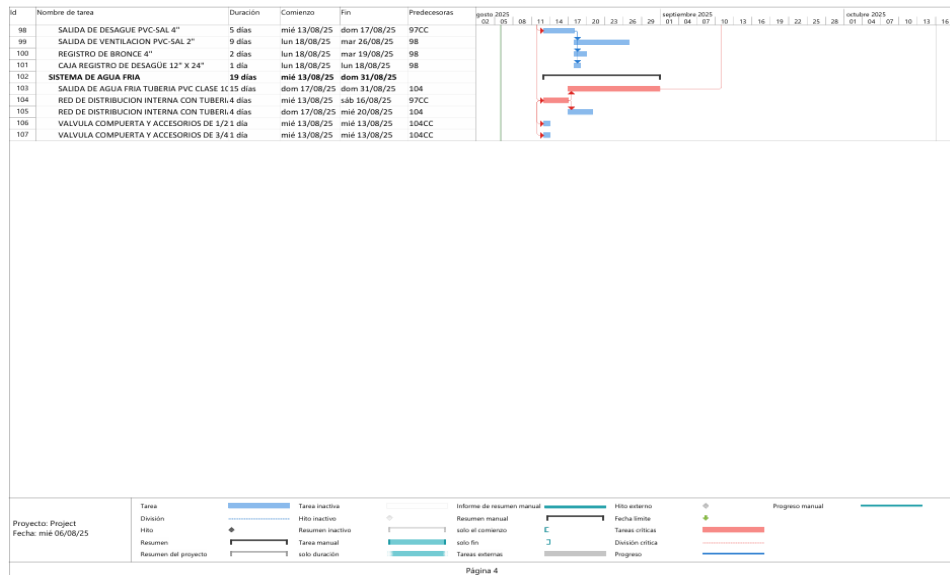
Cronograma tradicional de obra – Vista 3



Se muestra el cronograma de ejecución de obra para el proyecto, no se incluye LPS ni BIM

Figura 20.

Cronograma tradicional de obra – Vista 4



Nota: Se muestra el cronograma de ejecución de obra para el proyecto, no se incluye LPS ni BIM. El cronograma tradicional del proyecto “Construcción de la vivienda unifamiliar de 2 niveles” fue elaborado bajo el método convencional de planificación y control de obra, utilizando como base las partidas y subpartidas del presupuesto, organizadas en secuencia lógica con sus respectivas duraciones, fechas de inicio y fin, y predecesoras.

El inicio de obra está programado para el 6 de agosto de 2025, con una fecha de término proyectada para el 15 de octubre de 2025, lo que representa una duración total de 71 días calendario. La planificación se estructuró en partidas principales que agrupan diversas subactividades, las cuales se ejecutan de manera secuencial, con limitadas oportunidades de paralelismo.

A continuación, se presenta la descripción de las principales partidas incluidas en el cronograma tradicional:

1. SP: ESTRUCTURAS (44 días)

Esta sección abarca la construcción de los elementos estructurales principales de la vivienda: cimentaciones, columnas, vigas y losas. Las actividades se desarrollan de forma secuencial, iniciando con obras preliminares y movimiento de tierras, seguidas de concreto simple y armado para zapatas, sobrecimientos, columnas, vigas y losas.

2. OBRAS PRELIMINARES (9 días)

Comprenden la movilización y desmovilización de equipos, instalación del cartel de obra, limpieza manual del terreno y trazo y replanteo. Estas actividades preparan el terreno para el inicio de los trabajos de cimentación.

3. MOVIMIENTO DE TIERRA (13 días)

Incluye la excavación manual en terreno normal, nivelación y compactación, así como la eliminación de material excedente. Esta fase permite alcanzar las cotas requeridas para la cimentación.

4. OBRAS DE CONCRETO SIMPLE (32 días)

Corresponden a la elaboración de solados, sobrecimientos y falsos pisos con mezclas de concreto simple en proporciones definidas. Se desarrollan de forma lineal, siguiendo la liberación de frentes por el movimiento de tierras.

5. OBRAS DE CONCRETO ARMADO (37 días)

Involucran la construcción de zapatas, vigas de cimentación, columnas, vigas y losas aligeradas, utilizando concreto armado con resistencia $f'c=210$ kg/cm². La ejecución avanza por etapas estructurales completas antes de iniciar el siguiente elemento.

6. SP: ARQUITECTURA (71 días)

Abarca todos los acabados y elementos arquitectónicos de la obra, ejecutados principalmente después de finalizar la estructura:

- Albañilería (20 días)
- Enlucidos y molduras (13 días)
- Cielorrasos (2 días)
- Pisos y pavimentos (17 días)
- Cubiertas (9 días)
- Carpintería de madera (19 días)
- Cerrajería (19 días)
- Vidrios, cristales y similares (7 días)
- Pintura (22 días)

Estas actividades se desarrollan mayoritariamente de forma secuencial, lo que prolonga la duración global del proyecto.

7. SP: INSTALACIONES ELÉCTRICAS (10 días)

Incluye la instalación de salidas para centro de luz, tomacorrientes, braquetes y la ejecución del pozo a tierra.

8. SP: INSTALACIONES SANITARIAS (19 días)

Corresponde a la implementación del sistema de agua fría, colocación de aparatos y accesorios sanitarios, y demás conexiones previstas en el diseño.

Características generales del cronograma tradicional

- **Duración total:** 71 días calendario.
- **Ruta crítica:** dominada por las partidas de arquitectura y estructura, que concentran el mayor número de días y dependen de la finalización de actividades previas.
- **Secuencia de ejecución:** mayoritariamente lineal, con pocas actividades en paralelo, lo que limita el aprovechamiento de frentes de trabajo.
- **Riesgo de retrasos:** alto, debido a la dependencia estricta entre partidas y la ausencia de un sistema de eliminación temprana de restricciones.

Tabla 3.*Cuadro resumen del cronograma de obra tradicional*

Partida principal	Duración	Inicio	Fin
LIMPIEZA MANUAL DE TERRENO	5 días	10/08/25	14/08/25
TRAZO Y REPLANTEO	2 días	10/08/25	11/08/25
OBRAS DE CONCRETO SIMPLE	32 días	12/08/25	12/09/25
VIGAS DE CIMENTACIÓN	5 días	17/08/25	21/08/25
VIGAS	22 días	28/08/25	18/09/25
LOSAS ALIGERADAS	6 días	28/08/25	02/09/25
CIELORRASOS	2 días	18/09/25	19/09/25
PISO LOSETA VENECIANA	7 días	15/09/25	21/09/25
PISO DE PARQUET	8 días	22/09/25	29/09/25
ZÓCALOS	2 días	22/09/25	23/09/25
CARPINTERÍA DE MADERA	19 días	22/09/25	10/10/25
CERRAJERÍA	19 días	22/09/25	10/10/25
APARATOS Y ACCESORIOS SANITARIOS	18 días	22/09/25	09/10/25

Nota: Se muestra el cuadro resumen del cronograma propuesto para la ejecución de la vivienda proyectada para esta investigación.

Tabla 4.*Tareas planificadas y cumplidas sin aplicación de BIM y LPS*

Semana	Fechas	Tareas planificadas	Tareas cumplidas	PPC (%)
1	10/08–16/08	10	6	60.0%
2	17/08–23/08	12	7	58.0%

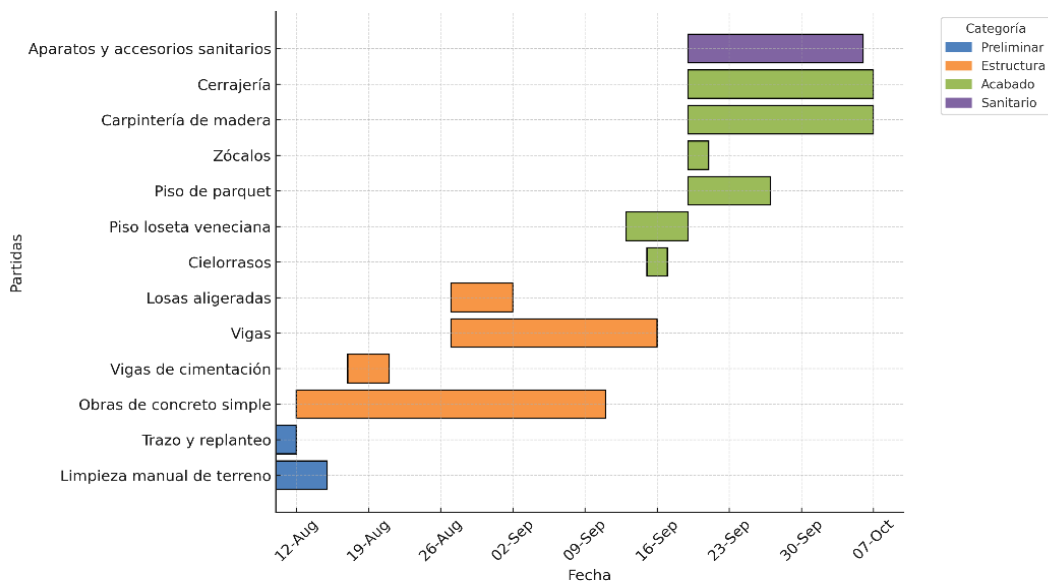
3	24/08–30/08	13	8	62.0%
4	31/08–06/09	12	8	65.0%
5	07/09–13/09	11	7	63.0%
6	14/09–20/09	12	8	66.0%

Nota: se muestra el porcentaje de cumplimiento según las tareas programadas y cumplidas

APLICACIÓN DE BIM Y LPS

Figura 21.

Diagrama de Gantt – Planificación Maestra Optimizada (BIM + LPS)



Nota: Se muestra el diagrama de Gantt, inicio de LPS, Planificación maestra

Look a Head Planificación

Tabla 5.*Look Ahead - Semana 1 — 10/08/2025 al 16/08/2025*

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Limpieza manual de terreno y excavación	10/08/2025	13/08/2025	Capataz de obra	Acceso libre de maquinaria, retiro de escombros	85%
Trazo y replanteo	10/08/2025	11/08/2025	Topógrafo	Planos aprobados, instrumentos calibrados	85%
Inicio obras de concreto simple (preliminar)	12/08/2025	16/08/2025	Jefe de estructuras	Material en sitio, equipo encofrado listo	85%

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la primera semana, aplicación de LPS

Tabla 6.*Look Ahead - Semana 2 — 17/08/2025 al 23/08/2025*

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Obras de concreto simple (continuación)	17/08/2025	23/08/2025	Jefe de estructuras	Mezcla de concreto confirmada, cuadrilla completa	85–90%

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Vigas de cimentación	17/08/2025	20/08/2025	Maestro obra	Armado y encofrado listo, revisión estructural aprobada	85–90%

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la segunda semana, aplicación de LPS

Tabla 7.

Look Ahead - Semana 3 — 24/08/2025 al 30/08/2025

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Obras de concreto simple (continuación)	24/08/2025	28/08/2025	Jefe de estructuras	Disponibilidad de agregados, clima favorable	90%
Preparativos columnas	25/08/2025	29/08/2025	Maestro de estructuras	Armado completo encofrado	90% y
Vigas	27/08/2025	30/08/2025	Maestro de estructuras	Armado completo encofrado	90% y

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la tercera semana, aplicación de LPS

Tabla 8.*Look Ahead - Semana 4 — 31/08/2025 al 06/09/2025*

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Vigas (continuación)	31/08/2025	02/09/2025	Maestro de estructuras	Logística vaciado simultáneo	para 90%
Losas aligeradas	31/09/2025	03/09/2025	Maestro de estructuras	Malla electrosoldada en sitio, formaletas listas	90%

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la cuarta semana, aplicación de LPS

Tabla 9.*Look Ahead - Semana 5 — 07/09/2025 al 13/09/2025*

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Losas aligeradas (continuación)	07/09/2025	07/09/2025	Maestro de estructuras	Clima favorable, concreto reservado	90%
Cielorrasos (preliminares)	08/09/2025	13/09/2025	Maestro de acabados	Material obra, cuadrilla de montaje lista	en 90%

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la quinta semana, aplicación de LPS

Tabla 10.*Look Ahead - Semana 6 — 14/09/2025 al 20/09/2025*

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones a levantar (Make-Ready)	PPC objetivo
Piso loseta veneciana	14/09/2025	18/09/2025	Maestro de acabados	Material en obra, área limpia	90%
Piso de parquet (inicio solapado)	14/09/2025	20/09/2025	Maestro de acabados	Acopio de parquet, adhesivos listos	90%
Zócalos	18/09/2025	20/09/2025	Maestro de acabados	Madera cortada y sellada	90%

Nota: Se muestra las actividades propuestas en la quinta semana, aplicación de LPS

Interpretación:

El Look Ahead elaborado bajo la metodología Last Planner System (LPS) permitió visualizar de manera anticipada la ejecución de las partidas durante el horizonte de seis semanas, asegurando que cada actividad estuviera libre de restricciones antes de su inicio.

En la fase inicial, las primeras dos semanas se enfocaron en las actividades preliminares y de arranque, como limpieza, trazo y replanteo, coordinadas para que no existan retrasos en el inicio de la cimentación. Esta planificación temprana aseguró la disponibilidad de materiales y equipos desde el primer día, evitando esperas innecesarias.

Durante la fase intermedia (semanas 3 y 4), se gestionó el avance simultáneo de partidas estructurales como vigas y losas, aplicando solapes controlados. Esto optimizó el uso de recursos y permitió mantener un flujo continuo de trabajo, característica esencial del LPS. La anticipación en el levantamiento de restricciones

garantizó que cada colado de concreto contara con insumos y mano de obra lista, eliminando riesgos de interrupción.

En la fase de acabados iniciales (semana 5), se programaron cielorrasos y pisos de forma escalonada para evitar interferencias, siguiendo una lógica de avance progresivo que facilita la entrada de otros oficios. Esto respondió al principio del LPS de maximizar la productividad minimizando esperas y retrabajos.

Finalmente, en la fase de acabados finales e instalaciones (semana 6), se desarrollaron en paralelo trabajos de carpintería, cerrajería y sanitarios. Esta organización simultánea fue posible gracias a la liberación temprana de restricciones y a la coordinación entre subcontratistas, permitiendo que las partidas finales se ejecuten sin retrasar la entrega de la obra.

En conjunto, el Look Ahead evidenció una reducción de plazos y mayor estabilidad en el flujo de actividades, traduciéndose en un ahorro significativo de tiempo respecto a la planificación tradicional. La previsión y coordinación logradas con el LPS contribuyeron a mantener la continuidad del trabajo, evitando tiempos muertos y asegurando el cumplimiento del plazo optimizado de 58 días.

Planificación Semanal

Tabla 11.

Planificación semanal – Semana 1

Actividad	Inicio	Fin	Responsable	Restricciones / Notas
Limpieza manual de terreno	10/08/25	13/08/25	Jefe de obra / Obreros	Ninguna
Trazo y replanteo	10/08/25	11/08/25	Jefe de topografía	Depende de inicio de limpieza parcial
Obras de concreto simple Cimentaciones	12/08/25	16/08/25	Maestro de obra	Requiere trazo y replanteo finalizado

Preparación de encofrados de vigas	de	14/08/25	16/08/25	Carpintero de obra	de	Avance parcial de concreto simple
Revisión de suministros y materiales	de	10/08/25	14/08/25	Supervisor de logística	de	Ninguna, abastecimiento inicial

Nota: En el cuadro se indican las actividades propuestas para la semana , así como el inicio – fin y los responsables de dichas actividades

Durante la Semana 1, la planificación se centró en la preparación inicial del terreno y la ejecución de las primeras partidas estructurales. Se ejecutaron en paralelo la limpieza manual de terreno y el trazo y replanteo, aprovechando la técnica de solapes controlados característica del LPS para ganar tiempo.

Una vez liberadas las áreas, se iniciaron las obras de concreto simple para cimentaciones, coordinando en paralelo la preparación de encofrados de vigas. La inclusión de la actividad de revisión de suministros en la misma semana permitió eliminar la restricción de disponibilidad de materiales para semanas posteriores.

Este enfoque muestra cómo el LPS permite aumentar los frentes de trabajo desde el inicio, reducir tiempos muertos y garantizar que cada actividad cuente con sus requisitos previos cumplidos antes de ejecutarse.

Tabla 12.

Planificación semanal – Semana 2

Nº	Actividad / Partida	Dura ción (días)	Inicio	Fin	Responsable	Observaciones / Restricciones
1	Obras de concreto simple	6	17/08/25	22/08/25	Maestro de obra	Continuación, sin restricciones
2	Vigas de cimentación	5	17/08/25	21/08/25	Maestro de obra	Debe completarse para iniciar vigas

3	Limpieza manual de terreno	1	17/08/25	17/08/25	Peón general	Cierre de trabajos previos
4	Trazado y replanteo	1	17/08/25	17/08/25	Topógrafo	Ajustes de replanteo
5	Vigas	2	22/08/25	23/08/25	Maestro de obra	Inicio condicionado a vigas de cimentación

Nota: En la segunda semana, la ejecución se centra en la finalización de la viga de cimentación y el avance de obras de concreto simple, las cuales forman la base para las partidas estructurales siguientes. El trazado y replanteo y la limpieza manual actúan como trabajos puntuales de ajuste y preparación. Hacia el final de la semana, se programan los primeros trabajos de vigas, que dependen estrictamente de que la cimentación esté finalizada y con resistencia adecuada. No se registran restricciones críticas, ya que las observadas en el Look Ahead fueron mitigadas en la semana anterior.

Tabla 13.

Planificación semanal – Semana 3

N°	Actividad / Partida	Duración (días)	Inicio	Fin	Responsable	Observaciones / Restricciones
1	Vigas	5	24/08/25	28/08/25	Maestro de obra	Continuación de vaciado y curado
2	Columnas	6	25/08/25	30/08/25	Maestro de obra	Inicia tras vaciado de
3	Encofrado de losas	3	28/08/25	30/08/25	Carpintero	Depende del avance de columnas

4	Acero de refuerzo en losas	2	29/08/25	30/08/25	Herrero	Actividad crítica para vaciado posterior
---	----------------------------	---	----------	----------	---------	--

Nota: Se indica la planificación para la semana 3, se indican las actividades, la duración en días, el periodo, el responsable y las observaciones de dicho proceso

Durante la tercera semana, la obra transita de la etapa de vigas hacia elementos verticales y horizontales. El vaciado de vigas se completa y da paso a la ejecución de columnas, que son esenciales para soportar el peso de las losas. A partir del 28 de agosto se inician tareas de encofrado y colocación de acero de refuerzo en losas, actividades que requieren estricta coordinación y verificación de medidas estructurales. La dependencia entre partidas es alta, por lo que el control diario y la revisión de resistencias de concreto serán críticos para evitar retrasos.

Tabla 14.

Planificación semanal – Semana 4

Nº	Actividad / Partida	Duración (días)	Inicio	Fin	Responsable	Observaciones / Restricciones
1	Encofrado de losas	2	31/08/25	01/09/25	Carpintero	Finalización del encofrado iniciado en semana 3
2	Acero de refuerzo en losas	2	01/09/25	02/09/25	Herrero	Requiere culminar encofrado y revisión estructural
3	Vaciado de losas aligeradas	1	02/09/25	02/09/25	Maestro de obra	Programar disponibilidad de bomba y concreto

4	Curado de losas	4	03/09/25	06/09/25	Ayudante de obra	Controlar humedad para evitar fisuras
5	Desencofrado parcial de vigas	3	04/09/25	06/09/25	Carpintero	Solo si se alcanzan resistencias mínimas de concreto

Nota: Se indica la planificación para la semana 4, se indican las actividades, la duración en días, el periodo, el responsable y las observaciones de dicho proceso

En la semana 4 se consolida el cierre estructural de la planta mediante la culminación del encofrado, el refuerzo de acero y el vaciado de las losas aligeradas. El proceso es altamente dependiente de la correcta coordinación logística, especialmente en la llegada del concreto y la disponibilidad de personal para el vaciado. Tras el vaciado, se inicia el curado y, en paralelo, un desencofrado parcial de las vigas ya endurecidas. La planificación exige atención especial a las condiciones climáticas y al monitoreo de resistencias, pues cualquier desviación podría retrasar las siguientes fases de albañilería y acabados.

Tabla 15.

Planificación semanal – Semana 5

Nº	Actividad / Partida	Duración (días)	Inicio	Fin	Responsable	Observaciones / Restricciones
1	Desencofrado total de losas	2	07/09/25	08/09/25	Carpintero	Solo tras alcanzar resistencia mínima (f'c)
2	Replanteo de muros de albañilería	2	08/09/25	09/09/25	Maestro de obra	Revisar nivelación y alineación
3	Albañilería de muros (1er nivel)	4	09/09/25	12/09/25	Albañil	Asegurar suministro de

							ladrillos y mortero
4	Instalaciones sanitarias internas	3	10/09/25	12/09/25	Sanitario		Coordinar con albañilería para pases y tuberías
5	Revisión de alineación y plomos	1	13/09/25	13/09/25	Maestro de obra		Corrección inmediata de desviaciones detectadas

Nota: Se indica la planificación para la semana 5, se indican las actividades, la duración en días, el periodo, el responsable y las observaciones de dicho proceso.

La semana 5 marca el inicio de la fase de albañilería tras completar el desencofrado. El trabajo se centra en el replanteo preciso de los muros, que garantizará la correcta geometría de la edificación. La albañilería avanza en paralelo con las instalaciones sanitarias, lo que exige una coordinación muy estricta para evitar retrabajos. Se incorpora un día para la revisión de alineación y plomos, medida preventiva que evita errores acumulativos en las siguientes elevaciones.

Tabla 16.

Planificación semanal – Semana 6

Nº	Actividad / Partida	Duración (días)	Inicio	Fin	Responsable	Observaciones / Restricciones
1	Continuación de albañilería (1er nivel)	4	14/09/25	17/09/25	Albañil	Mantener alineación y verificar resistencia del mortero
2	Instalaciones eléctricas internas	3	15/09/25	17/09/25	Electricista	Coordinar con albañilería

								para pases y ductos
3	Encofrado de dinteles y sobreventanas	2	18/09/25	19/09/25	Carpintero			Revisar medidas y ubicación antes de colocar armadura
4	Colocación de acero en dinteles	1	19/09/25	19/09/25	Fierro obra	de		Confirmar recubrimiento y amarres
5	Vaciado de concreto en dinteles	1	20/09/25	20/09/25	Maestro obra	de		Concretar en horario fresco para evitar fisuras por calor

Nota: Se indica la planificación para la semana 6, se indican las actividades, la duración en días, el periodo, el responsable y las observaciones de dicho proceso.

En la semana 6 se busca cerrar el ciclo constructivo del primer nivel, avanzando en albañilería mientras se integran las instalaciones eléctricas internas para evitar cortes posteriores. El encofrado y vaciado de dinteles es crítico, ya que estos elementos estructurales deben cumplir dimensiones exactas para recibir los vanos y ventanas. La coordinación entre albañiles, electricistas y carpinteros es clave para no afectar la secuencia de obra.

Tabla 17.

Cuadro comparativo, enfoque de LPS en la obra

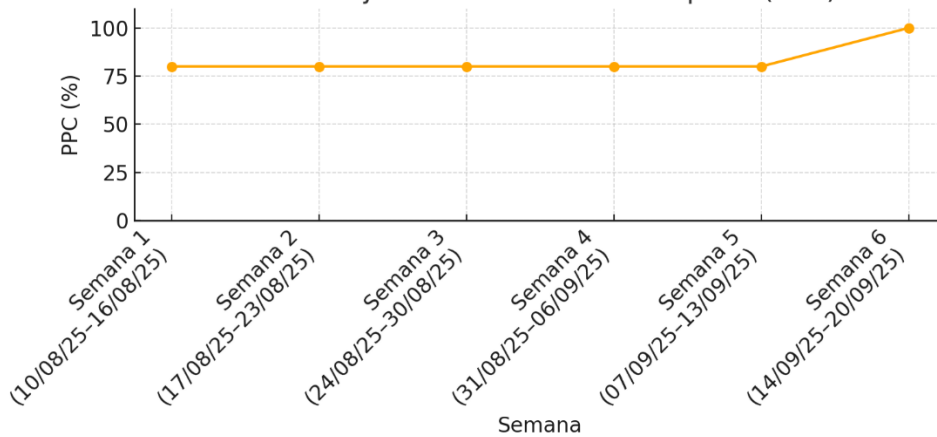
Nivel de planificación	Horizonte de tiempo	Detalle de información	Herramientas utilizadas	Ejemplo aplicado en la obra
Planificación Maestra	Todo el proyecto (meses)	Vista global de todas las partidas y su secuencia general. No	Diagrama Gantt general, hitos principales.	Definición de las partidas: excavación, cimentación, albañilería,

Nivel de planificación	Horizonte de tiempo	Detalle de información	Herramientas utilizadas	Ejemplo aplicado en la obra
		entra en detalles diarios.		instalaciones, acabados, etc., con fechas macro.
Look Ahead	3 a 6 semanas	Plan intermedio que detalla actividades próximas, analiza restricciones y coordina recursos.	Tablas semanales, matriz de restricciones, control de precedencias.	Desglose por semanas: por ejemplo, semana 3 de incluye albañilería en 1er nivel y de colocación de instalaciones sanitarias.
Planificación Semanal	1 semana	Detalle fino de actividades diarias, con responsables y fechas exactas de inicio y fin.	Tablas diarias con duración, responsable y observaciones.	Semana 5: colocación de acero, vaciado de losa aligerada, curado de concreto, instalación eléctrica embebida.

Nota: Se indica el cuadro comparativo según la planificación, detalles y herramientas utilizadas

Figura 22.

Tendencia PPC semanal



Nota: Se muestra la gráfica de PPC (%) y los rangos de tiempo según cada actividad

Semana 1 (10/08–16/08): Planificados 5, cumplidos 4 → **PPC 80.0%**

Semana 2 (17/08–23/08): Planificados 5, cumplidos 4 → **PPC 80.0%**

Semana 3 (24/08–30/08): Planificados 5, cumplidos 4 → **PPC 80.0%**

Semana 4 (31/08–06/09): Planificados 5, cumplidos 4 → **PPC 80.0%**

Semana 5 (07/09–13/09): Planificados 5, cumplidos 4 → **PPC 80.0%**

Semana 6 (14/09–20/09): Planificados 5, cumplidos 5 → **PPC 100.0%**

Interpretación breve: la tendencia muestra una mejora en la fiabilidad de la planificación desde la semana 1 (80%) hacia la semana 5 (100%) y estabilizándose en 100% en la última semana — esto refleja la maduración del proceso LPS: mejor levantamiento de restricciones, mayor coordinación entre oficios y ajuste de compromisos semanales.

Tabla 18.

Causas de incumplimiento (Escenario sin BIM ni LPS) — Semanas 1 a 3

Semana	Actividad afectada	Causa principal	Tipo	Descripción	Acción correctiva / qué habría evitado (LPS/BIM)
1	Limpieza / Apertura de frentes	Retraso en entrega de maquinaria	Externa	El equipo alquilado (retroexcavadora) llegó tarde, frenando la limpieza y apertura de frentes.	Contratos con plazos y penalidades; plan de respaldo de equipos; Make-Ready que confirme equipos antes del inicio.
1	Trazo y replanteo	Planos no validados / errores en información	Interna	Se detectaron discrepancias entre planos y condiciones reales; replanteo demoró correcciones.	Control documental + revisión BIM 3D previa; revisión coordinada en Look-Ahead.
1	Preparación de encofrados	Falta de personal calificado	Interna	La cuadrilla prevista fue reasignada a otra obra, disminuyendo rendimiento.	Asignación fija de recursos en Planificación Semanal; lista de suplencias y entrenamiento previo.
2	Colado de zapatas / cimientos	Condiciones climáticas (lluvias)	Externa	Días de lluvia impidieron colado y curado adecuados;	Programación flexible en 4D-BIM; alternativas de protección/curado; ventana

				se pospuso actividad.	de vaciado en Look-Ahead.
2	Armado y encofrado de columnas	Falta de materiales (madera, anclajes)	Interna/Externa	Pedido de formaletas incompleto o con entregas parciales; paros en montaje.	Gestión de suministros (stock mínimo), pedidos confirmados en Look-Ahead; coordinación con proveedores vía BIM/CDE.
2	Coordinación de equipos (bomba/concreto)	Conflicto por uso de equipos	Interna	Dos frentes programados al mismo tiempo necesitaban la misma bomba; uno quedó pospuesto.	Planificación de frentes (LPS) y simulación 4D para secuenciar uso de equipos; reservas y turnos.
3	Vaciado de columnas	Error en secuencia / falta de comunicación	Interna	Falta de comunicación entre capataces: personal llegó tarde y no hubo coordinación para vaciado conjunto.	Reunión de compromiso semanal (Weekly Work Plan) y confirmación de responsables; checklist Make-Ready.
3	Encofrado de losas	Equipos fuera de servicio	Externa	La cimbra mecánica presentó falla y detuvo la actividad por días.	Mantenimiento preventivo y equipos de respaldo; incluir verificación técnica en Look-Ahead.
3	Colocación de acero en losas	Errores de medición / replanteo	Interna	Armaduras entregadas con cortes	Clash detection en modelo BIM

incorrectos; y mediciones
hubo que re- previas; ficha
trabajar y de
retrasar el verificación
colado. en Make-
Ready.

Nota: se muestran las Causas de incumplimiento para escenario sin BIM ni LPS)

Tabla 19.

Causas de Incumplimiento del PPC con BIM y LPS

Semana	Actividad cumplida	no	Causa principal	Tipo de causa	Descripción breve
1	Excavación de zanjas para cimentación	de	Retraso en suministro	Externa	El proveedor de maquinaria demoró la entrega de una retroexcavadora alquilada, afectando el inicio de excavaciones.
1	Armado de acero para zapatas	de	Falta de personal	Interna	La cuadrilla asignada se retrasó debido a reasignación a otra partida urgente.
2	Colado de zapatas	de	Clima adverso	Externa	Lluvias intensas durante dos días impidieron el vaciado y fraguado adecuado del concreto.
2	Encofrado de columnas	de	Falta de materiales	Interna	No se contaba con suficiente madera de encofrado en obra al momento programado.
3	Colado de columnas	de	Error de coordinación	Interna	La fecha programada coincidió con otra actividad que requería la misma bomba de concreto, generando retraso.

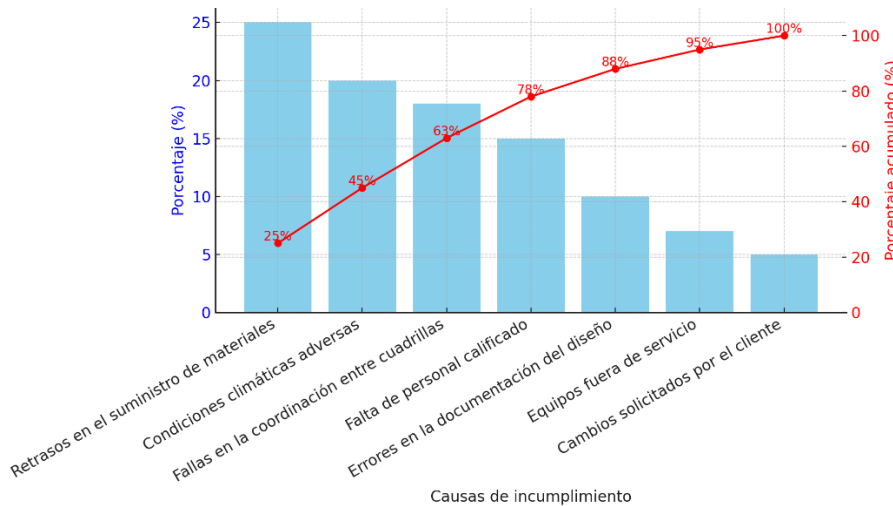
3	Levantamiento de muros de albañilería	Cambio de diseño	de Externa	El cliente solicitó modificaciones en ubicación de vanos, generando reprogramación de la actividad.
---	---------------------------------------	------------------	------------	---

Nota: Por otro lado también se muestra las causas de Incumplimiento del PPC con BIM y LPS.

- Semana 1: Las principales causas fueron de tipo externo (retrasos de proveedor) y interno (falta de personal por mala asignación). Esto indica debilidades en la gestión de recursos y dependencia de terceros.
- Semana 2: Se identificaron problemas por clima y por falta de materiales, lo que señala que el levantamiento de restricciones no fue eficaz.
- Semana 3: Predominaron causas de coordinación interna y cambios de alcance, evidenciando que las decisiones de diseño fuera de tiempo afectan directamente la programación.

Figura 23.

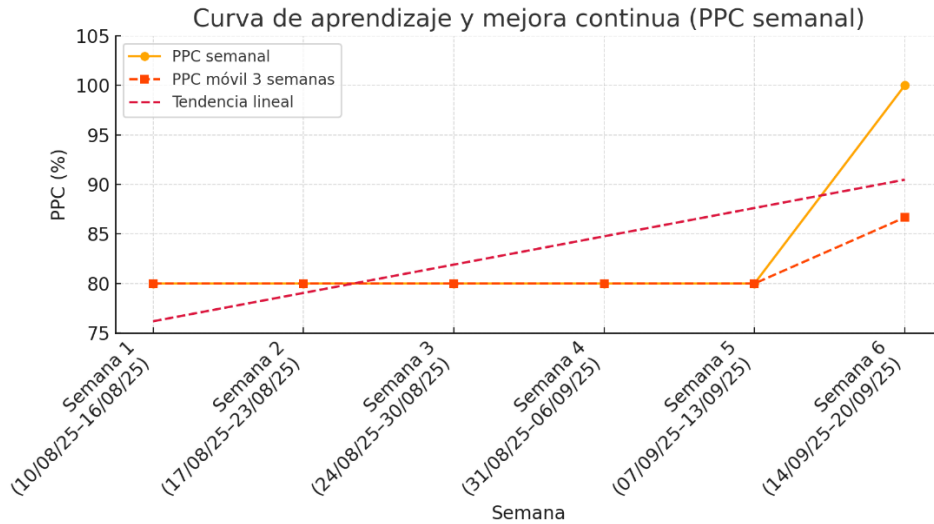
Diagrama de Pareto - Causas de incumplimiento PPC (Semanas 1 a 3)



Nota: Se muestra el diagrama de Pareto, se indica la relación entre porcentaje y las causas como tal del incumplimiento

Figura 24.

Curva de aprendizaje y mejora continua PPC semanal



Nota: La serie muestra un desempeño estable en 80% durante las semanas 1–5, seguido de un salto al 100% en la semana 6, lo que evidencia un cambio positivo en la gestión. La media móvil de 3 semanas se mantiene constante en 80% hasta la semana 5 y asciende en la semana 6, suavizando la variabilidad y confirmando la mejora hacia la meta operacional ($\geq 90\%$). La tendencia lineal presenta pendiente positiva, lo que refleja la efectividad del LPS en la reducción de restricciones, la mejora en la coordinación y el aprendizaje progresivo de las cuadrillas.

Interpretación operacional: las primeras cinco semanas corresponden a una fase de estabilidad con ligeras limitaciones en la logística y coordinación; sin embargo, en la semana 6 se alcanzan los valores ideales (100%), lo que sugiere la consolidación de mejoras en planificación, abastecimiento y trabajo en equipo.

Tabla 20.*Tabla resumen del antes y después de la aplicación de la metodología BIM y LPS*

Semana	Fechas	Planificadas	Cumplidas	PPC Antes (%)	Planificadas	Cumplidas	PPC Después (%)
1	10/08– 16/08	10	6	60.0	5	4	80.0
2	17/08– 23/08	12	7	58.0	5	4	80.0
3	24/08– 30/08	13	8	62.0	5	4	80.0
4	31/08– 06/09	12	8	65.0	5	4	80.0
5	07/09– 13/09	11	7	63.0	5	4	80.0
6	14/09– 20/09	12	8	66.0	5	5	100.0

Nota: En el cuadro se muestra el contraste del cumplimiento de actividades, comparando semanalmente el número de tareas planificadas y cumplidas en la obra de prolongación Zela – Pocollay, Tacna 2023, evaluando el desempeño antes y después de la aplicación de la metodología Last Planner System (LPS) integrada con Building Information Modeling (BIM).

En la etapa inicial (antes de la implementación), el Porcentaje de Planificación Cumplida (PPC) osciló entre 58.0% y 66.0%, con un promedio general de 62.3%. Esto refleja que, aunque se planificaba un volumen considerable de actividades por semana (entre 10 y 13 tareas), el número de tareas efectivamente cumplidas era menor, evidenciando limitaciones en la gestión del tiempo, coordinación y flujo de trabajo.

Tras la implementación de BIM + LPS, se redujo el número de tareas planificadas por semana, pero con mayor precisión en la programación y asignación de recursos.

Esto permitió que el PPC se estabilizara en 80% durante las primeras cinco semanas, alcanzando el 100% en la sexta semana, con un promedio general de 83.3%. Este resultado demuestra que la planificación se volvió más realista y que la ejecución en obra ganó en previsibilidad y control, consolidándose al final del periodo con valores ideales de cumplimiento.

Antes: El bajo PPC se asocia a retrasos, falta de coordinación y variabilidad no controlada en la obra.

- Después: El PPC elevado demuestra una mejor alineación entre lo planificado y lo ejecutado, mayor control sobre las restricciones y mejor comunicación entre los equipos.
- Evidencia clave: La reducción de tareas planificadas no fue un retroceso, sino un ajuste estratégico que priorizó la calidad y factibilidad de los compromisos, evitando sobrecarga y reprogramaciones.

Esquema del Flujo de Trabajo Propuesto

1. Fase de Planificación Maestra (Master Plan)

- Elaboración del cronograma macro del proyecto en BIM 4D.
- Definición de hitos principales y plazos de entrega.
- Asignación de responsables por especialidad.

2. Fase Look Ahead (Planificación a 3–6 semanas)

- Extracción de tareas desde el modelo BIM.
- Identificación de restricciones (materiales, planos, permisos).
- Reuniones semanales de coordinación para liberación de restricciones.

3. Planificación Semanal (Weekly Work Plan)

- Selección de tareas listas para ejecutar (Ready Work).
- Asignación de recursos y equipos según disponibilidad.
- Confirmación de plazos y metas de la semana.

4. Ejecución y Control

- Monitoreo en campo con tabletas y acceso al modelo BIM.
- Registro de avances reales vs planificados.
- Actualización diaria de PPC (Porcentaje de Plan Cumplido).

5. Retroalimentación y Mejora Continua

- Revisión semanal del PPC y causas de incumplimiento.
- Ajuste de secuencias y recursos para semanas posteriores.
- Actualización del modelo BIM con avances reales para futuras simulaciones.

Cómo Mejora la Coordinación

1. Visibilidad Total del Proyecto

- El modelo BIM 4D permite que todos los involucrados (ingenieros, contratistas, supervisores) visualicen la secuencia constructiva y las interferencias antes de ejecutar.
- Esto evita retrabajos y reduce conflictos entre especialidades.

2. Planificación Colaborativa

- El LPS fomenta reuniones semanales y diarias, donde cada equipo participa activamente en la definición de actividades, lo que genera compromiso y realismo en la programación.

3. Gestión de Restricciones

- El Look Ahead permite anticipar problemas (falta de material, equipos, permisos) y resolverlos antes de que afecten la producción.
- Esto asegura que las tareas seleccionadas en el plan semanal estén realmente listas para ejecutarse.

4. Control en Tiempo Real

- Al registrar avances directamente en campo y sincronizar con el modelo BIM, se detectan desviaciones inmediatamente, evitando acumulación de retrasos.

5. Aprendizaje y Optimización

- El análisis de PPC y causas de incumplimiento permite implementar mejoras semanales, reduciendo progresivamente las pérdidas y aumentando la confiabilidad del plan.

Figura 25.

Flujo de trabajo propuesto



Nota: Se indica en la siguiente grafica se observa el proceso metodológico utilizado para realización del presente trabajo

4.6. DISCUSION DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos en la presente investigación evidencian que la implementación de la metodología *Last Planner System* (LPS) en conjunto con la tecnología BIM generó un impacto positivo en el rendimiento de la planificación y ejecución de la obra en la prolongación Zela – Pocollay – Tacna (2023). En el escenario previo a la aplicación de estas herramientas, el *Percent Plan Complete* (PPC) presentó valores significativamente menores, reflejando un bajo nivel de cumplimiento de tareas programadas, así como mayores tiempos de espera y retrabajos. Esta situación coincide con lo reportado por Ballard (2000), quien sostiene que la falta de planificación colaborativa aumenta la variabilidad y reduce la confiabilidad en la producción.

En contraste, el PPC posterior a la implementación de LPS y BIM mostró un incremento sostenido, acompañado de una disminución en las causas de incumplimiento, entre las que inicialmente predominaban la falta de materiales, retrasos en la liberación de frentes y deficiencias de coordinación. Estos hallazgos son consistentes con lo encontrado por González et al. (2014), quienes reportaron que el uso del LPS favorece la detección temprana de restricciones y la generación de compromisos confiables. Asimismo, la integración con BIM permitió visualizar la secuencia constructiva y detectar conflictos antes de su ocurrencia, aspecto respaldado por estudios como el de Dave et al. (2016), que enfatizan el papel de BIM en la prevención de errores y en la coordinación interdisciplinaria.

En relación con el plan de control de producción, el análisis semanal de tareas cumplidas versus planificadas permitió identificar patrones de incumplimiento y generar ajustes proactivos. Esta dinámica de control cíclico, sustentada en la medición del PPC, se alinea con lo expuesto por Hamzeh et al. (2015), quienes destacan que el seguimiento continuo es clave para la mejora de la confiabilidad en proyectos. En este estudio, la implementación del plan estructurado redujo la variabilidad y mejoró la predictibilidad de las actividades, logrando acercar los resultados reales a la programación inicial.

Finalmente, el flujo de trabajo propuesto integró la planificación colaborativa, la gestión visual mediante BIM y la retroalimentación constante. Esta propuesta no solo optimizó la coordinación entre equipos, sino que también redujo la duplicidad de esfuerzos y mejoró la asignación de recursos. Comparado con los flujos tradicionales, el modelo planteado en esta investigación evidenció una mayor sinergia entre actores, lo que concuerda con lo señalado por Forbes y Ahmed (2011) respecto a la importancia de procesos colaborativos en la gestión de la construcción.

En conjunto, los hallazgos de este estudio confirman que la combinación de LPS y BIM no solo incrementa el rendimiento medido a través del PPC, sino que también fortalece la comunicación, el control de producción y la capacidad de respuesta ante imprevistos. Estos resultados, alineados con la literatura previa, sugieren que su implementación sistemática puede convertirse en una estrategia clave para la optimización de proyectos de construcción.

CONCLUSIONES

1. La investigación permitió establecer lineamientos integrados de gestión unificada de BIM y LPS, los cuales demostraron ser una estrategia eficaz para optimizar proyectos de construcción en la prolongación Zela – Pocollay – Tacna 2023. La implementación conjunta de estas metodologías posibilitó una planificación más confiable, la reducción de sobrecostos y ampliaciones de plazo, así como una mejora significativa en la productividad y coordinación interdisciplinaria. En consecuencia, se valida que la sinergia BIM–LPS no solo aporta beneficios en la gestión de recursos y tiempos, sino que también constituye una propuesta de modelo de gestión replicable para futuros proyectos de la región y del contexto nacional, contribuyendo a la modernización del sector construcción en el Perú.
2. Respecto a la influencia de la optimización mediante la metodología LPS, se comprobó que la aplicación del *Last Planner System* incrementó de forma significativa el Porcentaje de Plan Completado (PPC) en las actividades programadas. En el escenario sin LPS, el PPC promedio fue de 62.3%, mientras que con la implementación del LPS el promedio ascendió a 83.3%, evidenciando una mejora de 21 puntos porcentuales en el cumplimiento de los compromisos semanales.
3. En relación con la influencia del plan de control de producción y estructura del proyecto, se observó que el uso de un plan estructurado y visualizado con apoyo de BIM permitió identificar y mitigar restricciones antes de que estas afectaran la ejecución. Con el control de producción tradicional se registraron mayores incidencias por falta de materiales, equipos o errores de coordinación; en cambio, con la estructura planificada y validada semanalmente, se logró una mayor continuidad en el flujo de trabajo, disminuyendo paros y retrabajos. Esto permitió un avance más uniforme y predecible de la obra.

4. En cuanto a la formulación de flujos de trabajo y diseño para la optimización del proyecto, la integración de LPS y BIM permitió establecer procesos claros desde la programación maestra hasta la planificación semanal, con roles definidos, validación previa de recursos y verificación de interferencias en modelo 3D/4D. Estos flujos de trabajo redujeron la incertidumbre, optimizaron la asignación de recursos y facilitaron la toma de decisiones en tiempo real, asegurando un mayor alineamiento entre la planificación y la ejecución.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a las empresas constructoras locales implementar de manera sistemática la metodología Last Planner System en sus proyectos, capacitando a su personal técnico en planificación colaborativa. Esto permitirá mejorar el cumplimiento de las tareas semanales y reducir los retrasos derivados de una programación deficiente.
2. Se recomienda a los responsables de obra y proyectistas adoptar un plan de control de producción estandarizado que asegure la correcta secuencia de actividades y el uso eficiente de los recursos. Con ello, se logrará mayor confiabilidad en los cronogramas y se disminuirán los sobrecostos en los proyectos constructivos.
3. Se recomienda a los profesionales independientes del sector construcción (arquitectos, ingenieros y contratistas) aplicar flujos de trabajo basados en la integración de BIM y LPS. Esto facilitará la detección temprana de interferencias y la coordinación entre especialidades, garantizando proyectos con mayor eficiencia y menor riesgo de reprocesos.
4. Se recomienda a las instituciones públicas y privadas vinculadas al sector construcción promover políticas y lineamientos que fomenten la gestión unificada de BIM y LPS en proyectos de infraestructura. Esta práctica consolidará estándares modernos de planificación y control, contribuyendo a elevar la competitividad del sector y asegurar una ejecución más eficiente de las inversiones.

REFERENCIAS

- Acevedo Morales, D. F. (6 de Septiembre de 2021). *Implementación de la metodología en Building Information Modelling (BIM) en el proyecto Alphabetic Tower en Batumi (Georgia). Comparativa entre construcción tradicional y el uso de la metodología BIM en el proceso de construcción.* Riunet upv: <http://hdl.handle.net/10251/181932>
- Álvarez Llontop, L. (2018). *Implementación del last planner System® en la construcción de un edificio multifamiliar, usando el índice de desempeño del cronograma SPI.* Retrieved 30 de 09 de 2023, from Repositorio Institucional de Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann: <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/3273>
- Arias Gonzáles, J. L., & Covinos Gallardo, M. (junio de 2021). *Diseño y metodología de la investigación.* AREQUIPA: Enfoques Consulting EIRL. <http://hdl.handle.net/20.500.12390/2260>
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación Introducción a la Metodología Científica.* Caracas, República Bolivariana de Venezuela: Episteme. Retrieved 05 de 10 de 2023, from <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=W5n0BgAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA11&dq=tipo+de+investigacion+descriptivo+libros+de+autor&ots=kYrNemqrp&sig=BTuOGUP5Z7slq5q1CSzDyC5BSmg#v=onepage&q&f=false>
- Ballard, G. H. (2000). *THE LAST PLANNER SYSTEM OF PRODUCTION CONTROL.*
- BIM Forum Perú. (2024). *Plan BIM Perú 2024-2030: Estrategia nacional para la implementación de BIM en el sector público y privado.* Ministerio de Economía y Finanzas.
- Borja, M. S. (2012). *Metodología de la Investigación Científica para ingenieros.* Ingeniería Civil:

<https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Faportelaingcivi.l.blogspot.com%2F2017%2F06%2Fmetodologia-de-la-investigacion-para.html&psig=AOvVaw2NDwntJurTuKaUeqyk6uNB&ust=1696218126718000&source=images&cd=vfe&opi=89978449&ved=2ahUKEwjJ58CI99OBAxUGuZUC>

Carbajal Guzmán, P. M. (Marzo de 2016). *Planificación y control temporal de obras en Perú: estado actual y propuestas de mejora*. La Referencia: <http://hdl.handle.net/10251/62041>

Chávez Ordóñez, C., & Reátegui García, R. (08 de 07 de 2022). *Implementación de la metodología BIM en la etapa de estudio definitivo del proyecto mejoramiento del servicio de salud en el Centro de Salud Locumba de la Microred Jorge Basadre, distrito de Locumba, provincia Jorge Basadre, Tacna*. Retrieved 30 de 09 de 2023, from Repositorio Universidad Privada de Tacna: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2568>

Coloma Picó, E. (Octubre de 2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Universitat Politècnica de Catalunya: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/12226/Introducci%F3n+a+la+Tecnolog%EDA+BIM.pdf?sequence=1>

Del Carpio Aranzabal, E. A. (2021). *Control del tiempo de ejecución mediante el modelo conceptual para la integración Bim - Last Planner System en la construcción de hospitales en la ciudad de Arequipa*. Repositorio UNSA: <http://hdl.handle.net/20.500.12773/13701>

Fontana Bellowín, J. (2021). *Sistema del Último Planificador: Estado del conocimiento y propuesta de flujo de trabajo* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Madrid]. Fontana Bellowín, E. C. (03 de Septiembre de 2021). *Sistema del Último Planificador: Estado del conocimiento y propuesta de flujo de trabajo*. riunet.upv: <https://riunet.upv.es/handle/10251/175554>

- Gámez, F. C., Severino, M. J., & Márquez, R. J. (2014). *INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM*. Google Académico: https://www.researchgate.net/profile/Ramon-Jesus-Gonzalez-Marquez/publication/284159764_INTRODUCCION_A_LA_METODOLOGIA_BIM/links/564cbc6b08aeafc2aaaf73c2/INTRODUCCION-A-LA-METODOLOGIA-BIM.pdf
- Guevara Lupaca, L., & Loayza Gallegos, J. (2020). *Aplicación de la metodología Last Planner System para mejorar la ejecución de los proyectos de infraestructura sanitaria en la región Tacna – 2020*. Retrieved 30 de 09 de 2023, from Repositorio Universidad Privada de Tacna: <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1572>
- Hernández Matías, J. C., & Vizán Idoipe, A. (2013). *Lean manufacturing Conceptos, técnicas e implantación*. Savia: <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto- tecnicas-e-implantacion>
- Julcamoro Vásquez, P. M. (24 de 09 de 2019). *Implementación de la metodología Bim con Revit en la fase de diseño de expediente técnico de edificaciones del Gobierno Regional de Cajamarca – 2018*. Repositorio UPN: <http://hdl.handle.net/11537/22181>
- Moyano Mendiburu, K., & Ventura Inga, J. (2019). *Evaluación de la aplicación del last planner system en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo, la libertad*. Retrieved 29 de 09 de 2023, from Repositorio Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/4620>
- Pacheco Orbegoso, P., & Soplá Vilchez, O. (2019). *Propuesta de implementación de la tecnología BIM como herramienta en la planificación de la construcción en la segunda etapa del conjunto residencial paseo victoria en la ciudad de lima - chorrillos*. Retrieved 29 de 09 de 2023, from Repositorio

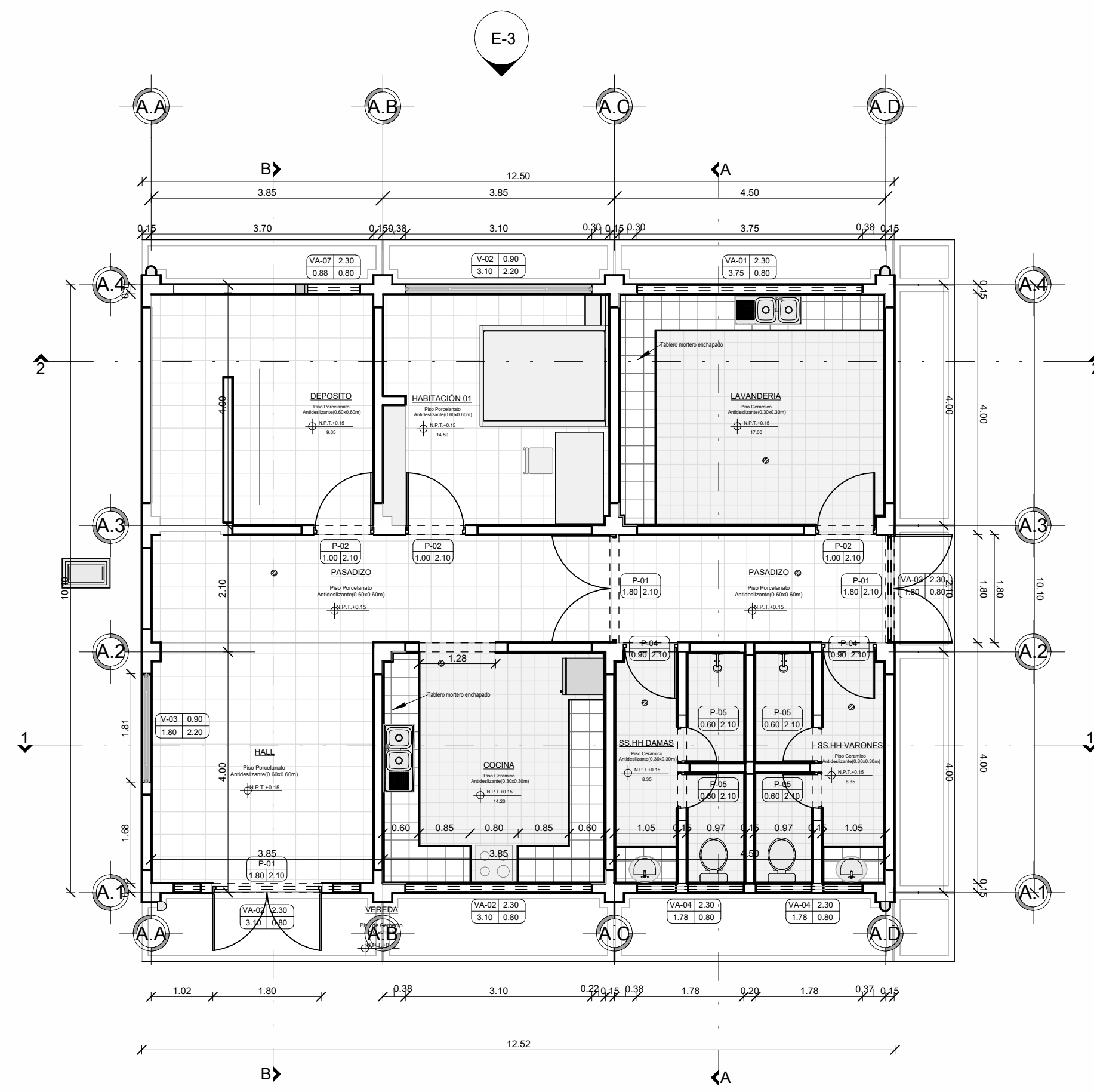
Digital de la Universidad Privada Antenor Orrego:
<https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5402>

Sacks, R., Dave, B., Koskela, L. J., & Owen, R. (febrero de 2009). *Analysis framework for the interaction between lean construction and Building Information Modelling*. researchgate:
https://www.researchgate.net/publication/45622276_Analysis_framework_for_the_interaction_between_lean_construction_and_Building_Information_Modelling

Smih, D., & Tardif, M. (2009). *Building Information Modeling*. Books Google:
<https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=vr2Vccw-0soC&oi=fnd&pg=PA11&dq=%22Building+Information+Modeling:+A+Strategic+Implementation+Guide%22+de+Michael+Tardif+y+Alexandra+Tardif.&ots=eWbd5whxC&sig=vBew0vf3x-W2EsH4c-E6twk52rY#v=onepage&q&f=false>

GESTION UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACION DE PROYECTOS DE CONSTRUCCION EN PROLONGACION ZELA – POCOLLAY – TACNA 2023				
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	METODOLOGIA	POBLACION
Problema General	Objetivo General	Hipótesis General		
¿Por qué es necesario la gestión unificada de BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023?	Desarrollar los lineamientos de gestión unificada de BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023	El desarrollo de los lineamientos de gestión unificada de BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023, son significativos	Tipo: Correlacional	Distrito de Pocollay
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hipótesis Especificas	Diseño	Muestra
¿Cuál es la influencia del BIM y LPS en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023?	Determinar la influencia de la optimización a través del uso de la metodología BIM y LPS en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna-2023	La determinación del uso de la metodología BIM y LPS optimizará en los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay, Tacna - 2023	Documental Nivel de investigación: Explicativo	Todas las edificaciones de la avenida prolongación Zela
¿Cuál es la influencia del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023?	Determinar la influencia del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023	La determinación del plan de control de producción y estructura de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023	Variable independiente: Gestión unificada BIM y LPS	
¿Cómo afecta el flujo de trabajo BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023?	Formular los flujos de trabajo y diseño para la optimización de proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023	La determinación del flujo de trabajo y diseño optimizará los proyectos de construcción en prolongación Zela – Pocollay – Tacna – 2023	Variable dependiente: BIM y LPS para la optimización de proyectos de construcción	

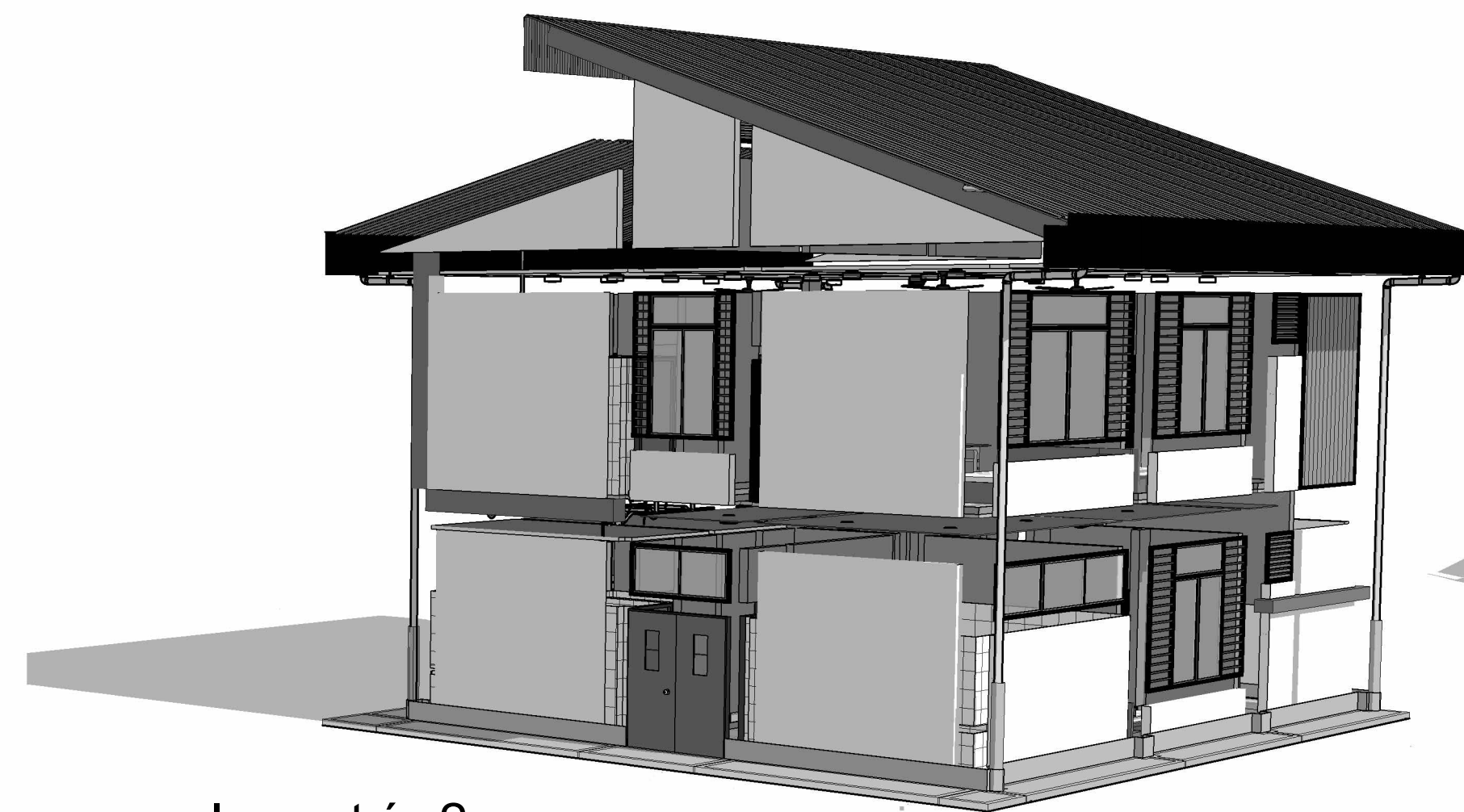
Anexo 2. Planos



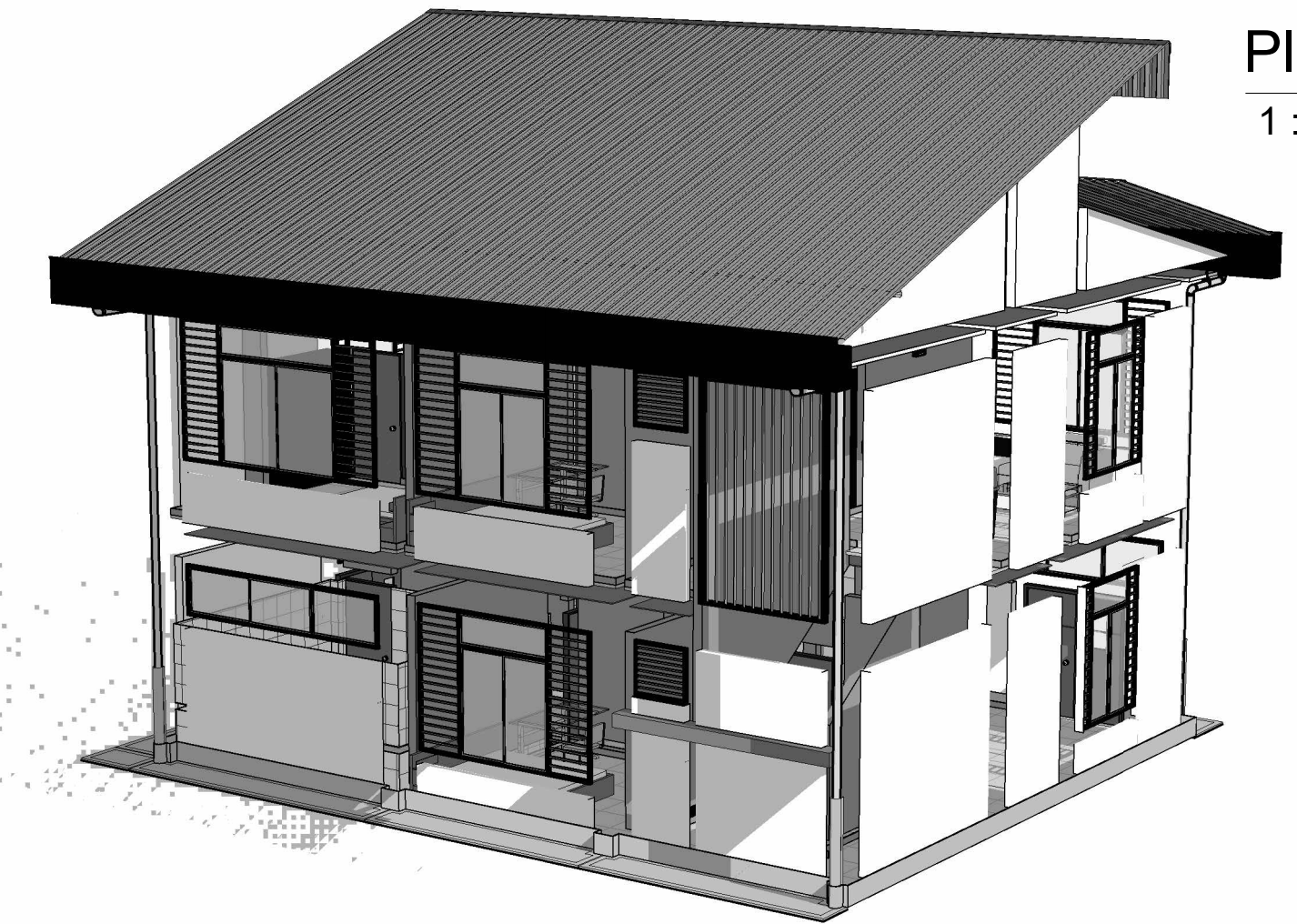
Primer Piso
1 : 75



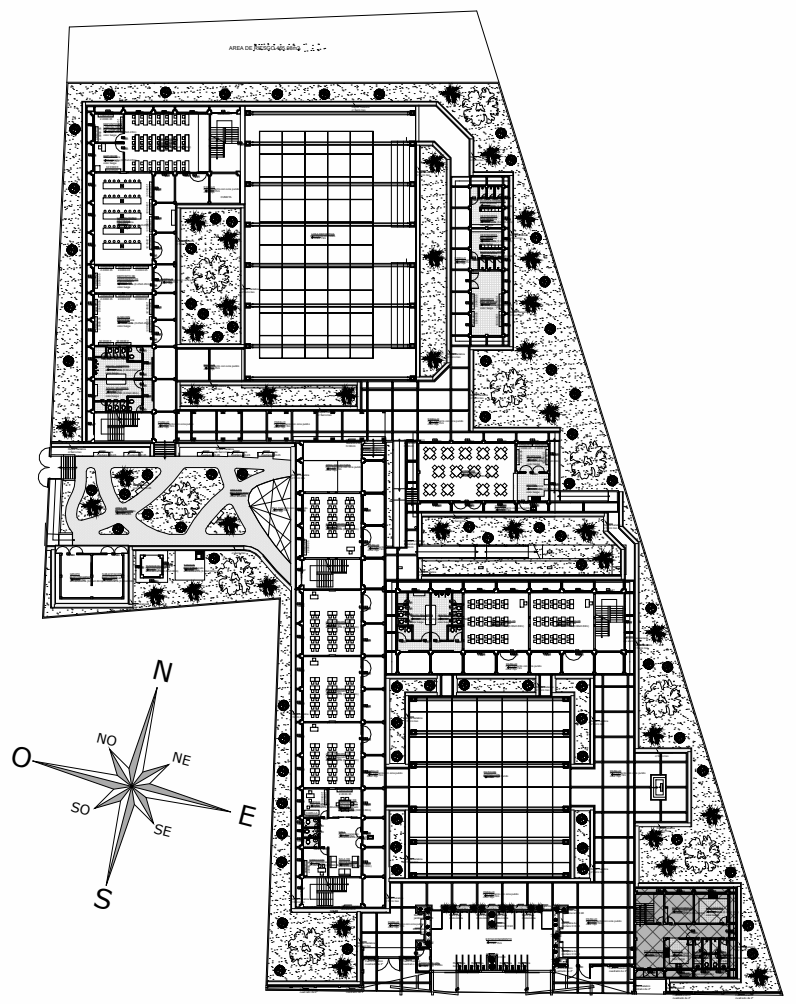
Isometría 1



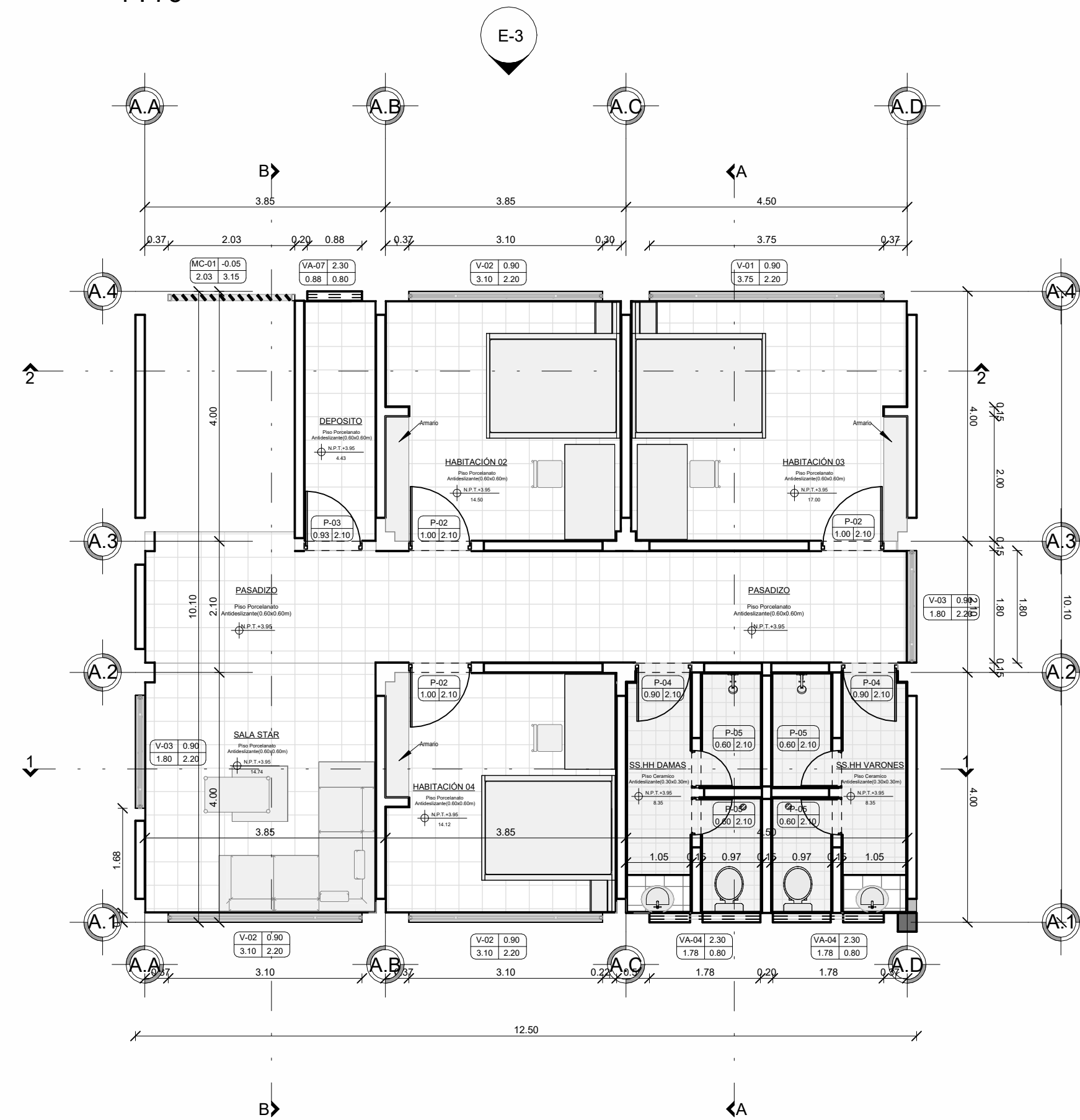
Isometría 2



Isometría 3



Plano Guía
1 : 1000



Segundo Piso
1 : 75

CUADRO DE ACABADOS DEL PRIMER PISO									
ACABADOS	MODULO A								
	HALL	COCINA	S.H. DAMAS	S.H. VARONES	PASADIZO	DEPOSITO	HAB. 01	ESCALERA	LAVANDERIA
PISOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VESTIDURA DE MUROS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CIELORASOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VENTANAS Y VANOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CARPINTERÍA	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CERRAJERÍAS	•	•	•	•	•	•	•	•	•

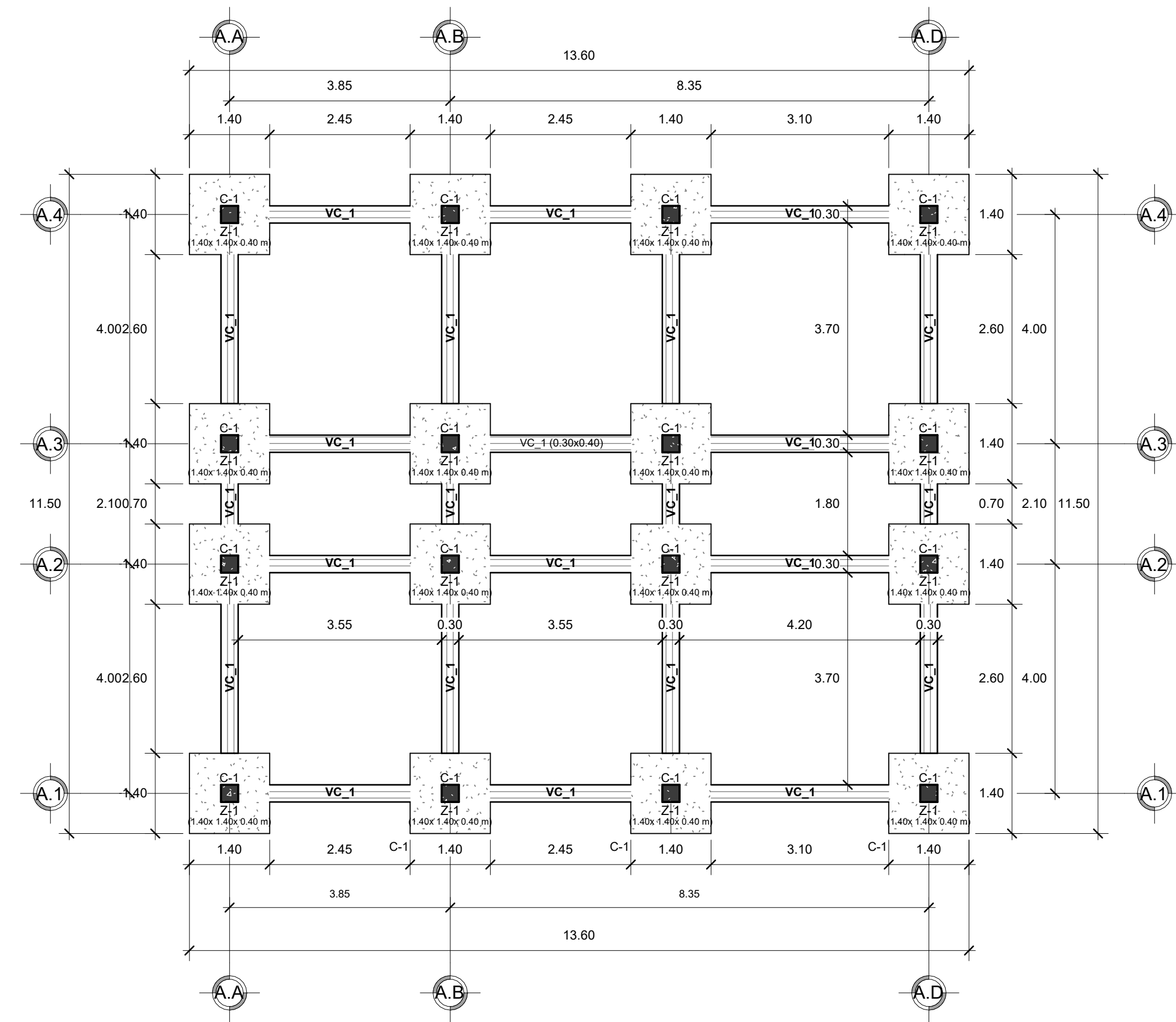
CUADRO DE ACABADOS DEL SEGUNDO PISO									
ACABADOS	MODULO A								
	HALL	DEPOSITO	S.H. DAMAS	S.H. VARONES	PASADIZO	HAB. 03	HAB. 04	ESCALERA	HAB. 04
PISOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
ZÓCALOS Y CONTRAZÓCALOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VESTIDURA DE MUROS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CIELORASOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
VENTANAS Y VANOS	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CARPINTERÍA	•	•	•	•	•	•	•	•	•
CERRAJERÍAS	•	•	•	•	•	•	•	•	•

CUADRO DE VANOS-PUERTAS				
Marca de tipo	Descripción	Ancho	Alto	Cantidad
P-01	PUERTA DE MADERA APANELADA DE 2 HOJA CON VIDRIO DE 6MM 1.80 X 2.10 mts	1.80	2.10	3
P-02	PUERTA DE MADERA APANELADA DE 90° 1 HOJA DE 1.00 X 2.10 mts	1.00	2.10	6
P-03	PUERTA DE MADERA APANELADA DE 90° 1 HOJA DE 0.925 X 2.10 mts	0.93	2.10	1
P-04	PUERTA DE MADERA APANELADA DE 90° 1 HOJA DE 0.90 X 2.10 mts	0.90	2.10	4
P-05	PUERTA DE PANEL LAMINADO DE 12MM 0.60 x 2.10 mts	0.60	2.10	8

CUADRO DE VANOS-VENTANAS					
Marca de tipo	Descripción	Ancho	Alto	Alfeizer	Cantidad
MC-01	MURO CORTINA APERSIANADO DE ALUMINIO DE TUBO RECTANGULAR DE 4"x2"x2.025mts	2.03	3.15	-0.05	1
V-01	VENTANA CON MALLA MOSQUITERO, VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 3.75 mts	3.75	2.20	0.90	1
V-02	VENTANA CON MALLA MOSQUITERO, VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 3.10 mts	3.10	2.20	0.90	4
V-03	VENTANA CON MALLA MOSQUITERO, VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 1.80 mts	1.80	2.20	0.90	3
VA-01	VENTANA CORREDIZA DE 03 HOJAS, CON VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 3.75 mts	3.75	0.80	2.30	1
VA-02	VENTANA CORREDIZA DE 03 HOJAS, CON VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 3.10 mts	3.10	0.80	2.30	2
VA-03	VENTANA CORREDIZA DE 02 HOJAS, CON VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 1.80 mts	1.80	0.80	2.30	1
VA-04	VENTANA CORREDIZA DE 02 HOJAS, CON VIDRIO TEMPLADO e= 6mm 1.775 mts	1.78	0.80	2.30	4
VA-05	VENTANAS DE MADERA DE 2"X1" Y MALLA MOSQUITERO 4.20 mts	4.20	0.90	1.70	1
VA-06	VENTANAS DE MADERA DE 2"X1" Y MALLA MOSQUITERO 3.55 mts	3.55	0.90	1.70	2
VA-07	VENTANAS DE MADERA DE 2"X1" Y MALLA MOSQUITERO 0.875 mts	0.88	0.80	2.30	2

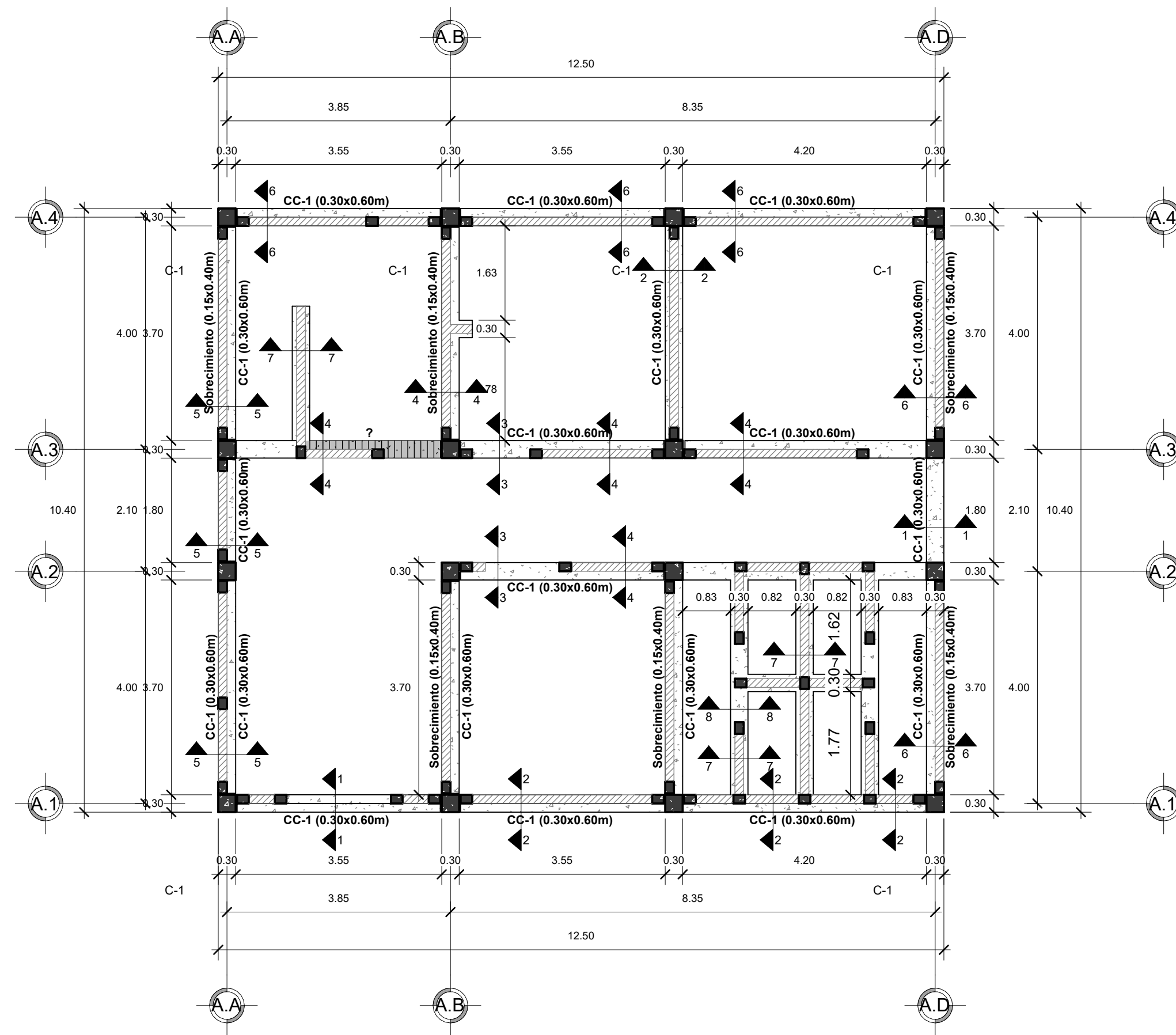
GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA – POCOLLY – TACNA 2023

PROYECTO:	PLAN O:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	PLANO DE DISTRIBUCION PRIMER Y SEGUNDO PISO		AGOSTO-2025	A-01
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
			Como se indica	01



PLANTA DE ZAPATA

1:75

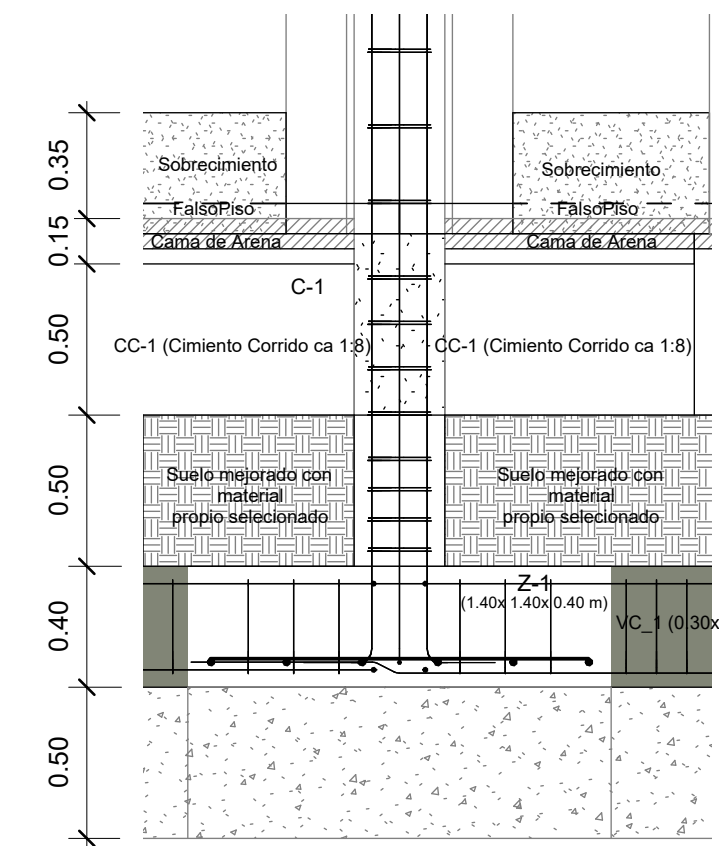


PLANTA CIMENTO CORRIDO

1:75

DETALLE DE ZAPATA

1:25

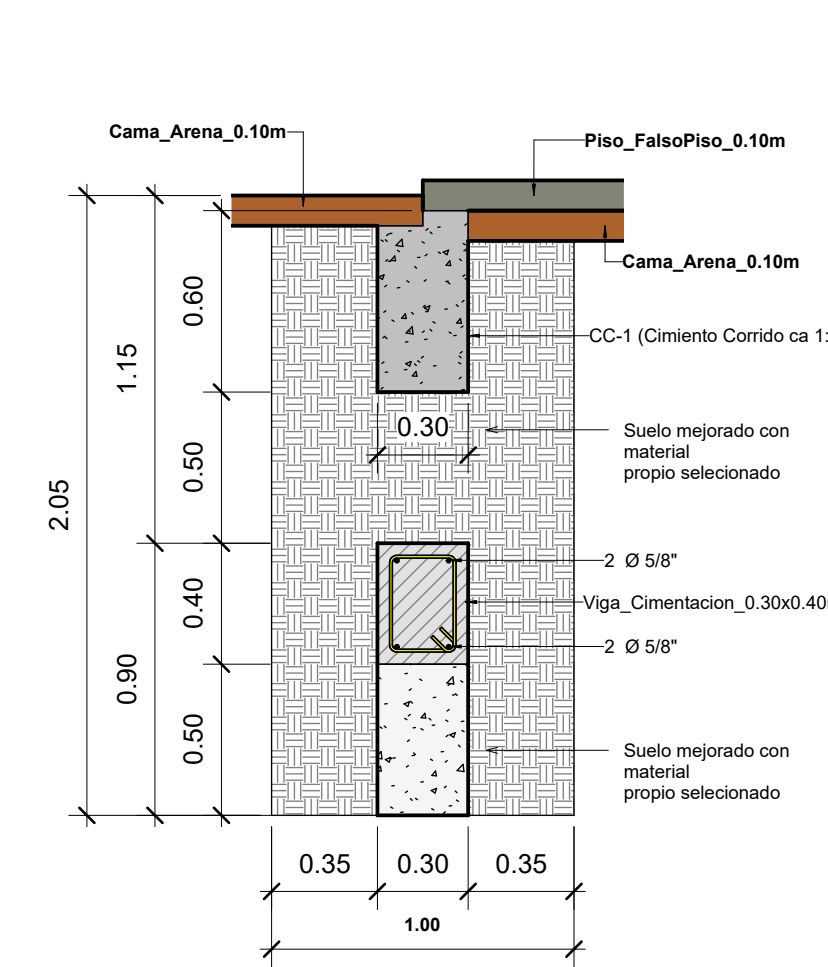


SECCION Z-1

1:25

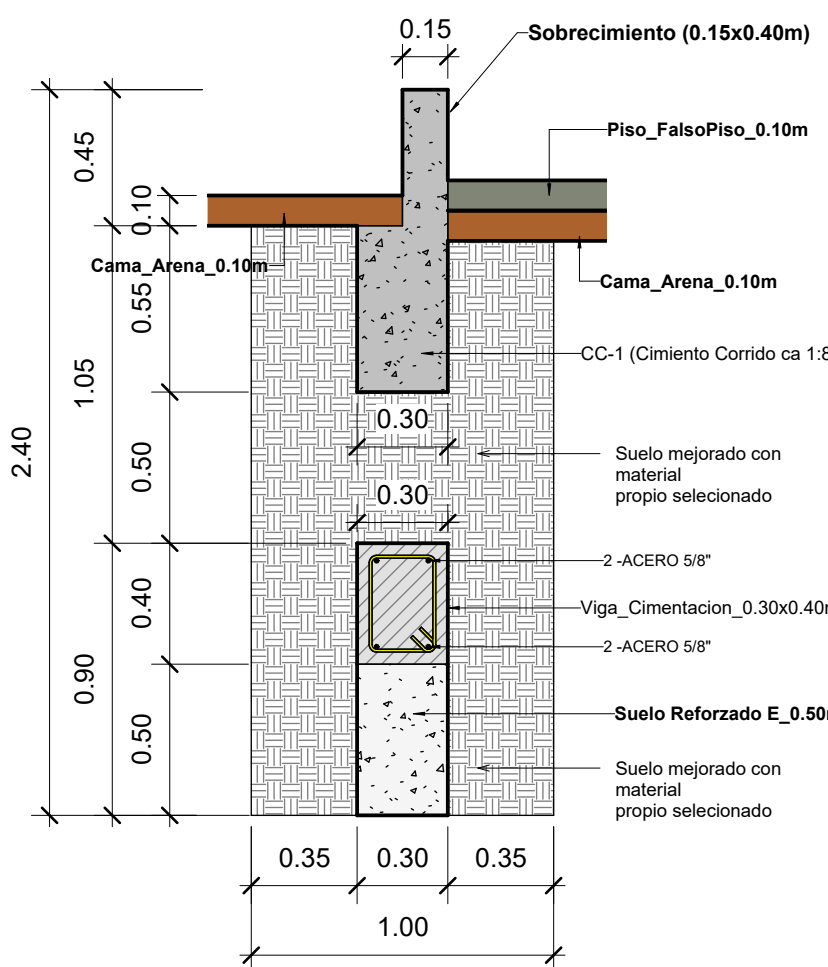
ESPECIFICACIONES TECNICAS

- * MORTERO SIMPLE**
 - SOLADO : C:A = 1:8 FALSO PISO : C:A = 1:8
 - CIMENTO CORRIDO : C:A = 1:8 CONTRAPISO : C:A = 1:8
 - SOBRECIMIENTO : C:A = 1:8 VEREDA : Fc= 175 KG/CM2
- * MORTERO ARMADO**
 - ZAPATAS : Fc= 210 KG/CM2
 - VIGA DE CIMENTACION : Fc= 210 KG/CM2
 - COLUMNA : Fc= 210 KG/CM2
 - VIGAS ELEVADAS : Fc= 210 KG/CM2
 - COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE : Fc= 175 KG/CM2
 - SOBRECIMIENTO : Fc= 175 KG/CM2
 - ACERO DE REFUERZO : fy= 4200 KG/CM2
- * PRESIÓN ADMISIBLE DEL SUELO**
 - RESISTENCIA TERRENO : 0.80 KG/CM2
 - ZAPATA : 1.06 KG/CM2
 - CIMENTO CORRIDO : 1.06 KG/CM2
 - PROFUNDIDAD DE DESPLANTE - ZAPATAS : 2.00 KG/CM2
- * RECUBRIMIENTOS**
 - ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION : 7.50 CM
 - VIGAS ELEVADAS (Principales y Secun.) : 4.00 CM
 - COLUMNAS : 4.00 CM
 - LOSA ALIGERADAS : 2.50 CM
 - CUBA DE TANQUE ELEVADO : 7.00 CM
 - CISTERNA : 7.00 CM
 - COL. CONFINAMIENTOS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO : 2.50 CM
- * ESP. DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**
 - Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E.020, E.030, E.050 y E.060)
 - Parametros de Diseño Sismo - Resistente: Z=0.10, S=2.00, C=2.50, U=1.50, I_p=0.90, I_h=0.90, R=6.48
 - Desplazamiento Promedios: 0.003 (Prom. Eje X) ; 0.004 (Prom Eje Y)
- * RECOMENDACIONES**
 - USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I
 - ARENA FINA PROCEDENTE DE LAS CANTERA DEL RIO AMAZONAS
 - RELACION DE DISEÑO DE MEZCLA (vol): Fc = 210 kg/cm² (C.A.Aguá) = (1 : 3.90 : 22.01lb/bo) ; Fc = 175 kg/cm² (C.A.Aguá) = (1 : 3.81 : 24.03lb/bo)
 - RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL A-3 Y A-2-4 COMPACTADO AL 95.00% DE SU M.D.S.
 - RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO AL 95.00% DE SU M.D.S.



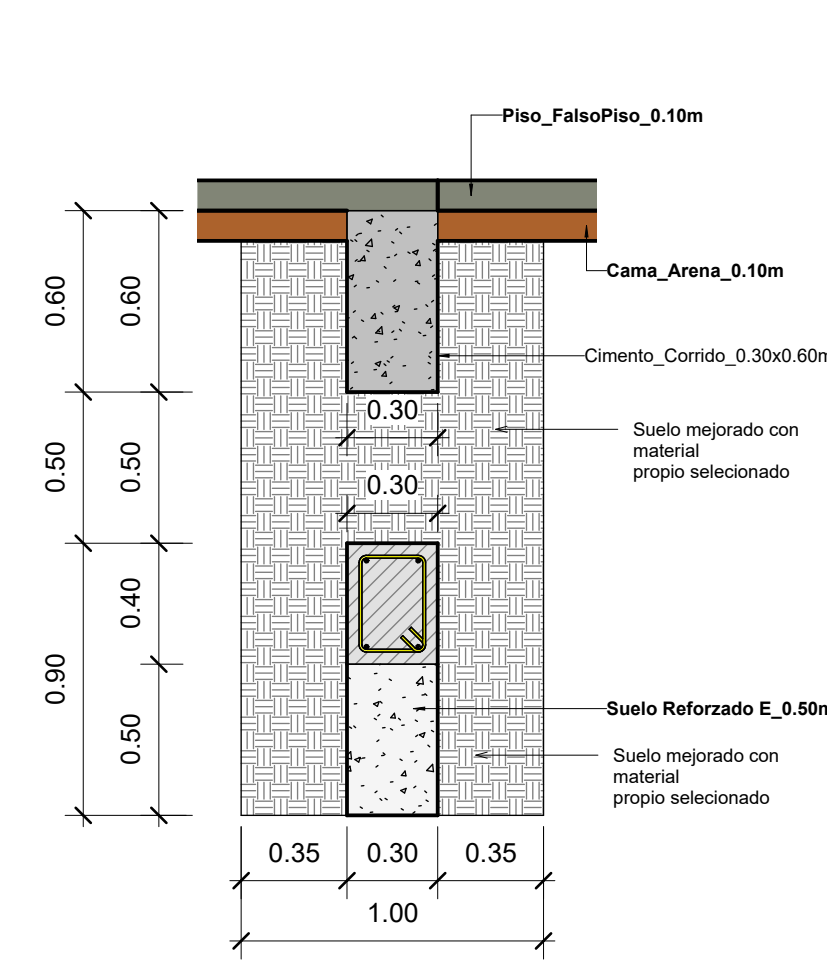
SECCION 1-1

1:25



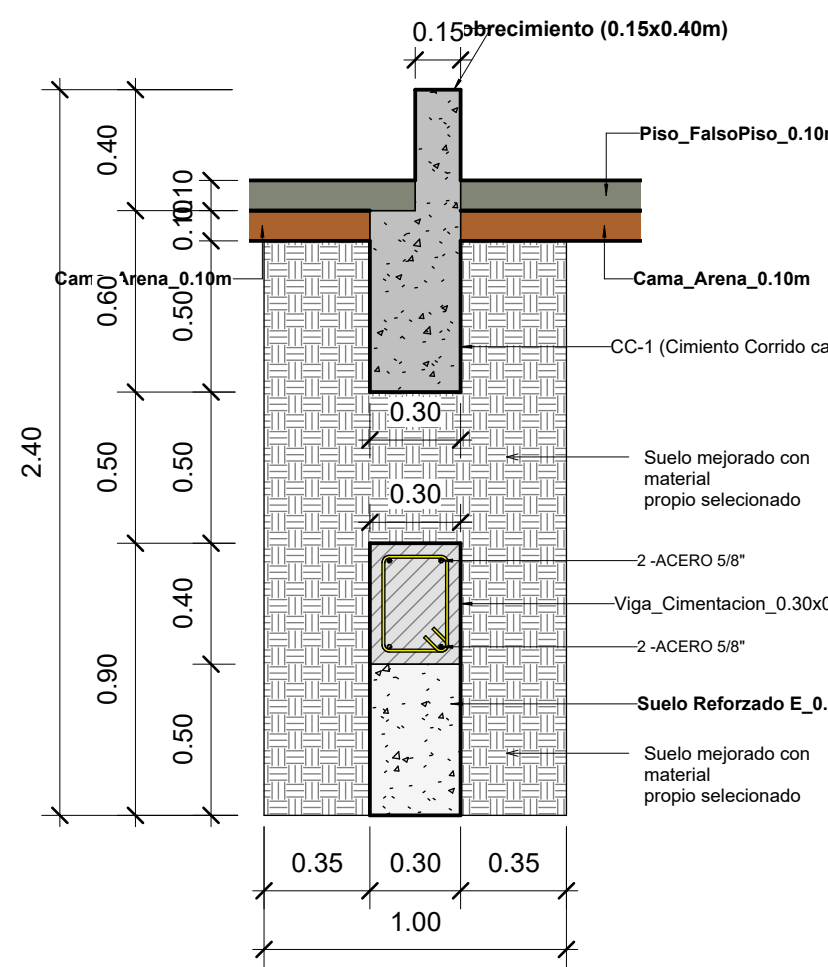
SECCION 2-2

1:25



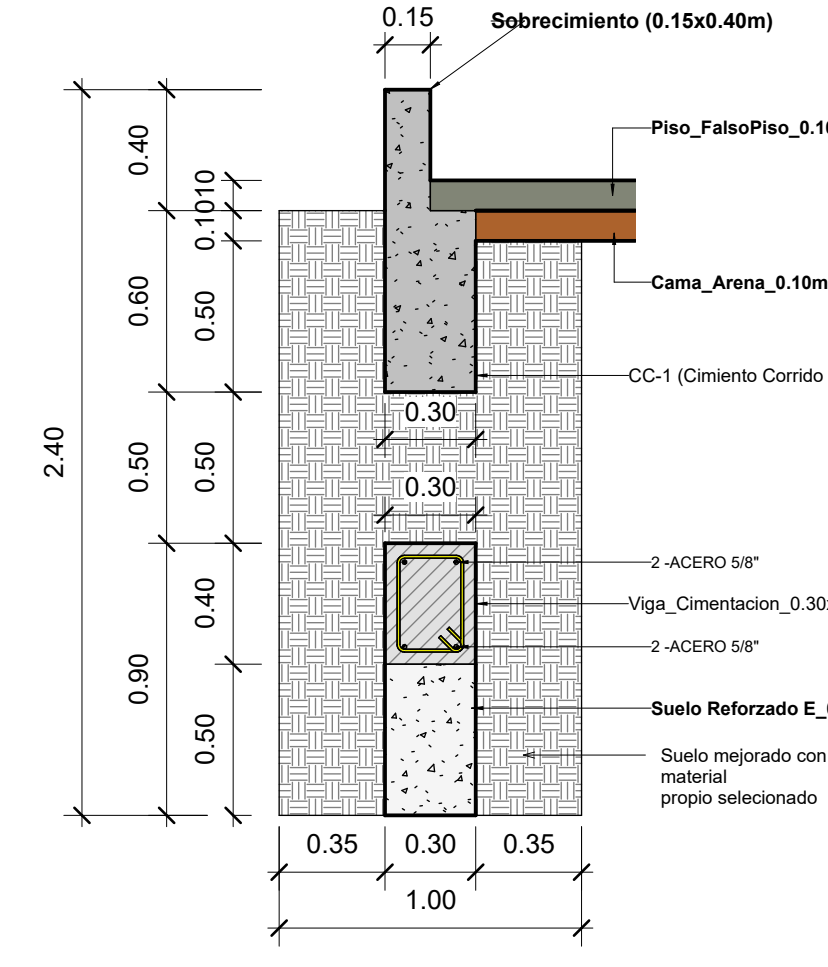
SECCION 3-3

1:25



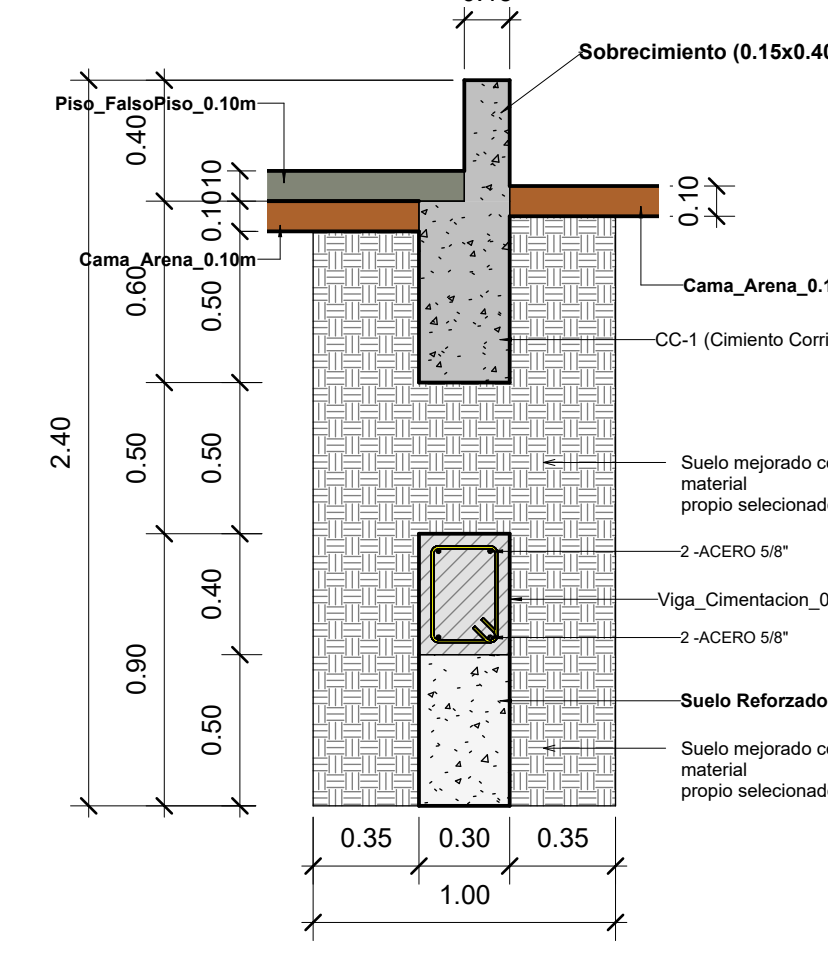
SECCION 4-4

1:25



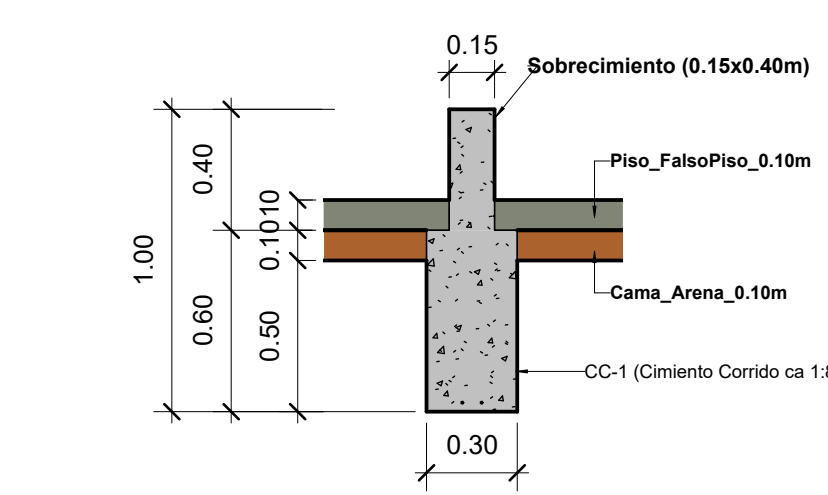
SECCION 5-5

1:25



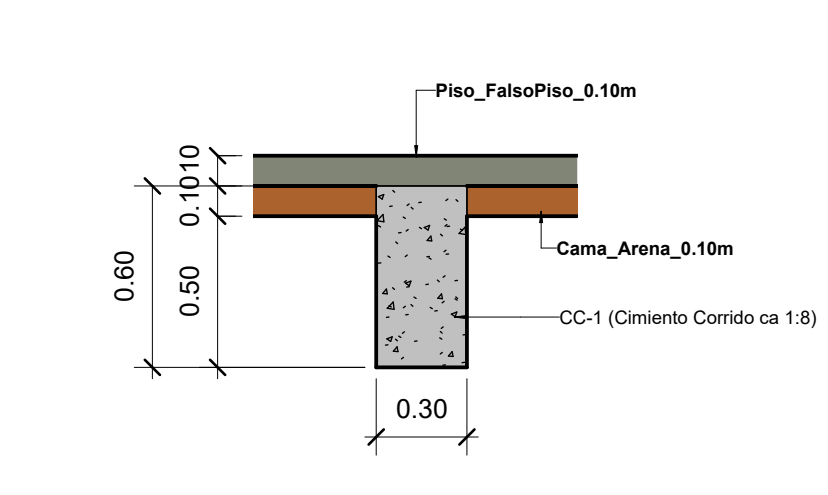
SECCION 6-6

1:25



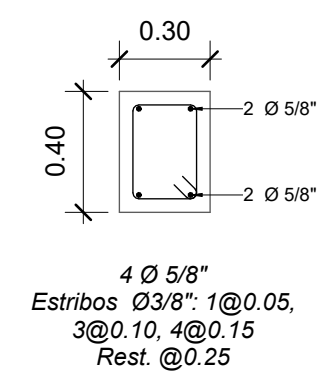
SECCION 7-7

1:25



SECCION 8-8

1:25



VC 1 (0.30x0.40)

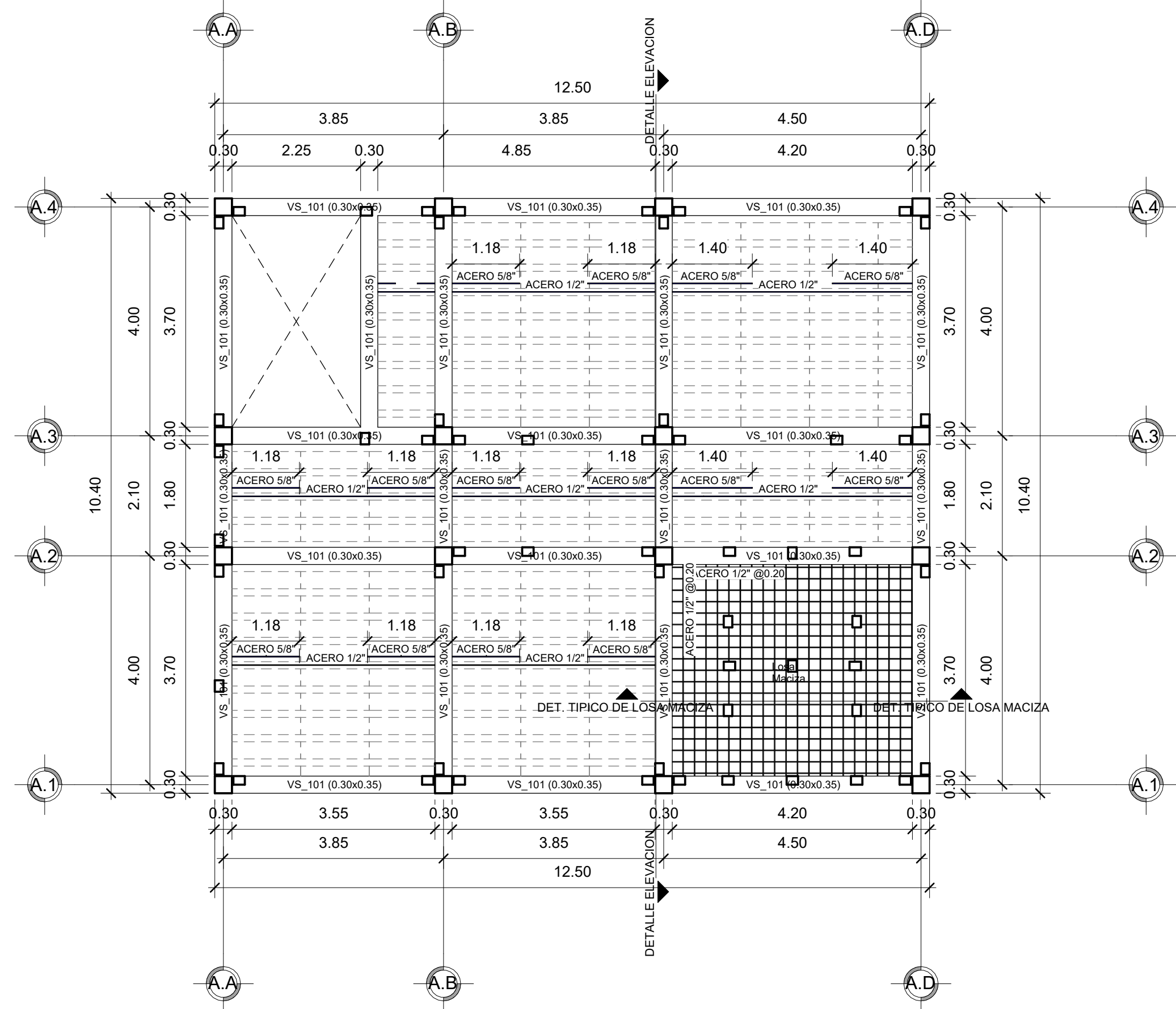
1:25

CUADRO DE TRASLAPES	
Diámetro	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70

CUADRO DE GANCHOS ESTANDAR DE VARILLAS EN FIERRO CORRUGADO	
Diámetro	G(cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	27.5

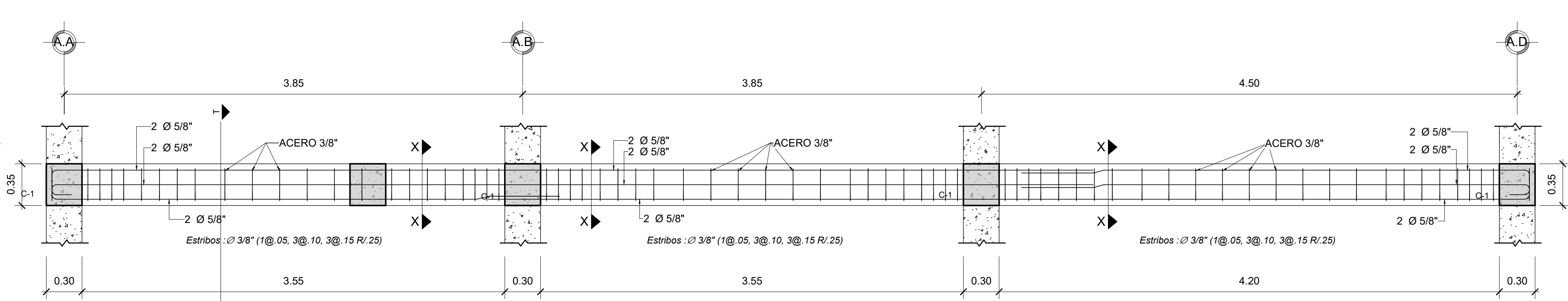
"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCOLLAY - TACNA 2023"

PROYECT O:	PLAN O:	DEPARTAM ENTO:	FECH A:	CÓDIG O:
	PLANO DE PLANTA DE ZAPATAS Y CIMENTACION		AGOSTO-2025	E-1
PROVINCIA:	ESCAL A:	DISTRIT O:	Como se indica	LAMIN A:
				08



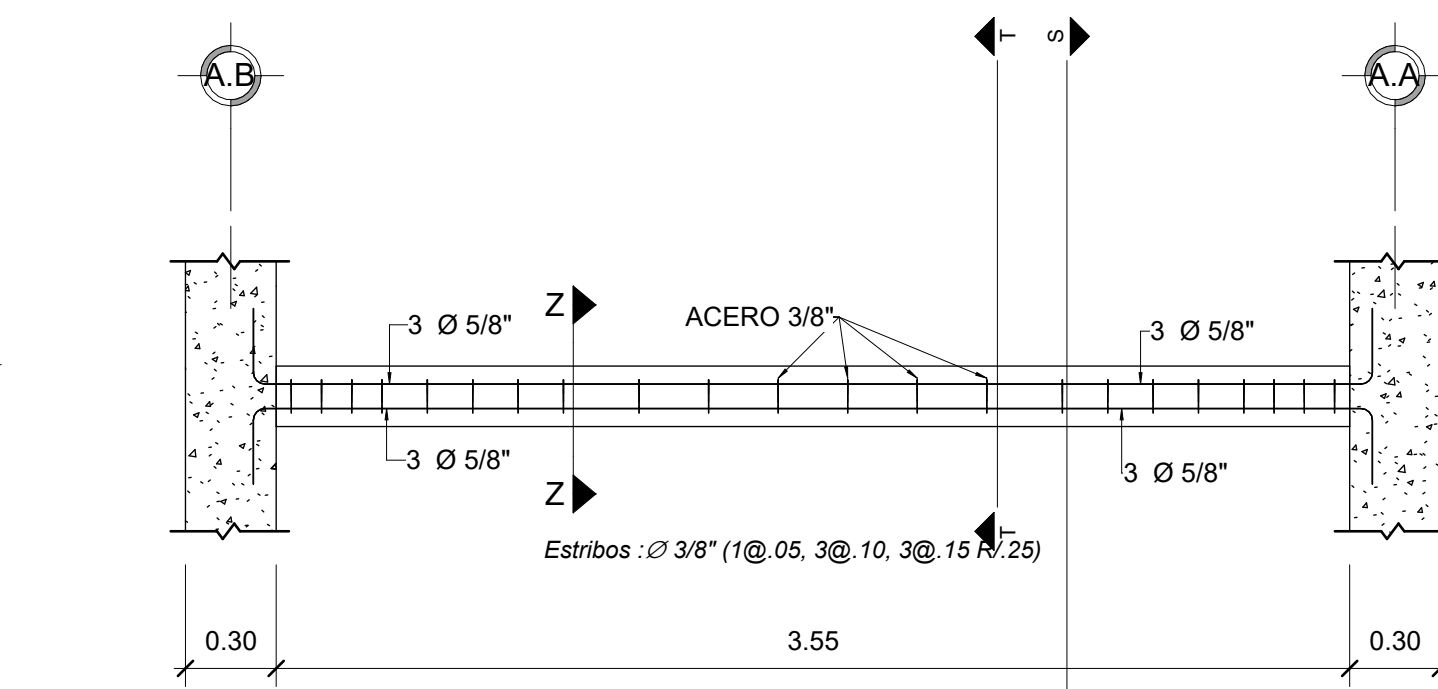
PLANTA DE LOSA ALIGERADA

1:75



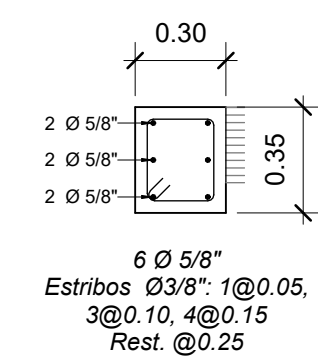
DET. TIPICO VP_101 (0.30x0.35)

1:25



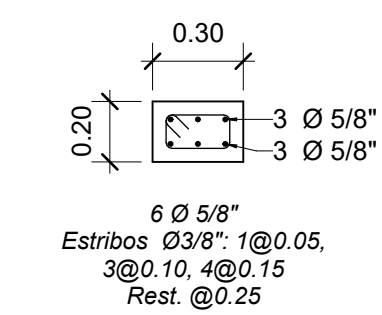
DET. VCH (0.30x0.20)

1:25



SECCION X-X

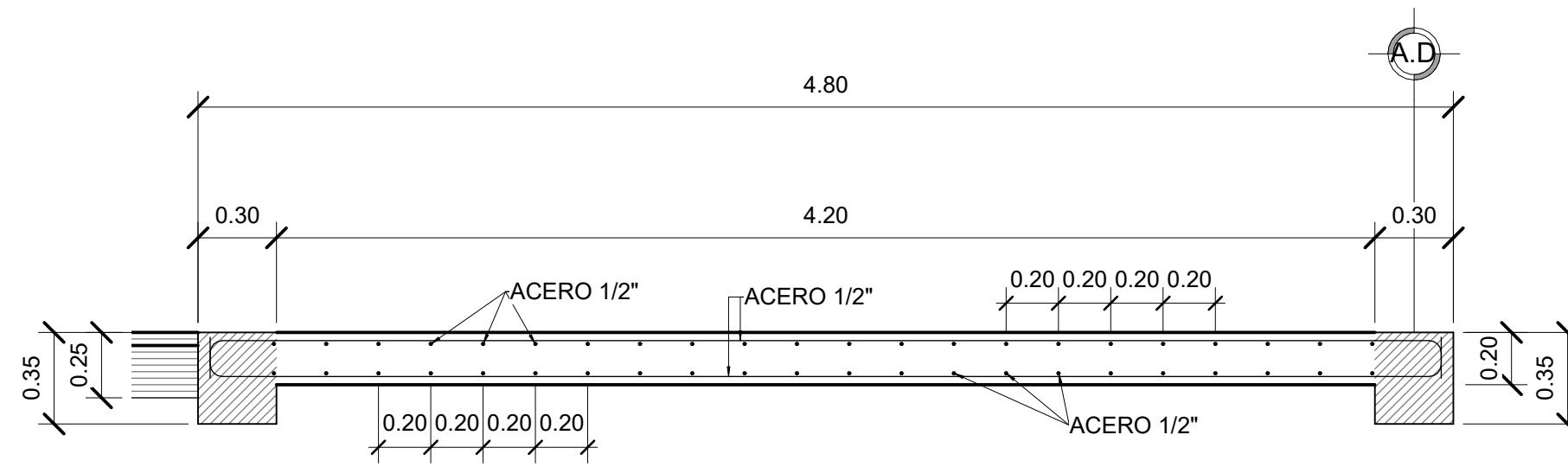
1:25



SECCION Z-Z

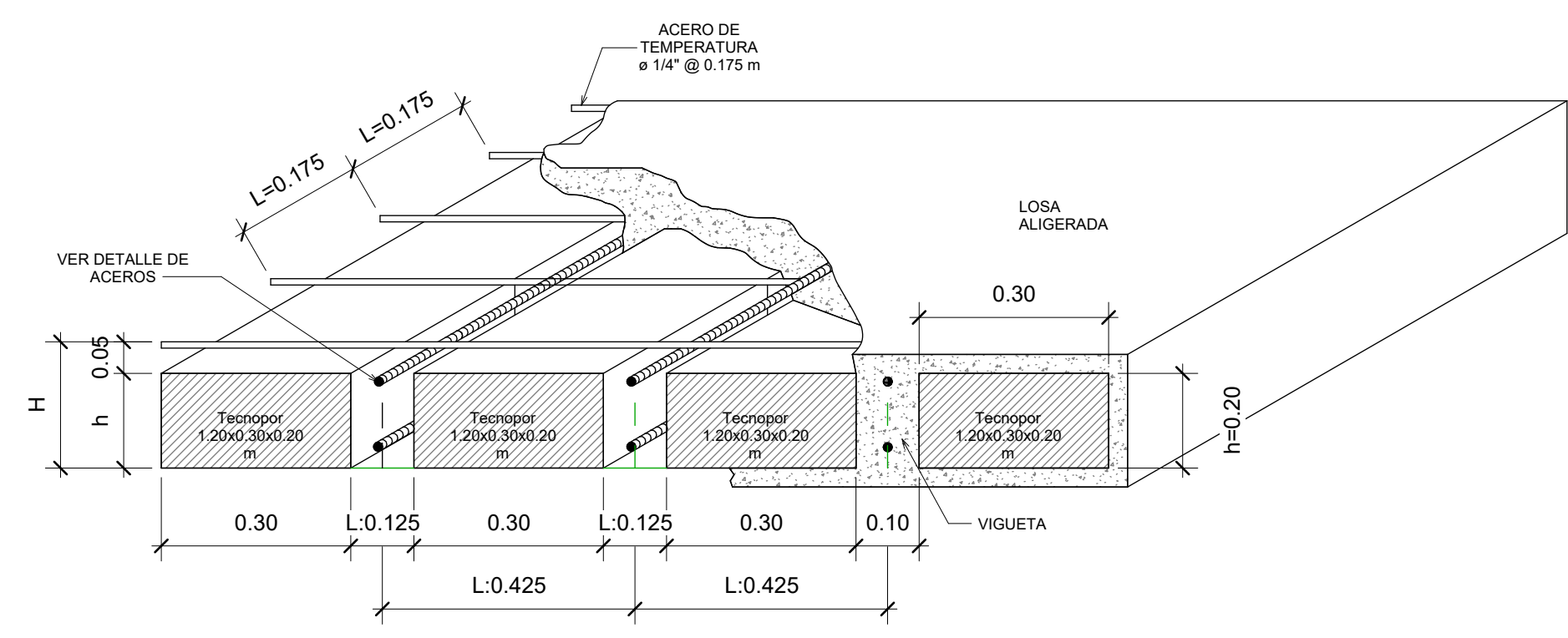
1:25

CUADRO DE TRASLAPES	
Diametro	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70



DET. TIPICO DE LOSA MACIZA

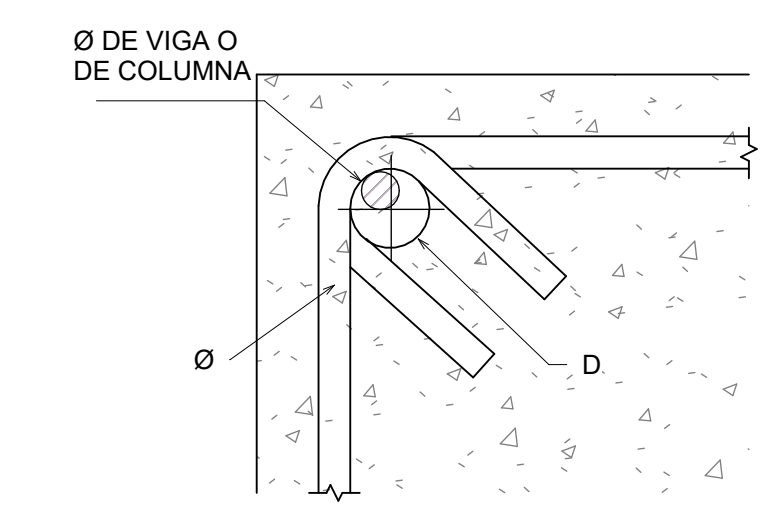
1:25



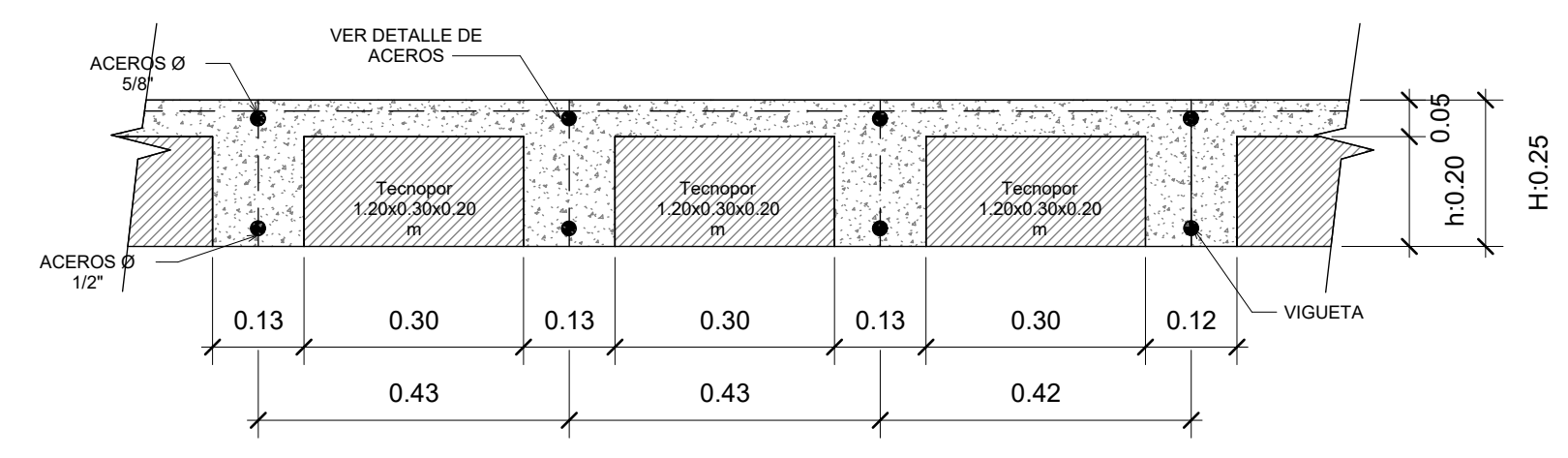
VISTA ISOMETRICA DE LOSA ALIGERADA

1:10

DOBLADO DE ESTIBOS



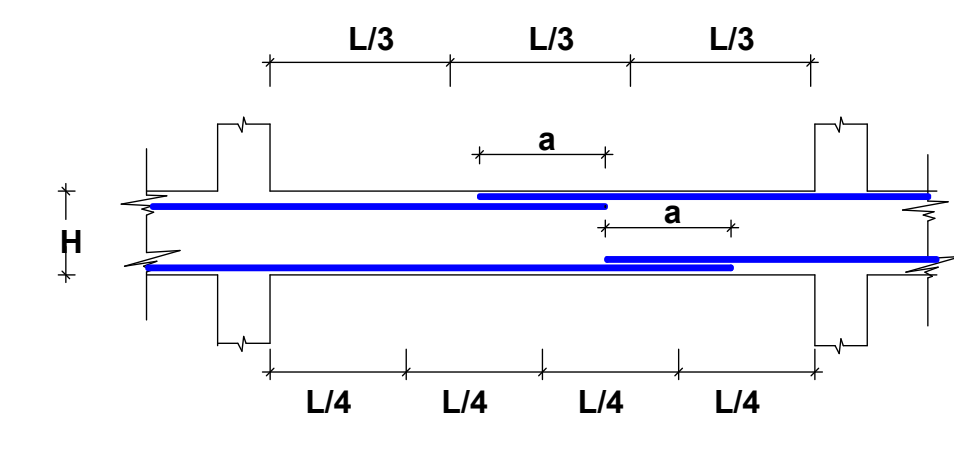
Ø DE ESTIBO	D (cm)	L (cm)
1/4"	3	8
3/8"	4	12



DET. TIPICO LOSA ALIGERADA

1:10

CUADRO DE GANCHOS ESTANDAR DE VARILLAS EN PIERRO CORRUGADO	
Diametro	G(cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	27.5



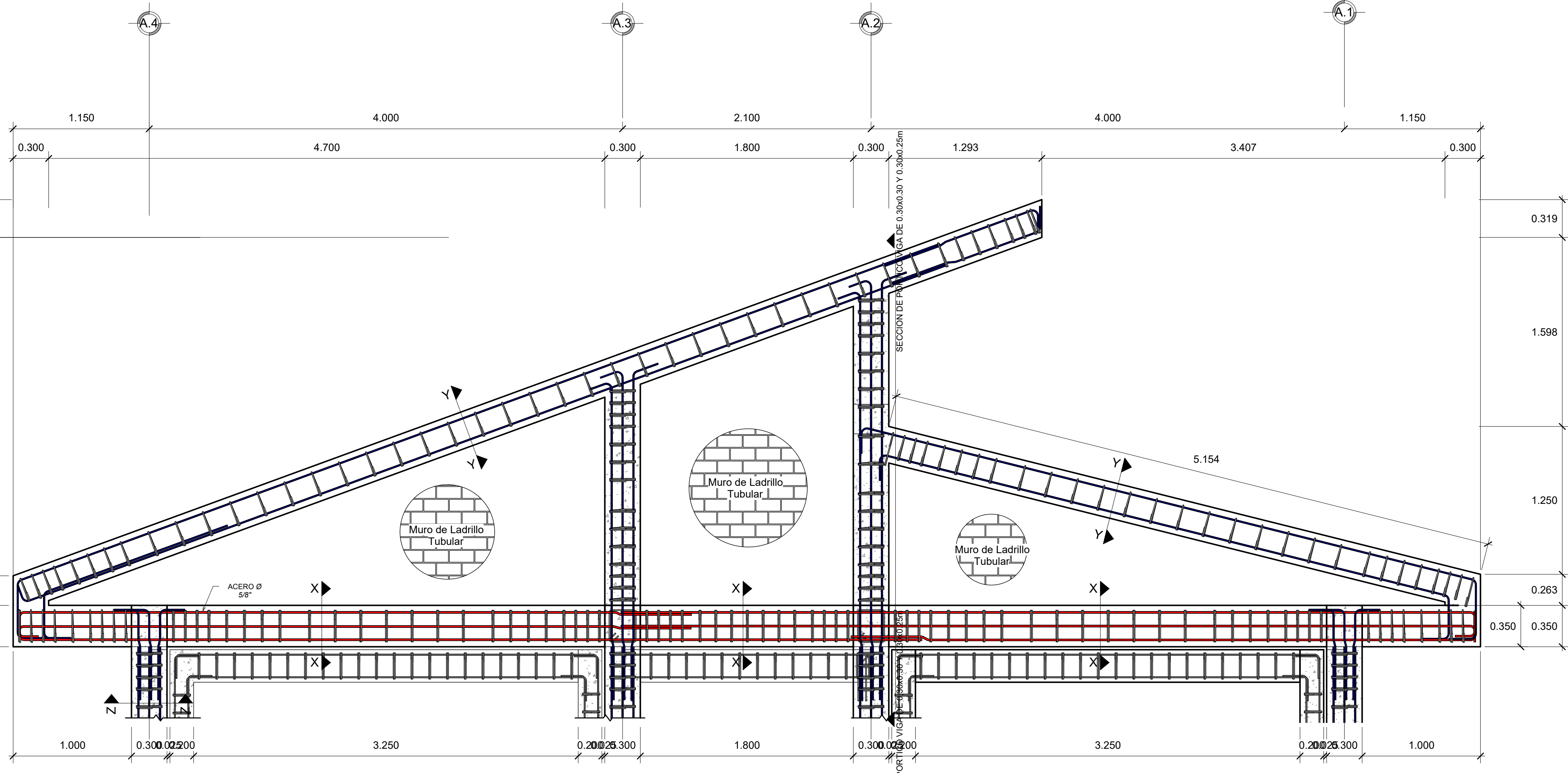
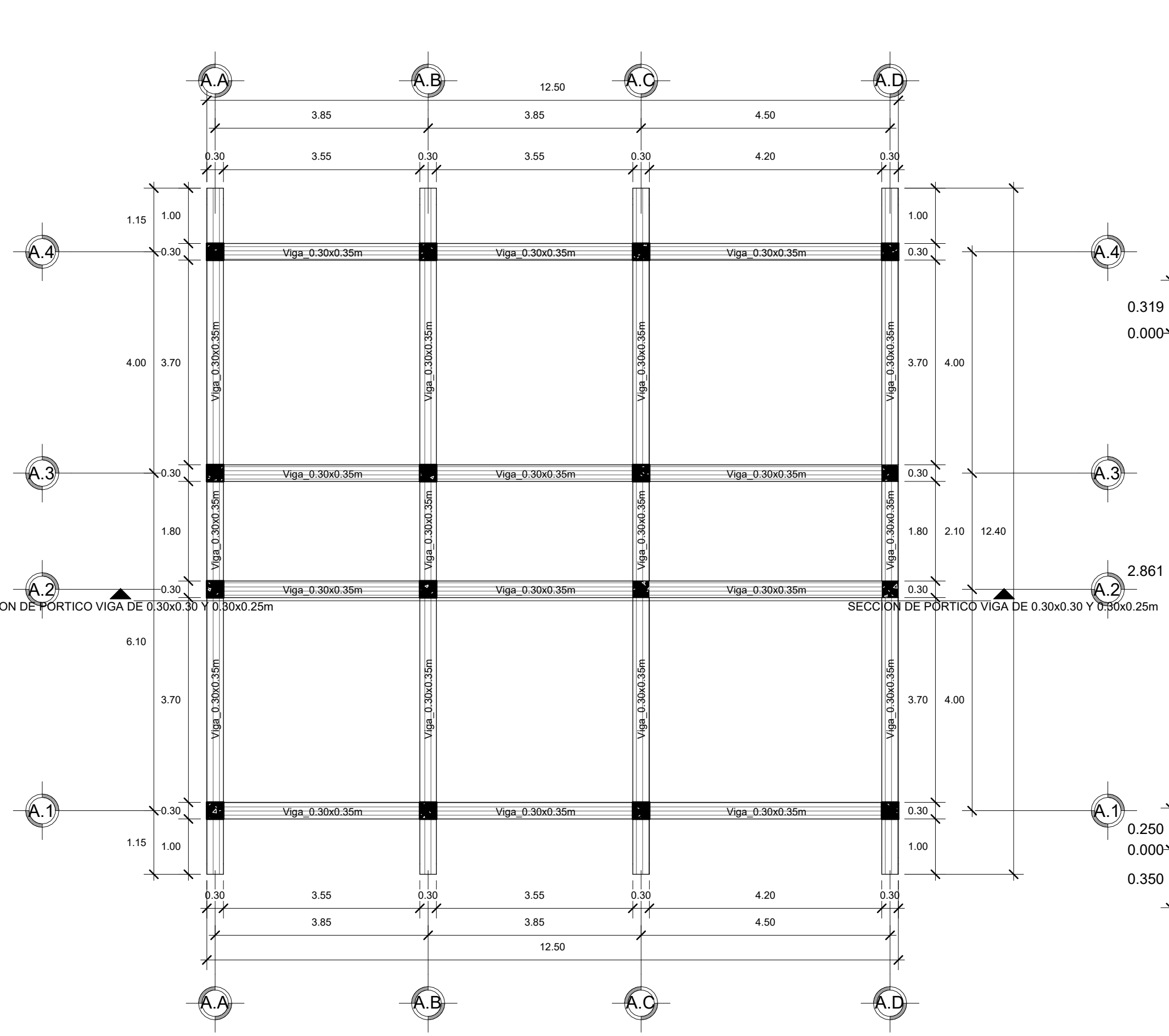
DETALLES TIPICOS DE TRASLAPES DE ARMADURAS

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- MORTERO SIMPLE**
 - SOLADO : C:A = 1:8 FALSO PISO : C:A = 1:8
 - CIMENTO CORRIDO : C:A = 1:8 CONTRAPISO : C:A = 1:8
 - SOBRECIMIENTO : C:A = 1:8 VEREDA : Fc = 175 KG/CM2
- MORTERO ARMADO**
 - ZAPATAS : Fc = 210 KG/CM2
 - VIGA DE CIMENTACION : Fc = 210 KG/CM2
 - COLUMNA : Fc = 210 KG/CM2
 - VIGAS ELEVADAS : Fc = 210 KG/CM2
 - COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE : Fc = 175 KG/CM2
 - SOBRECIMIENTO : Fc = 175 KG/CM2
 - ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 KG/CM2
- PRESIÓN ADMISIBLE DEL SUELO**
 - RESISTENCIA TERRENO
 - ZAPATA : 0.80 KG/CM2
 - CIMENTO CORRIDO : 1.06 KG/CM2
 - PROFUNDIDAD DE DESPLANTE - ZAPATAS : 2.00 KG/CM2
- RECUBRIMIENTOS**
 - ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION : 7.50 CM
 - VIGAS ELEVADAS (Principales y Secun.) : 4.00 CM
 - COLUMNAS : 4.00 CM
 - LOSA ALIGERADA : 2.50 CM
 - CUBA DE TANQUE ELEVADO : 7.00 CM
 - CISTERNA : 7.00 CM
 - COL. CONFINAMIENTOS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO : 2.50 CM
- ESP. DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN**
 - Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E.020, E.030, E.050 y E.060)
 - Parametros de Diseños Sismo - Resistente: Z=0.10, S=2.00, C=2.50, U=1.50, I_p=0.90, I_h=0.90, R=6.48
 - Desplazamiento Promedios: 0.003 (Prom Eje X) / 0.004 (Prom Eje Y)
- RECOMENDACIONES**
 - USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I
 - ARENA FINA PROCEDENTE DE LAS CANTERA DEL RIO AMAZONAS
 - RELACION DE DISEÑO DE MEZCLA (vol): Fc = 210 kg/cm2 (C:A:Agua) = (1 : 2.90 : 22.01lb/bo)
 - Fc = 175 kg/cm2 (C:A:Agua) = (1 : 3.81 : 24.03lb/bo)
 - JUNTA DE DILATACION SISMICA DE 1"
 - RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL A-3 Y A-2-4 COMPACTADO AL 95.00% DE SU M.D.S.
 - RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO AL 95.00% DE SU M.D.S.

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCCLAY - TACNA 2023"

PROYECTO:	PLAN:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	PLANTA DE LOSA ALIGERADA		AGOSTO-2025	E-3
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
		A:	Como se indica	A:
		DISTRITO:		10

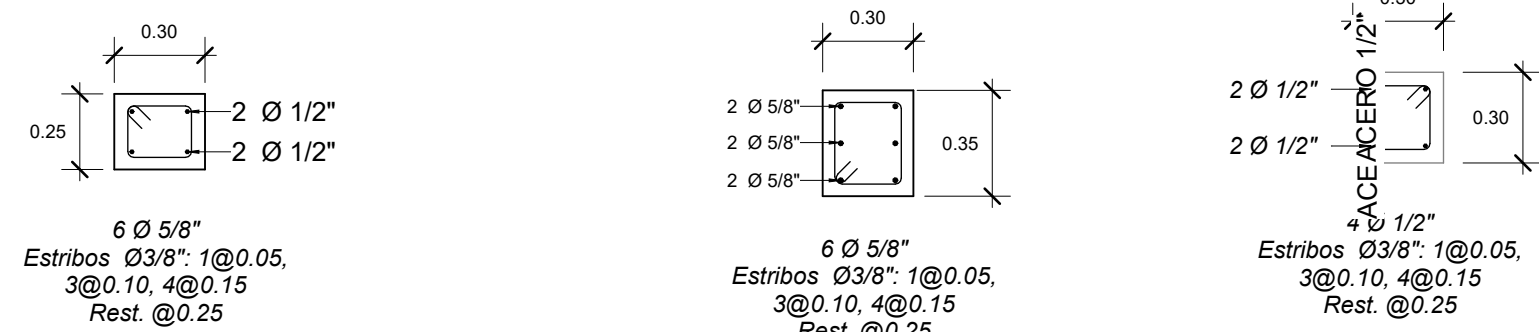


PLANTA DE VIGA DE AMARRE

1:75

DETALLE DE TIMPANO

1:25



SECCION Z-Z

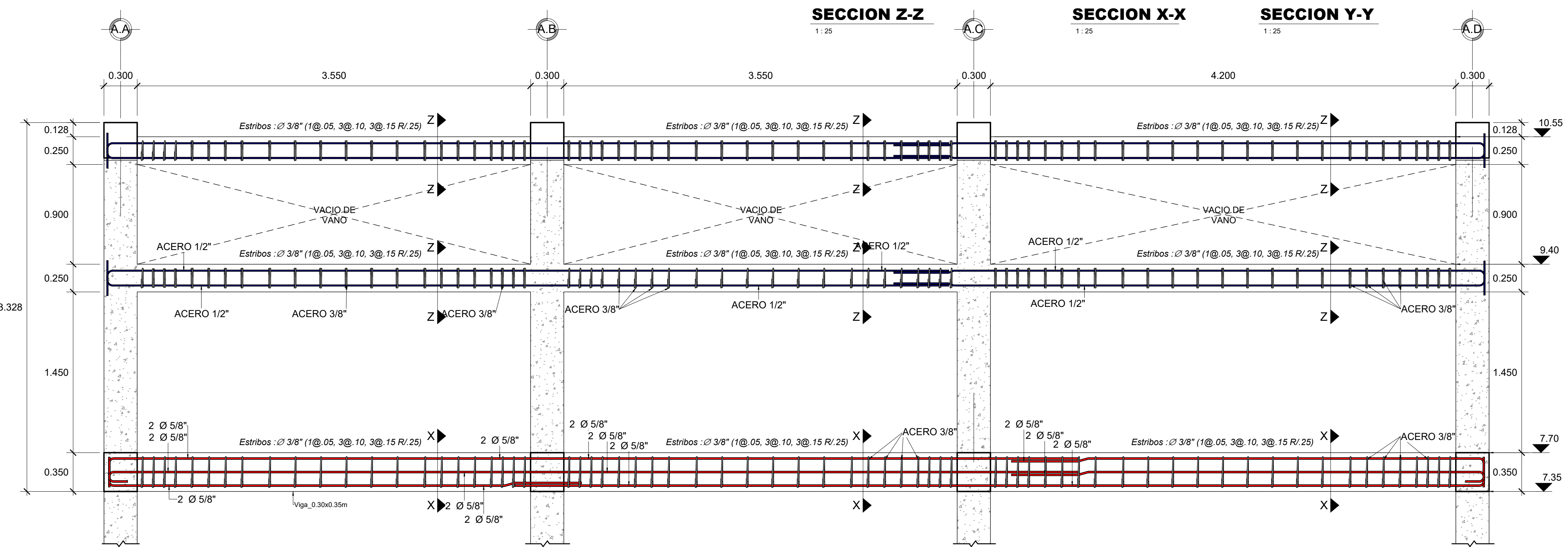
1:25

SECCION X-X

1:25

SECCION Y-Y

1:25



SECCION DE PORTICO VIGA DE 0.30x0.30 Y 0.30x0.25m

1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MORTERO SIMPLE

SOLADO	: C.A = 1:8	FALSO PISO	: C.A = 1:8
CIMENTO CORRIDO	: C.A = 1:8	CONTRAPISO	: C.A = 1:8
SOBRECIMIENTO	: C.A = 1:8	VEREDA	: Fc= 175 KG/CM2

MORTERO ARMADO

ZAPATAS	: Fc= 210 KG/CM2
VIGA DE CIMENTACION	: Fc= 210 KG/CM2
COLUMNA	: Fc= 210 KG/CM2
VIGAS ELEVADAS	: Fc= 210 KG/CM2
COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE	: Fc= 175 KG/CM2
SOBRECIMIENTO	: Fc= 175 KG/CM2
ACERO DE REFUERZO	: fy= 4200 KG/CM2

PRESIÓN ADMISIBLE DEL SUELO

RESISTENCIA TERRENO	
ZAPATA	: 0.89 KG/CM2
CIMENTO CORRIDO	: 1.06 KG/CM2
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE - ZAPATAS	: 2.00 KG/CM2

RECUBRIMIENTOS

ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	: 7.50 CM
VIGAS ELEVADAS (Principales y Secun.)	: 4.00 CM
COLUMNAS	: 4.00 CM
LOSA ALIGERADAS	: 2.50 CM
CUBA DE TANQUE ELEVADO	: 7.00 CM
CISTERNA	: 7.00 CM
COL. CONFINAMIENTOS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO	: 2.50 CM

ESP. DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E.020, E.030, E.050 y E.060)
- Parámetros de Diseños Sismo - Resistente: Z=0.10, S=2.00, C=2.50, U=1.50, I_p=0.90, I_h=0.90, R=6.48
- Desplazamiento Promedios: 0.003 (From Eje X) / 0.004 (From Eje Y)

RECOMENDACIONES

- USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I
- ARENA FINA PROCEDENTE DE LAS CANTERAS DEL RIO AMAZONAS
- RELACION DE DISEÑO DE MEZCLA (vol)
- Fc = 210 kg/cm² (C.A. Agua) = (1 : 2.90 : 22.01lb/bo)
- Fc = 175 kg/cm² (C.A. Agua) = (1 : 3.81 : 24.03lb/bo)
- JUNTA DE DILATACION SISMA DE 1"
- RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL A-3 Y A-2-4 COMPACTADO AL 95.00% DE SU M.D.S.
- RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO AL 95.00% DE SU M.D.S.

CUADRO DE TRASLAPES

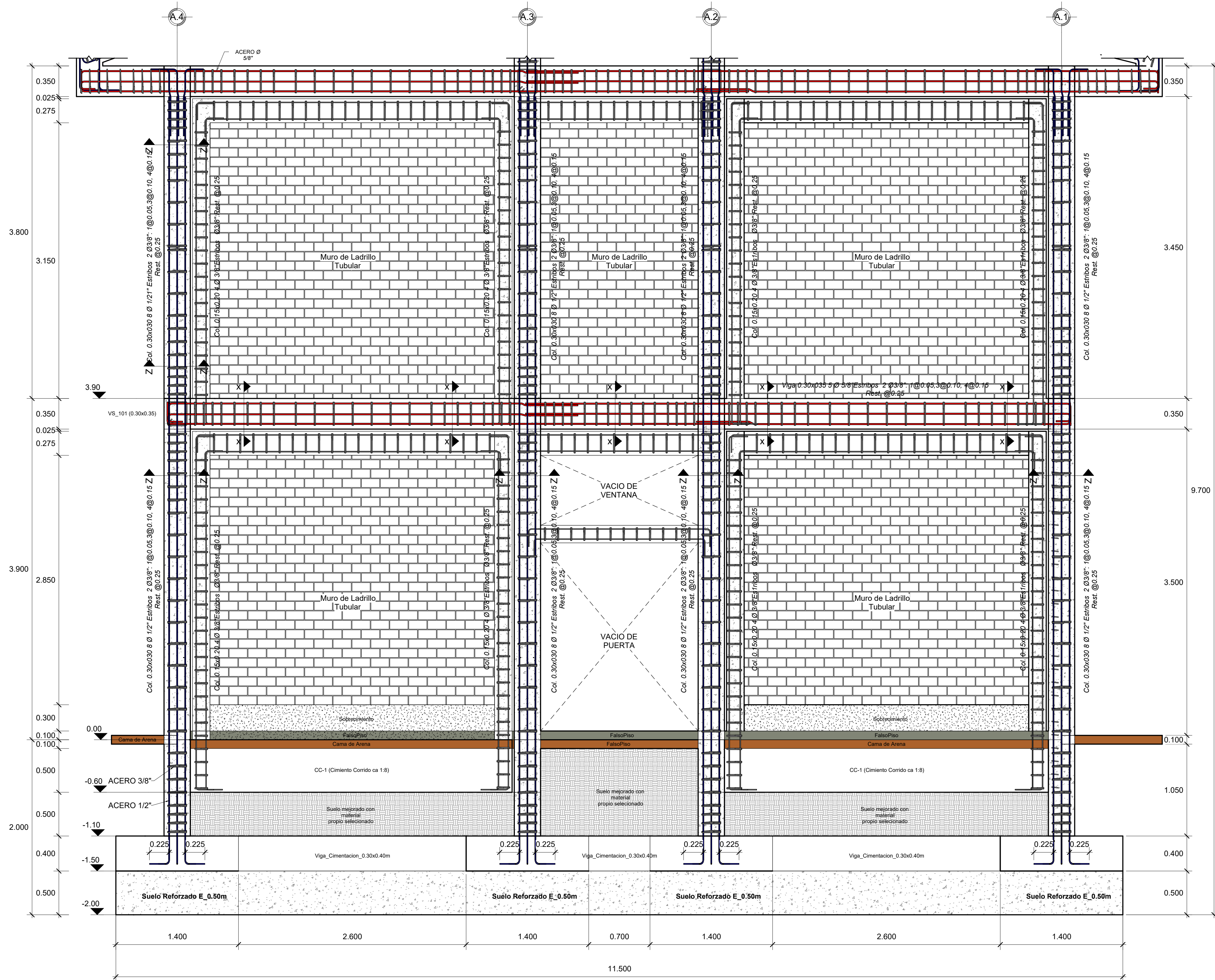
Diametro	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
3/4"	70

CUADRO DE DISEÑO ESTANDAR DE VARILLAS EN FIERRO CORRUGADO

Diametro	G(cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	27.5

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCOLLAY - TACNA 2023"

PROYECTO:	PLAN:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	VIGA DE AMARRE		AGOSTO-2025	E-4
PROVINCIA:			ESCALA:	LÁMINA:
			Como se indica	11



DETALLE DE PORTICO EN EL EJE A.A -AD AL A1-A4

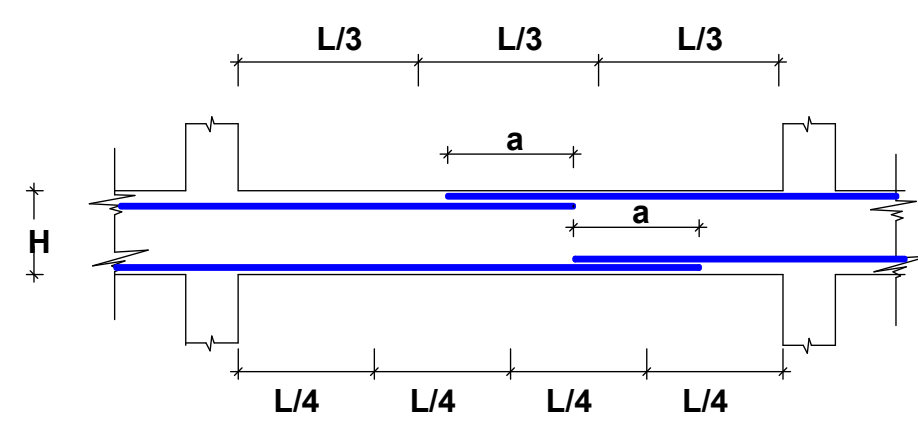
1:25

CUADRO DE GANCHOS ESTANDAR DE VARILLAS EN FIERRO CORRUGADO

Diametro	G(cm)
1/4"	10
3/8"	15
1/2"	20
5/8"	25
3/4"	27.5

CUADRO DE TRASLAPES

Diametro	L(cm)
1/4"	30
3/8"	40
1/2"	50
5/8"	60
3/4"	70



DETALLES TÍPICOS DE TRASLAPE DE ARMADURAS

DET. VIGA DE CONFINAMIENTO

1:25

DET. COLUMNETA

1:25

ESPECIFICACIONES TECNICAS

MORTERO SIMPLE

SOLADO	: CA = 1:8	FALSO PISO	: CA = 1:8
CIMENTO CORRIDO	: CA = 1:8	CONTRAPISO	: CA = 1:8
SOBRECIMIENTO	: CA = 1:8	VEREDA	: FC = 175 KG/CM2

MORTERO ARMADO

ZAPATAS	: FC = 210 KG/CM2
VIGA DE CIMENTACION	: FC = 210 KG/CM2
COLUMNA	: FC = 210 KG/CM2
VIGAS ELEVADAS	: FC = 210 KG/CM2
COLUMNAS Y VIGAS DE AMARRE	: FC = 175 KG/CM2
SOBRECIMIENTO	: FC = 175 KG/CM2
ACERO DE REFUERZO	: fy = 4200 KG/CM2

PRESIÓN ADMISIBLE DEL SUELO

RESISTENCIA TERRENO	: 0.80 KG/CM2
ZAPATA	: 1.06 KG/CM2
PROFUNDIDAD DE DESPLANTE - ZAPATAS	: 2.00 KG/CM2

RECUBRIMIENTOS

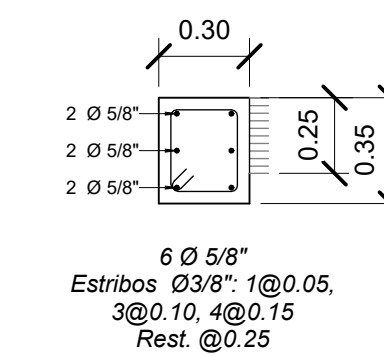
ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION	: 7.50 CM
VIGAS ELEVADAS (Principales y Secun.)	: 4.00 CM
COLUMNAS	: 4.00 CM
LOSA ALGERADAS	: 2.50 CM
CUBA DE TANQUE ELEVADO	: 7.00 CM
CISTERNA	: 7.00 CM
COL. CONFINAMIENTOS Y VIGAS DE CONFINAMIENTO	: 2.50 CM

ESP. DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

- Reglamento Nacional de Edificaciones (Normas E.020, E.030, E.050 y E.060)
- Parametros de Diseños Sismo - Resistente: Z=0.10, S=2.00, C=2.50, U=1.50, I_p=0.90, I_h=0.90, R=6.48
- Desplazamiento Promedios: 0.003 (Prom. Eje X) / 0.004 (Prom. Eje Y)

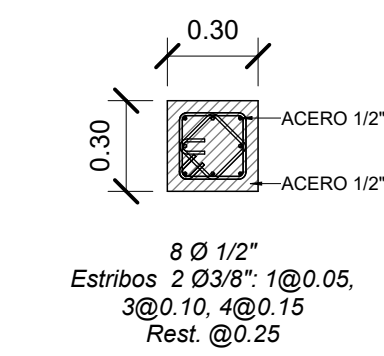
RECOMENDACIONES

- USAR CEMENTO PORTLAND TIPO I
- ARENA FINA PROCEDENTE DE LAS CANTERA DEL RIO AMAZONAS
- RELACION DE DISEÑO DE MEZCLA (vol): FC = 210 kg/cm2 (C.A.Agua) = (1 : 2.90 : 22.01lt/bol)
- FC = 175 kg/cm2 (C.A.Agua) = (1 : 3.81 : 24.03lt/bol)
- JUNTA DE DILATACION SISMICA DE 1"
- RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL A-3 Y A-2-4 COMPACTADO AL 95.00% DE SU M.D.S.
- RELLENO DE ZANJAS CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO AL 95.00% DE SU M.D.S.



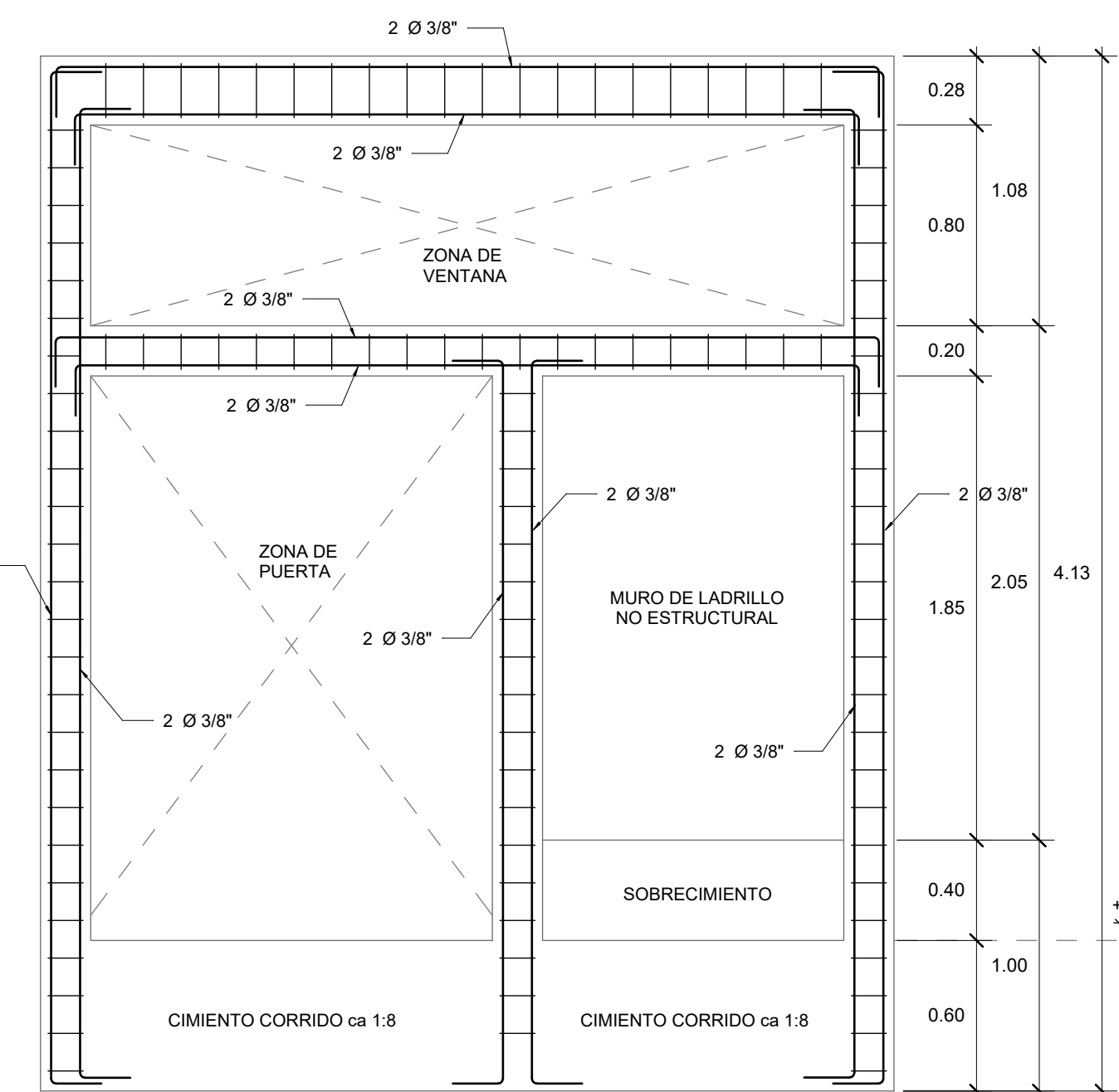
SECCION X-X

1:25



SECCION Z-Z

1:25

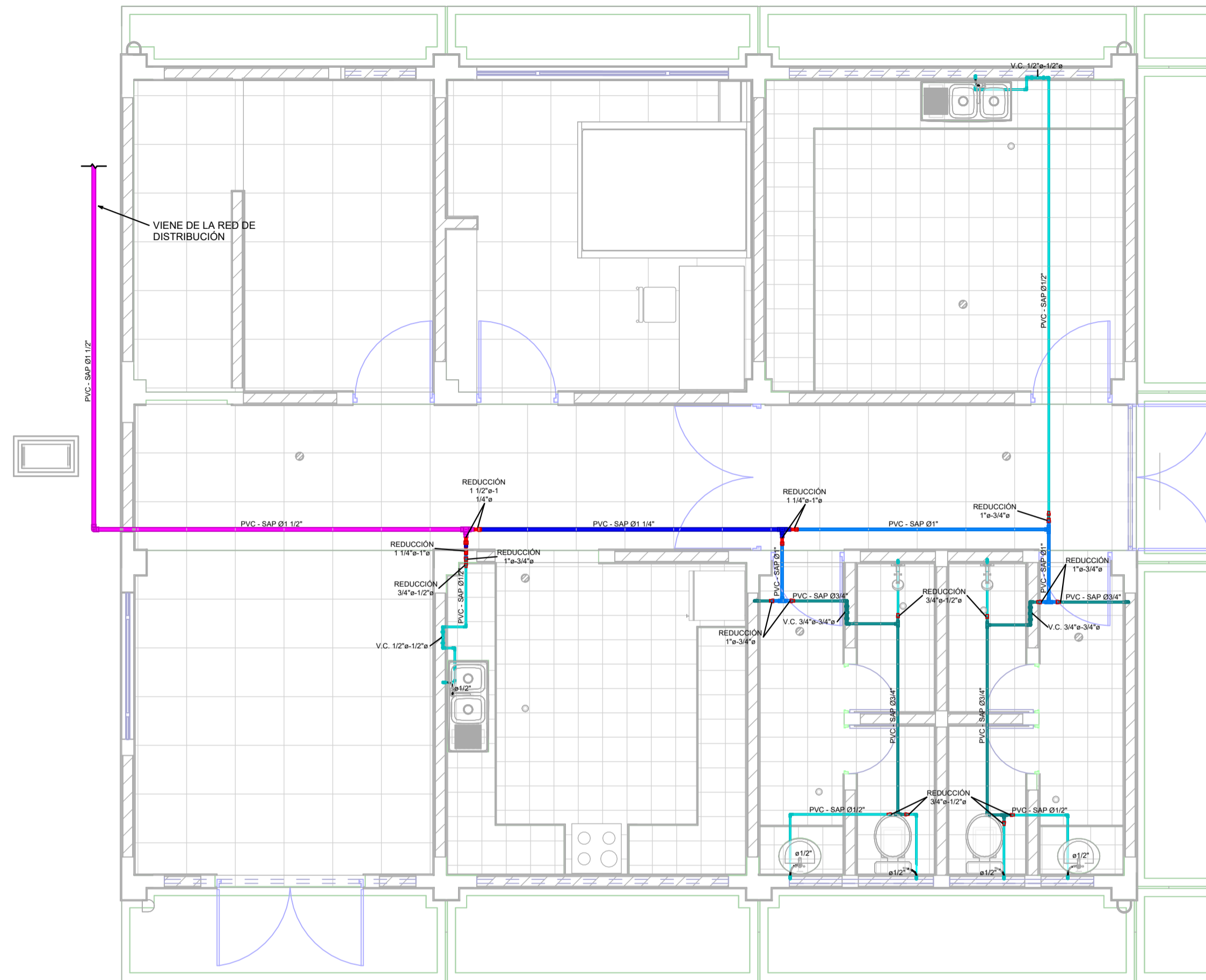


DETALLE PORTICO EN VANOS

1:25

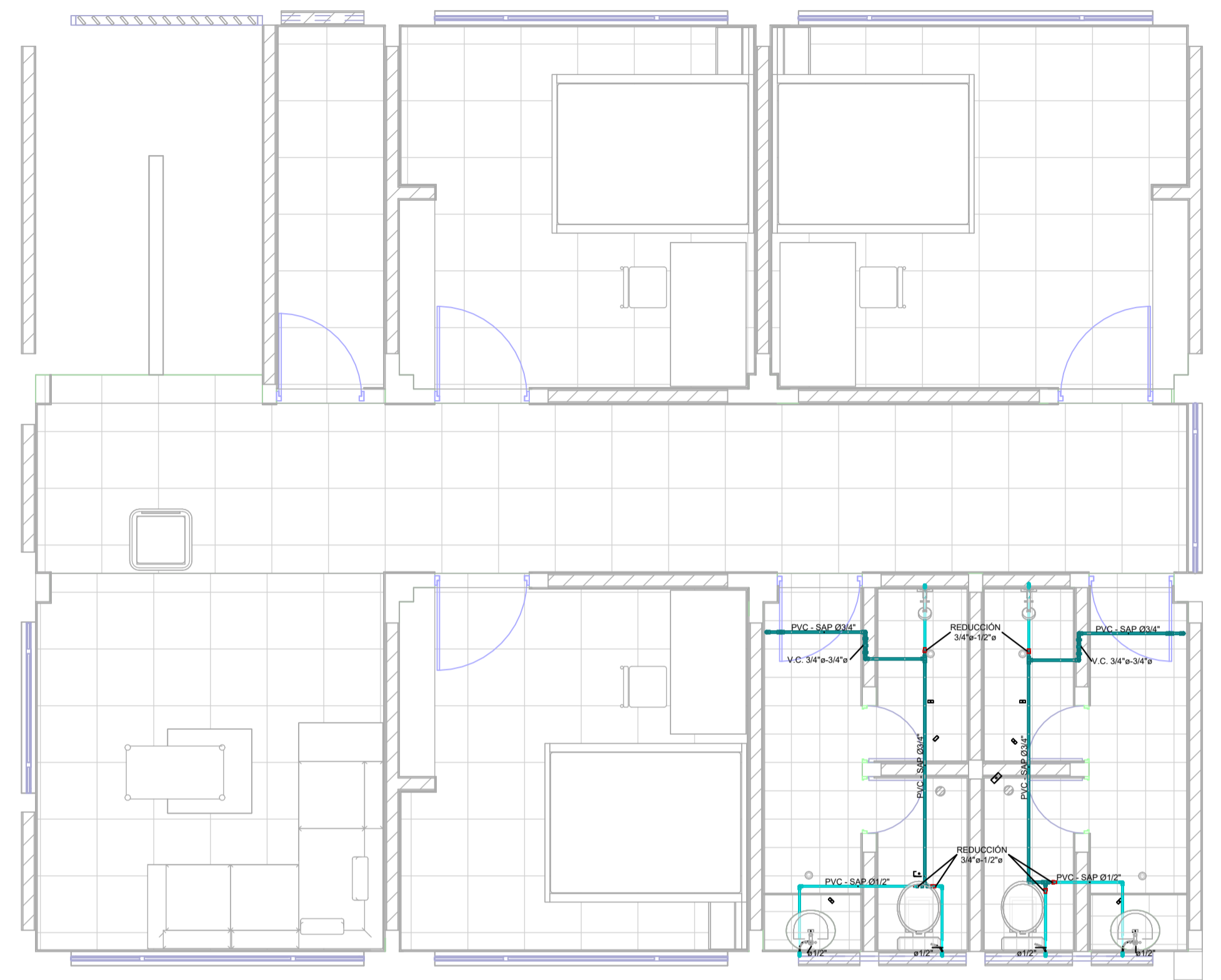
"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCOLLAY – TACNA 2023"

PROYECTO:	PLAN:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	DETALLES DE COLUMNAS		AGOSTO-2025	E-2
PROVINCIA:		ESCALA:		LÁMINA:
		Como se indica		09



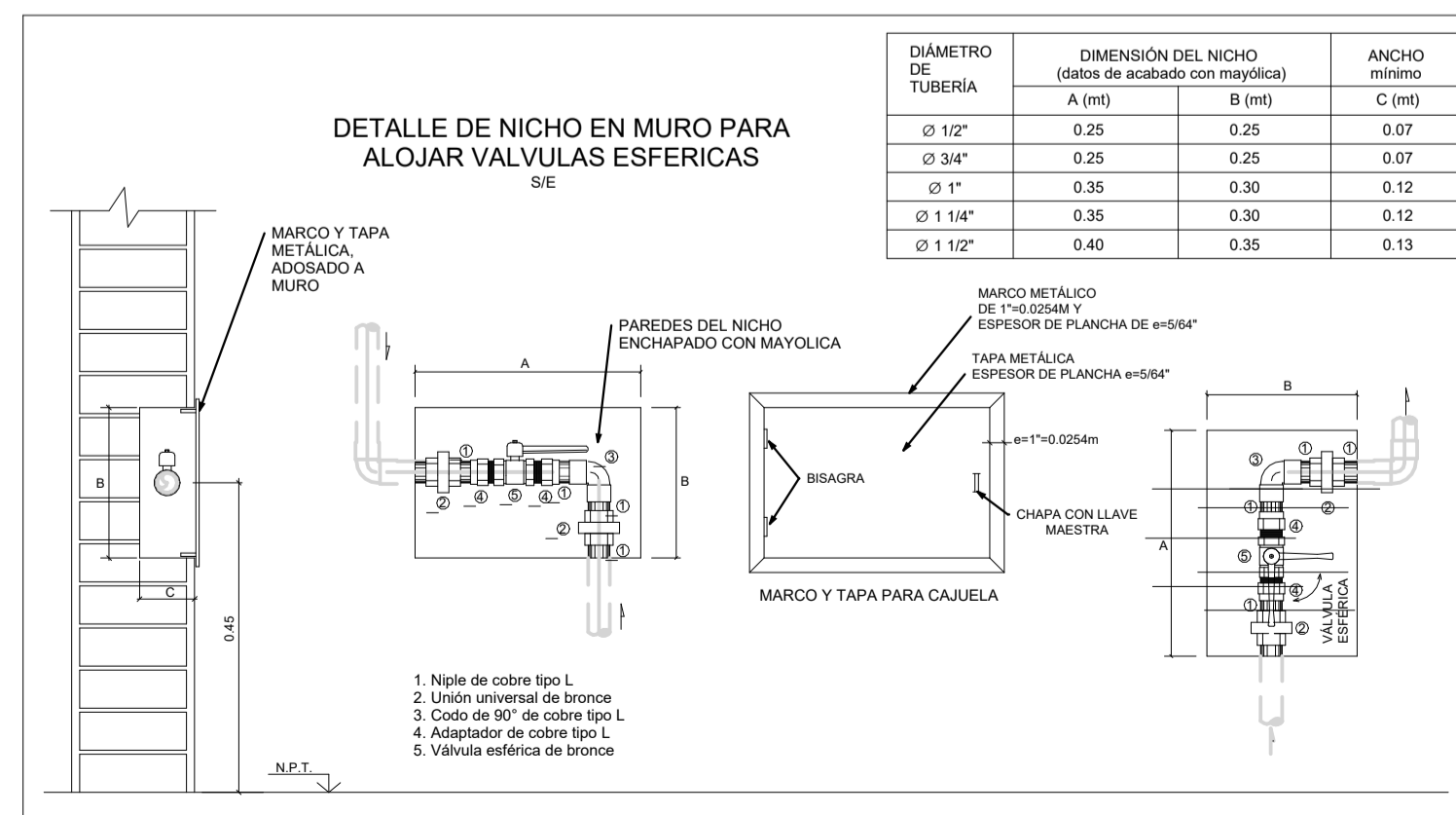
Primer Piso - Agua

Esc: 1 : 50



Segundo Piso - Agua

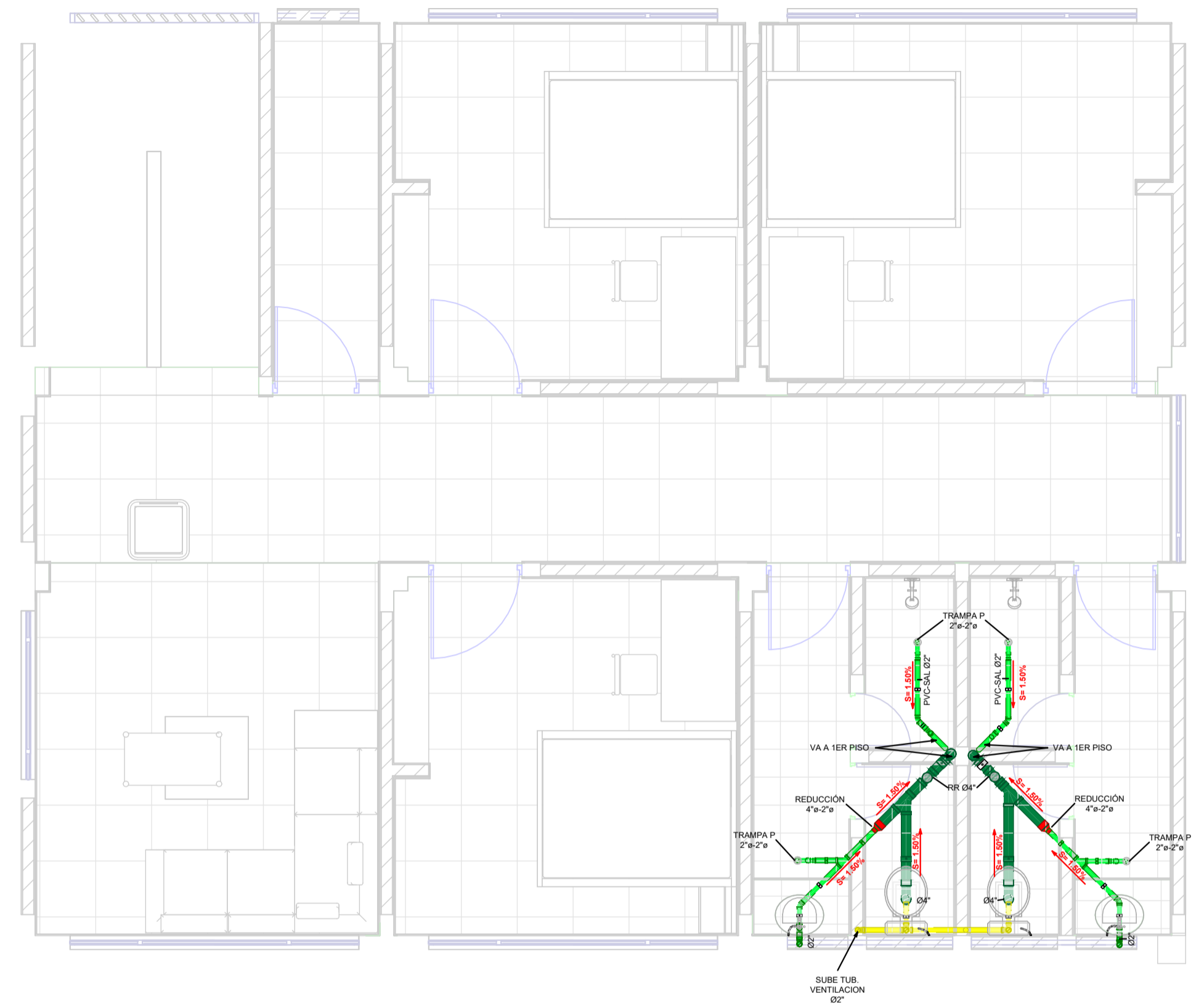
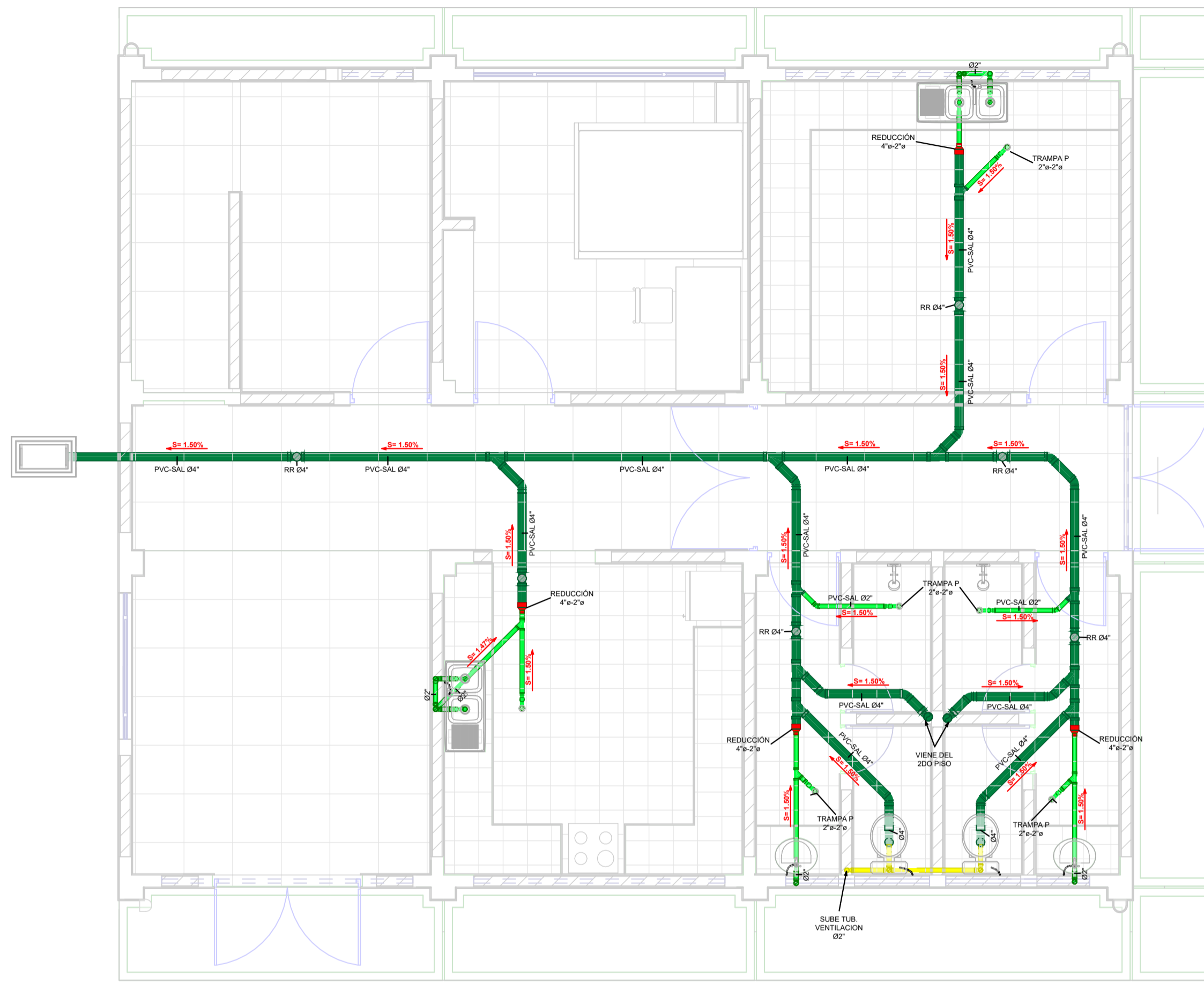
Esc: 1 : 50



LEYENDA	
INSTALACIONES DE AGUA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERÍA DE AGUA FRÍA
	CODO DE 90°
	CODO DE 90° SUBE
	CODO DE 90° BAJA
	TEE
	VALVULA DE COMPUERTA
	REDUCTOR

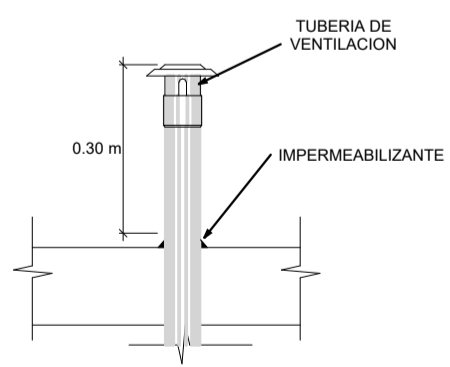
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS RED DE AGUA	
1.	LAS TUBERÍAS DE AGUA POTABLE SERÁN DE PLÁSTICO PVC PESADO SAP CLASE 10 PARA SOLDAR CON PEGAMENTO.
2.	LOS ACCESORIOS SERÁN DE PLÁSTICO PVC PESADO SAP CLASE 10 CON UNIONES DE EMBONE.
3.	LAS VALVULAS COMPUERTAS Y CHECK, SERÁN DE BRONCE, CAPAZ DE SOPORTAR UNA PRESION DE TRABAJO DE 150 PSI, DICHAS VALVULAS IRAN ENTRE DOS UNIONES UNIVERSALES.
4.	TODAS LAS VALVULAS DE INTERRUPCIÓN Y CHECK, SERÁN DE MARCA RECONOCIDA.

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA- POCOLLAY - TACNA 2023"				
PROYECTO:	PLAN O:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	PLANO DE DISTRIBUCION - AGUA		AGOSTO-2025	IS-01
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
			Como se indica	01

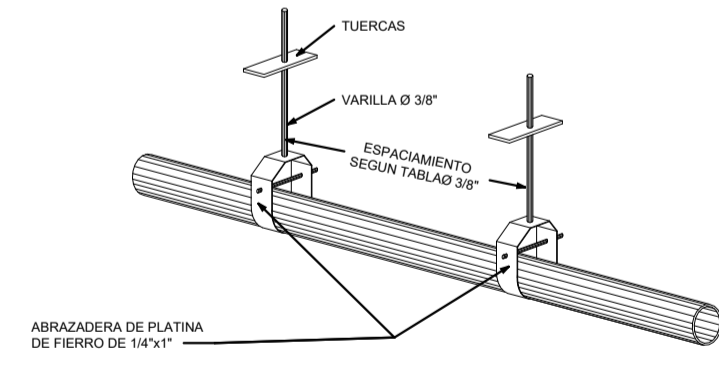


Segundo Piso - Desague
Esc: 1 : 50

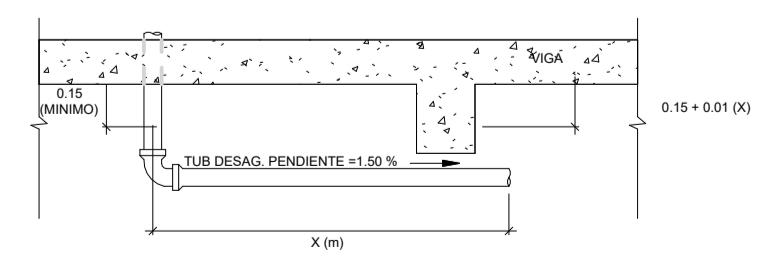
Primer Piso - Desague
Esc: 1 : 50



DETALLE TUBERIA DE VENTILACION
DETALLE TIPICO

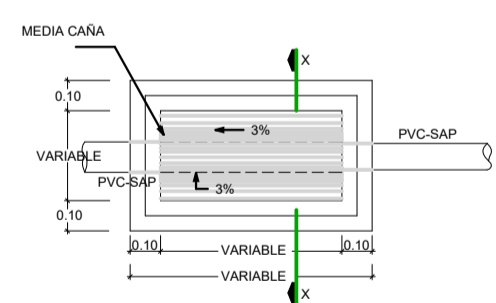


DIAMETRO DE LA TUBERIA	3/4"	1"	1 1/2" a 2"	2 1/2" a 4"
ESPACIAMIENTO ENTRE COLGADORES TUBERIAS DE PLASTICO PVC	2.00 m	2.00 m	2.50 m	3.00 m
ESPACIAMIENTO ENTRE COLGADORES TUBERIAS F. G° - ACERO	2.50 m	3.00 m	3.50 m	4.00 m

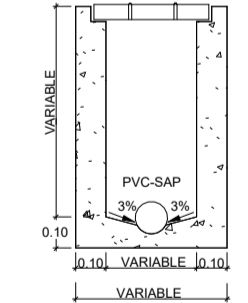


NOTA:
1. CUANDO SEA NECESARIO EL CRUCE DE VIGAS LA DISTANCIA "X" DEBERA SER MEDIDA EN OBRA POR QUE LA UBICACION EN PLANO ES REFERENCIAL

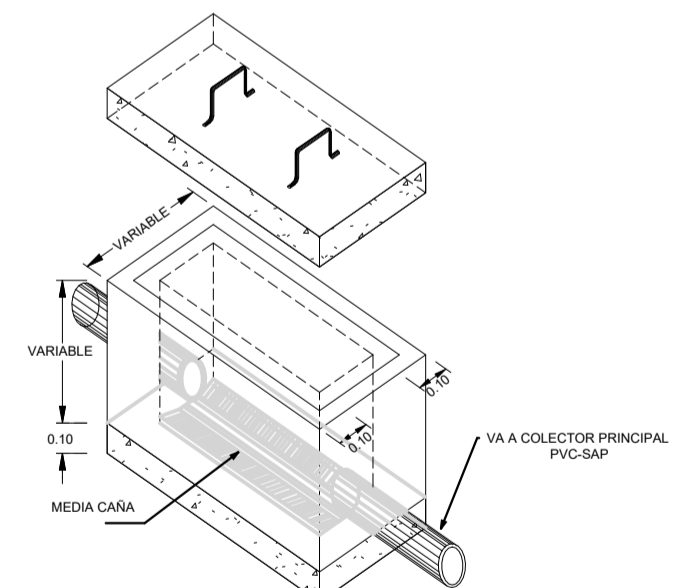
LEYENDA	
INSTALACIONES DE AGUA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TUBERIA DE DESAGÜE
	CODO DE VENTILACIÓN
	CODO 45°
	CODO DE 90° SUBE
	CODO DE 90° BAJA
	YEE
	YEE CON REDUCCIÓN
	YEE DOBLE
	TEE
	REDUCCIÓN
	TRAMPA "P"
	SUMIDERO
	REGISTRO ROSCADO
	SOMBRERO DE VENTILACIÓN
	ABRAZADERA
	SENTIDO DEL FLUJO



PLANTA DE CAJA DE REGISTRO



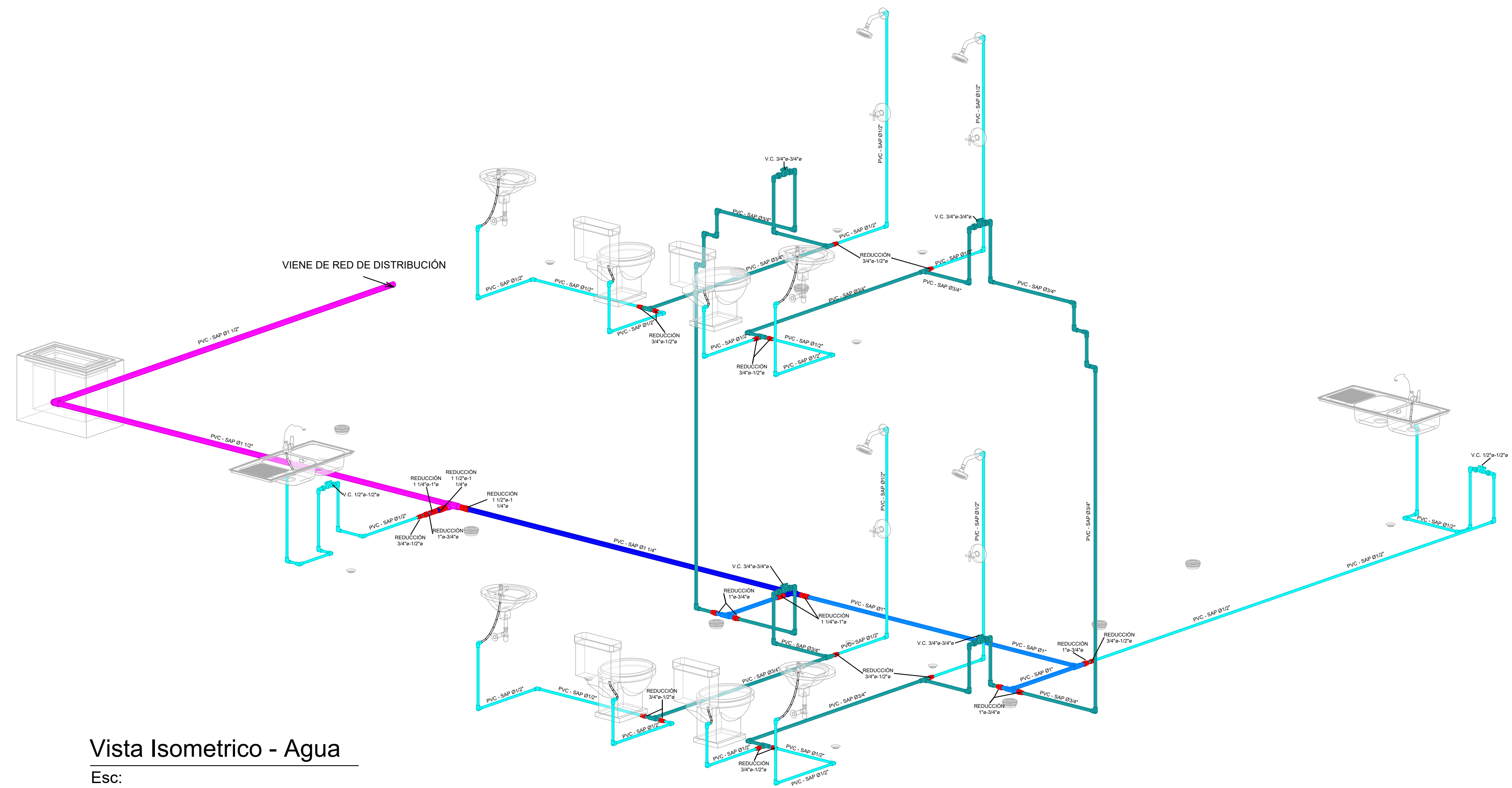
SECCION X-X



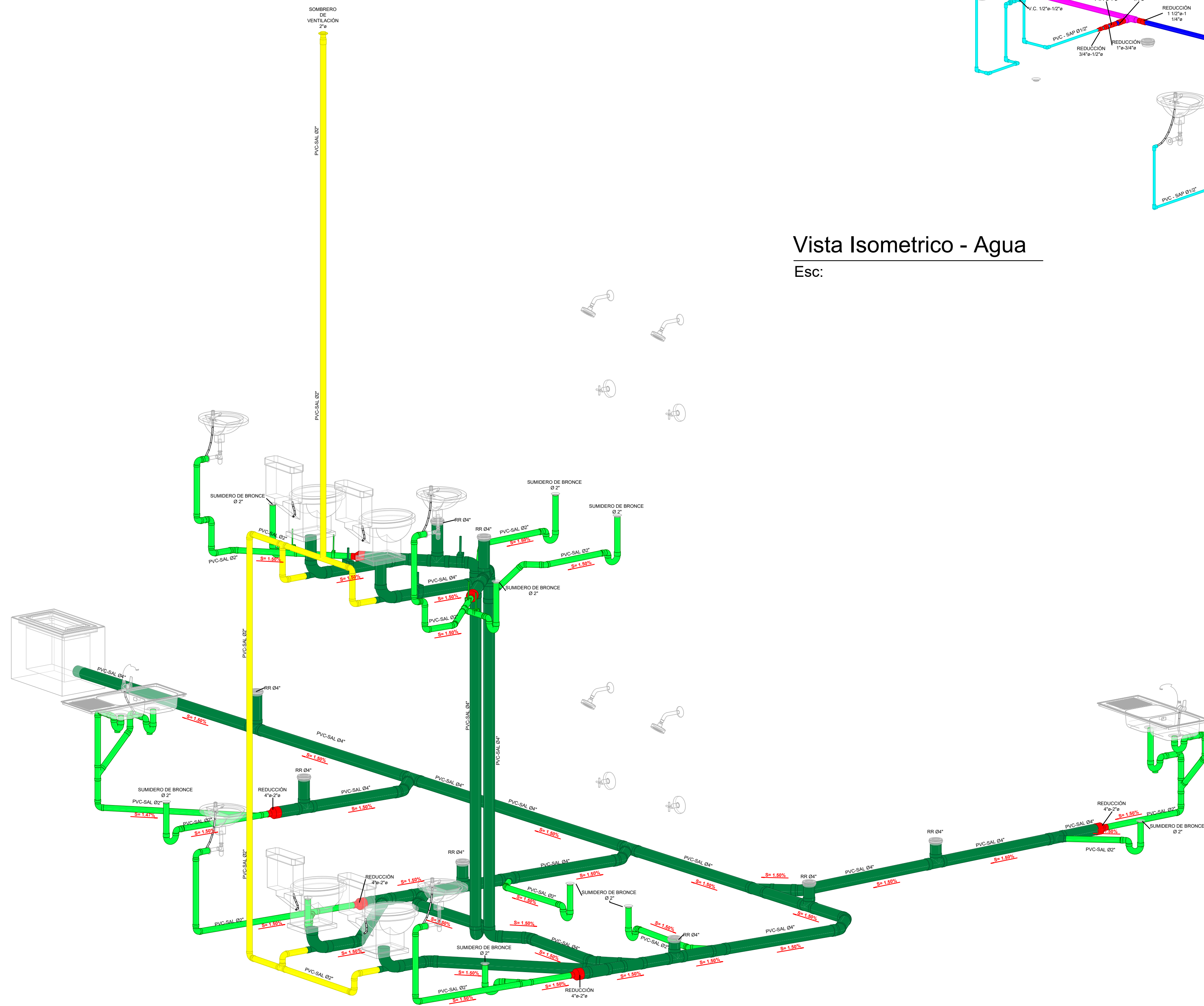
ISOMETRIA DE CAJA DE REGISTRO

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA- POCOLLAY - TACNA 2023"

PROYECT O:	PLAN O:	DEPARTAMEN TO:	FECH A:	CÓDIG O:
	PLANO DE DISTRIBUCION - DESAGUE - MODULO A	PROVINCI A:	AGOSTO-2025	IS-05
		DISTRIT O:	ESCAL A:	LÁMIN A:
			Como se indica	05

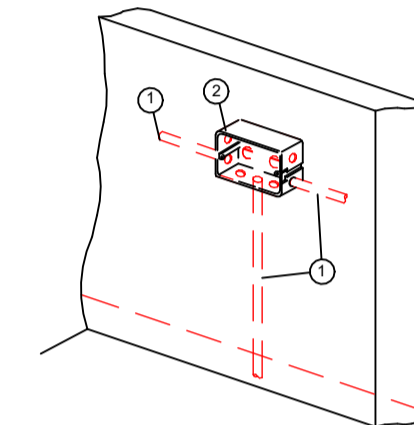
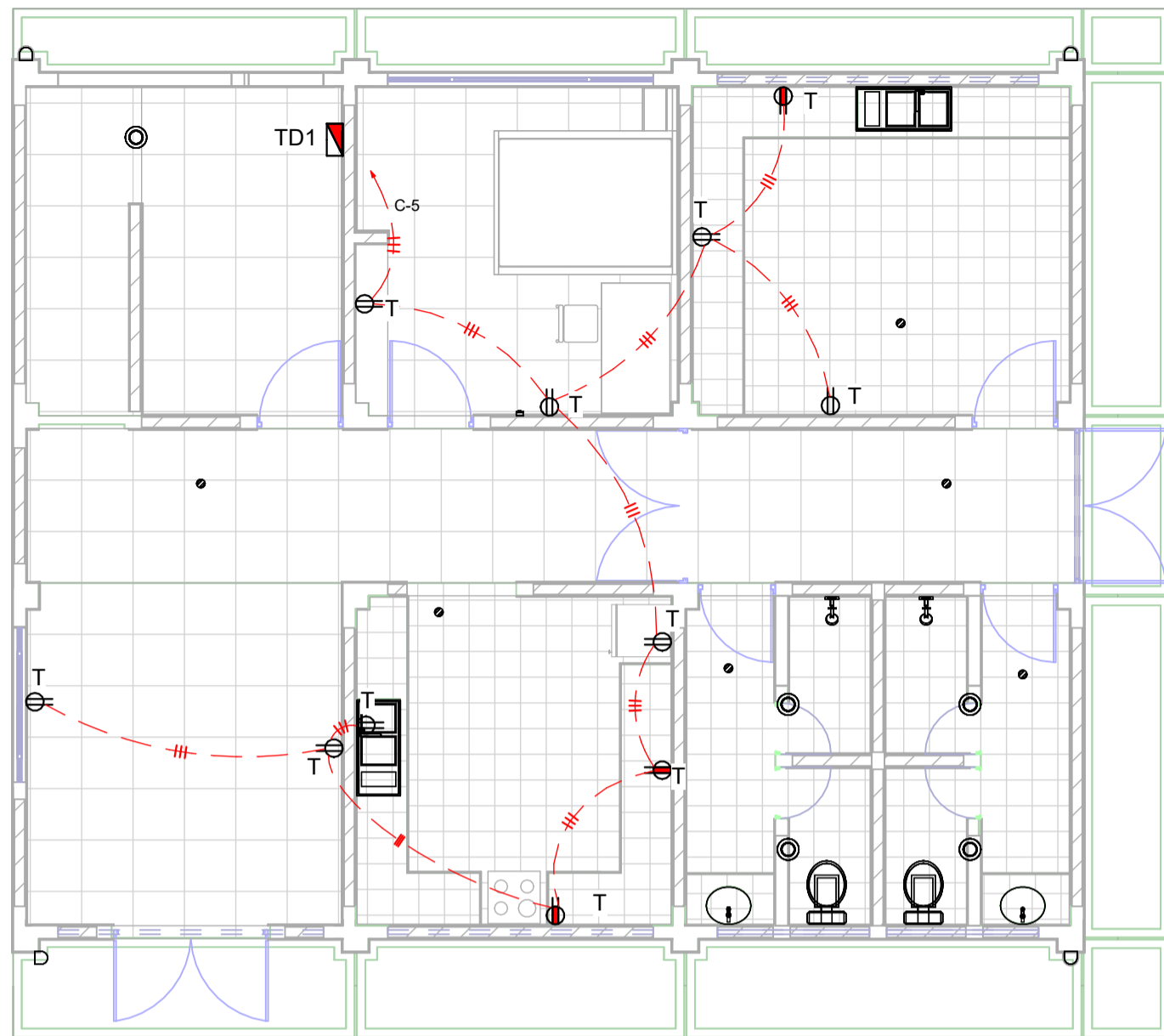


Vista Isometrico - Agua
Esc:



Vista Isometrico - Desague
Esc:

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA- POCOLLAY - TACNA 2023"				
PROYECTO:	PLAN:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	VISTAS ISOMETRICAS - MODULO A		AGOSTO-2025	IS-07
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
		DISTRITO:		07



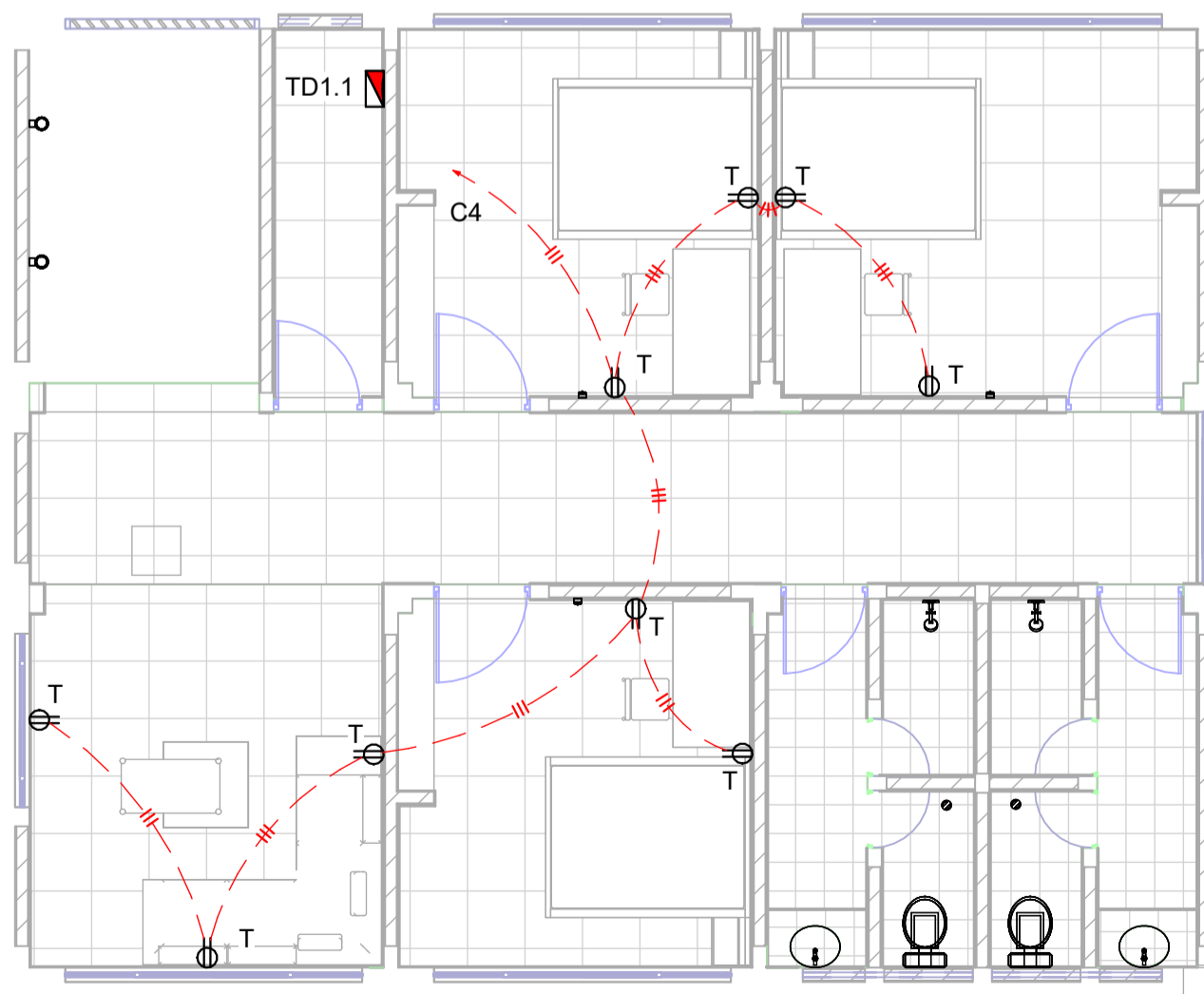
INSTALACIÓN DE SALIDA DE TOMACORRIENTES
S/E
• 1 (TUBO DE PVC)
• CAJA DE PASE RECTANGULAR

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CONDUCTORES	SON DE ALAMBRE DE COBRE ELECTROLÍTICO CON AISLAMIENTO TIPO NH-80. CALIBRE MÍNIMO UTILIZADO ES DE 2.5MM ²
TUBERÍA	SON DE CLORURO DE POLIVINILO DE TIPO PVC-SAP. EL DIÁMETRO MÍNIMO DE 20 MM. ES DE 2.5MM ²
CAJAS:	SON GALVANIZADAS DE ESPESOR 1.60 MM. TIPO OCTOGONAL Y RECTANGULAR
INTERRUPTORES:	SON DE TIPO BALANCÍN DE 15A/220V. CON TAPA DE BAQUELITA SE RECOMIENDA "DADO" TIPO PESADO
TOMACORRIENTES SIMPLES O DOBLES:	SON DE USO GENERAL DE 20A /220V. CON TAPA DE BAQUELITA COLOR BLANCO, SERÁN INSTALADOS EN PARED
TOMACORRIENTES EN PISO:	SON DE USO GENERAL DE 20A /220V. CON TAPA DE BAQUELITA COLOR BLANCO, RESISTENTE, DISEÑADOS PARA SER COLOCADOS EN PISO
CAJA DE PASO:	SON CUADRADAS, GALVANIZADAS DE VARIAS MEDIDAS CON TAPAS
INTERRUPTOR AEROMÁNTICO:	SON DE DESCONEXIÓN RÁPIDA NO FUSE, MANUAL O AUTOMÁTICO SON BIPOLARES O TRIPOLARES • SON DE TIPO TORNILLO • 10 KA DE POTENCIA RUPTURA
GABINETE METÁLICO:	SON DE FIERRO GALVANIZADO DE 1/16" DE ESPESOR, CON HUECOS EN LOS COSTADOS DE 1/2", 3/4", 1" DE ACUERDO A LOS ALIMENTADORES, PROVISTO DE TAPA Y CIERRE DE SEGURIDAD

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	TABLERO GENERAL / DISTRIBUCIÓN
	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ CIRCULAR EMBUTIDO EN TECHO
	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ RECTANGULAR EMBUTIDO EN PARED
	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ TIPO BRAQUET EMBUTIDO EN PARED
	LUZ DE EMERGENCIA
	VENTILADOR
	AIRE ACONDICIONADO
	TOMACORRIENTE BIPOLAR
	TOMACORRIENTE PARA COCINA / BAÑO
	TOMACORRIENTE DE LUZ DE EMERGENCIA
	CIRCUITO DE ILUMINACIÓN EMBUTIDO POR TECHO O PARED
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTE EMBUTIDO POR TECHO, PISO O PARED
	CIRCUITO DE LUCES DE EMERGENCIA EMBUTIDO POR TECHO, PISO O PARED
	CIRCUITO DE VENTILADOR EMBUTIDO POR TECHO O PARED
	CIRCUITO DE AIRE ACONDICIONADO EMBUTIDO POR TECHO O PARED
	INTERRUPTOR SIMPLE
	INTERRUPTOR DOBLE
	INTERRUPTOR TRIPLE
	POZO TIERRA

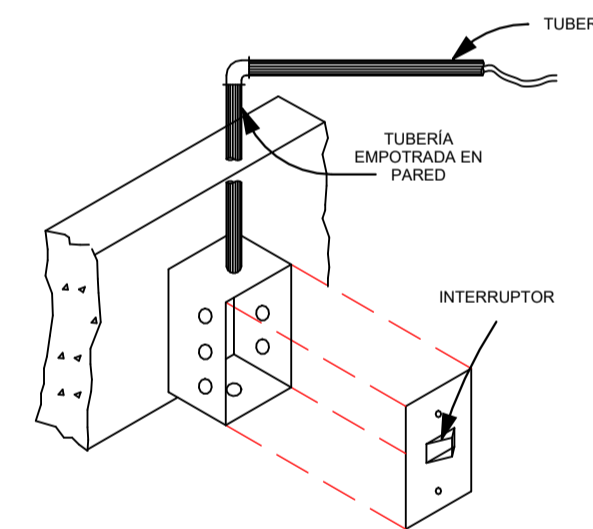
Primer Piso-Tomacorriente

1 : 75

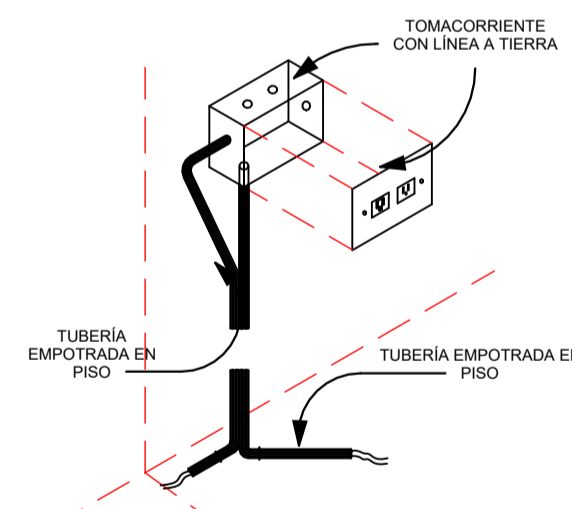


Segundo Piso-Tomacorriente

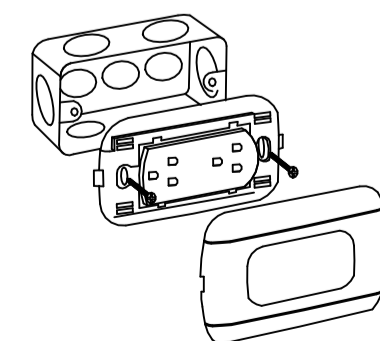
1 : 75



VISTA ISOMETRICA INTERRUPTOR SIMPLE
S/E



VISTA ISOMETRICA TOMACORRIENTE
S/E



INSTALACIÓN DE PLACAS
S/E

CONDUCTORES

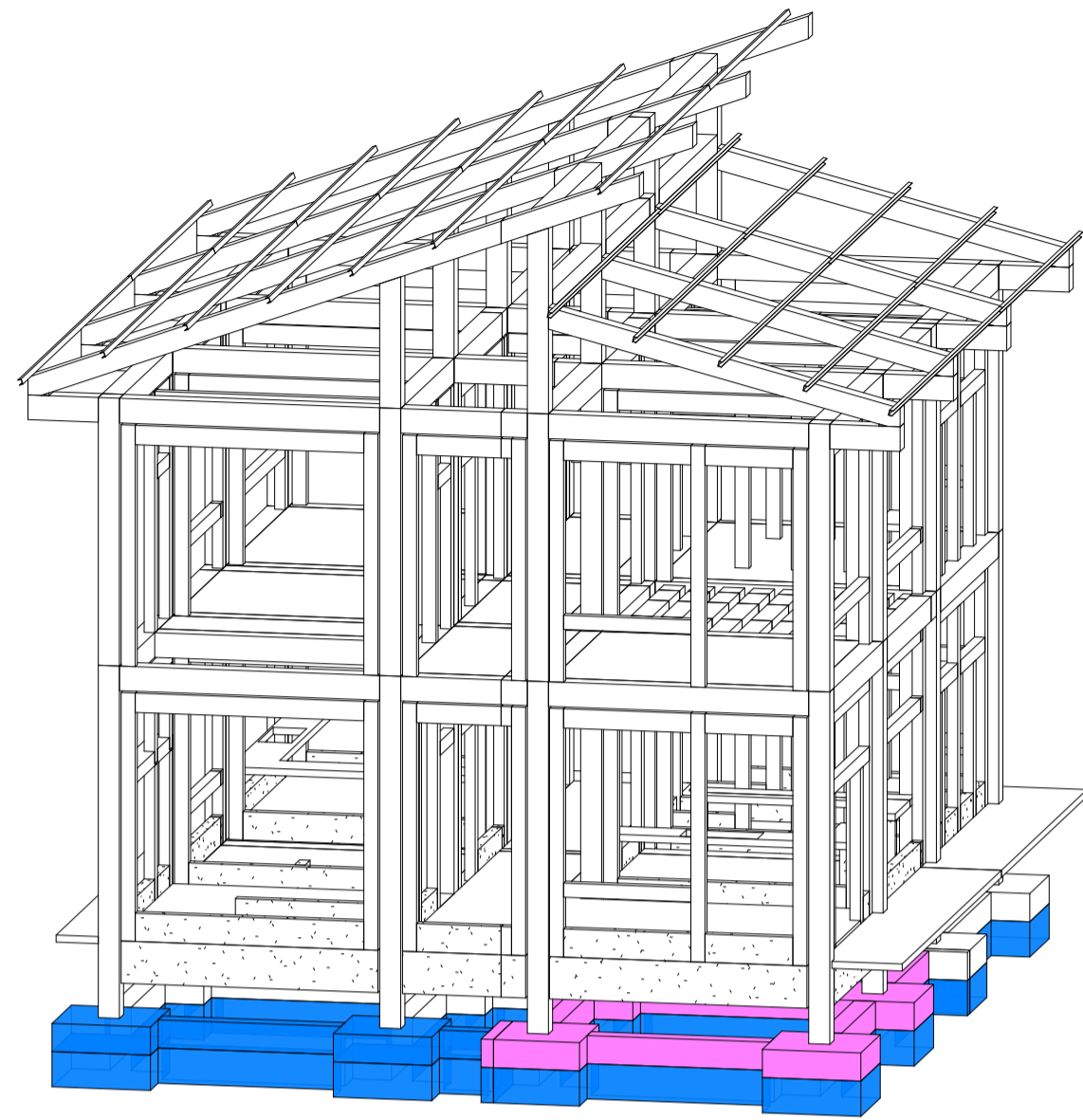
CALIBRE	SECCIÓN
N° 14	2.5mm ²
N° 12	4.0mm ²
N° 10	6.0mm ²
N° 8	10.0mm ²
N° 6	16.0mm ²
N° 4	25.0mm ²

PVC EN MILÍMETROS Y EN PULGADAS

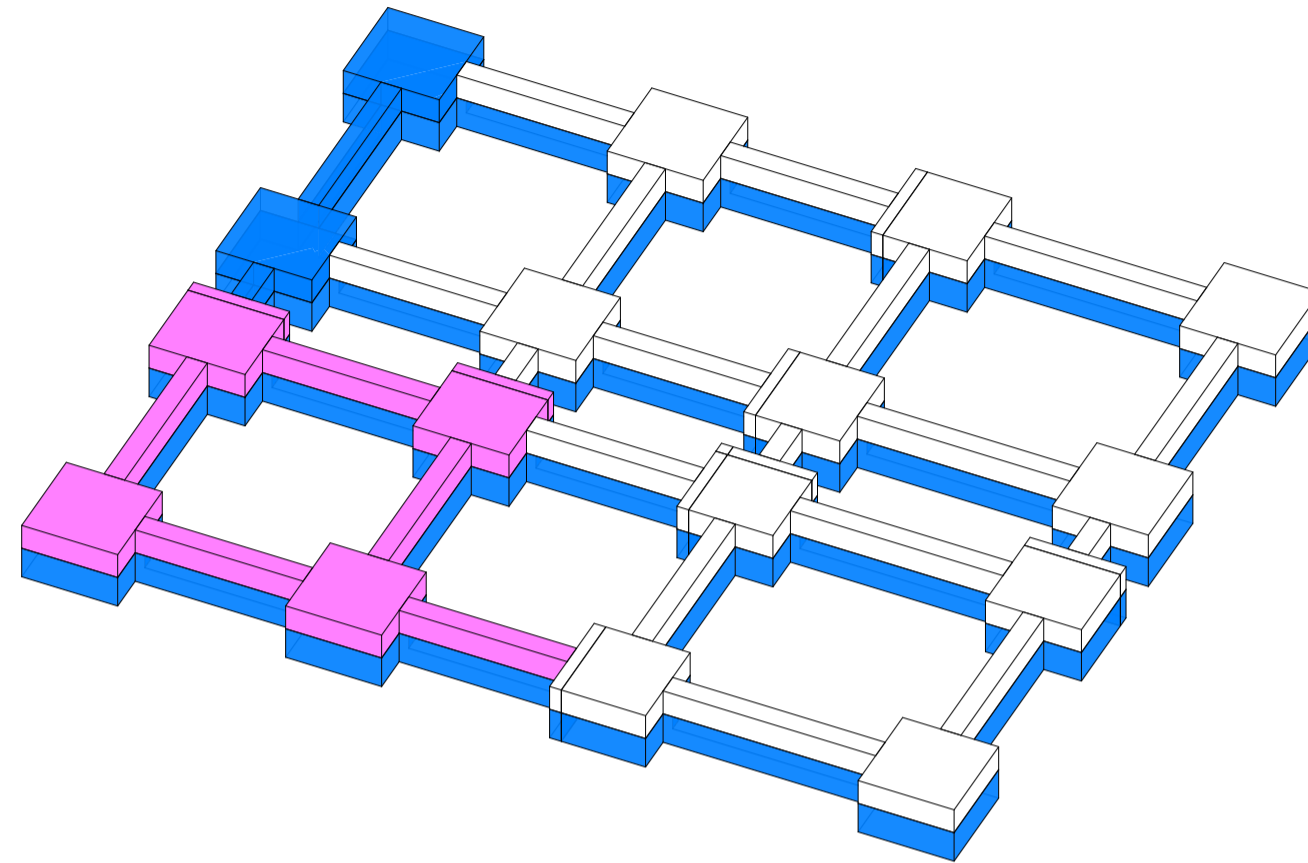
DIÁMETRO NOMINAL mm	EQUIVALENTE EN PULGADA-CLASE PESADA SAP	EQUIVALENTE EN PULGADA-CLASE PESADA SEL
13 mm	---	5/8"
15 mm	1/2"	3/4"
20 mm	3/4"	1"
25 mm	1"	---
35 mm	1 1/4"	---
40 mm	1 1/2"	---
50 mm	2"	---

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA- POCOLLAY - TACNA 2023"

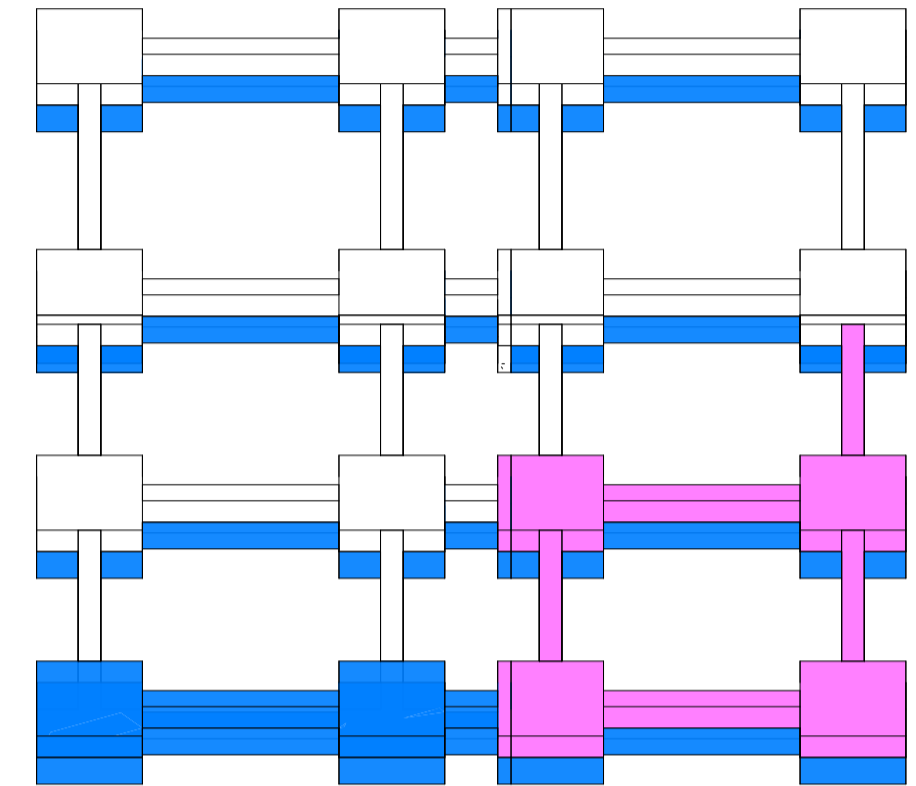
PROYECTO:	PLAN O:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	PLANO DE DISTRIBUCION - TOMACORRIENTE- MODULO A		A: AGOSTO-2025	O: IE-11
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
			A: Como se indica	A: 11



BIM + LPS - SEMANA 01



BIM + LPS - SEMANA 01 - VISTA 02



BIM + LPS - SEMANA 01 - VISTA 03

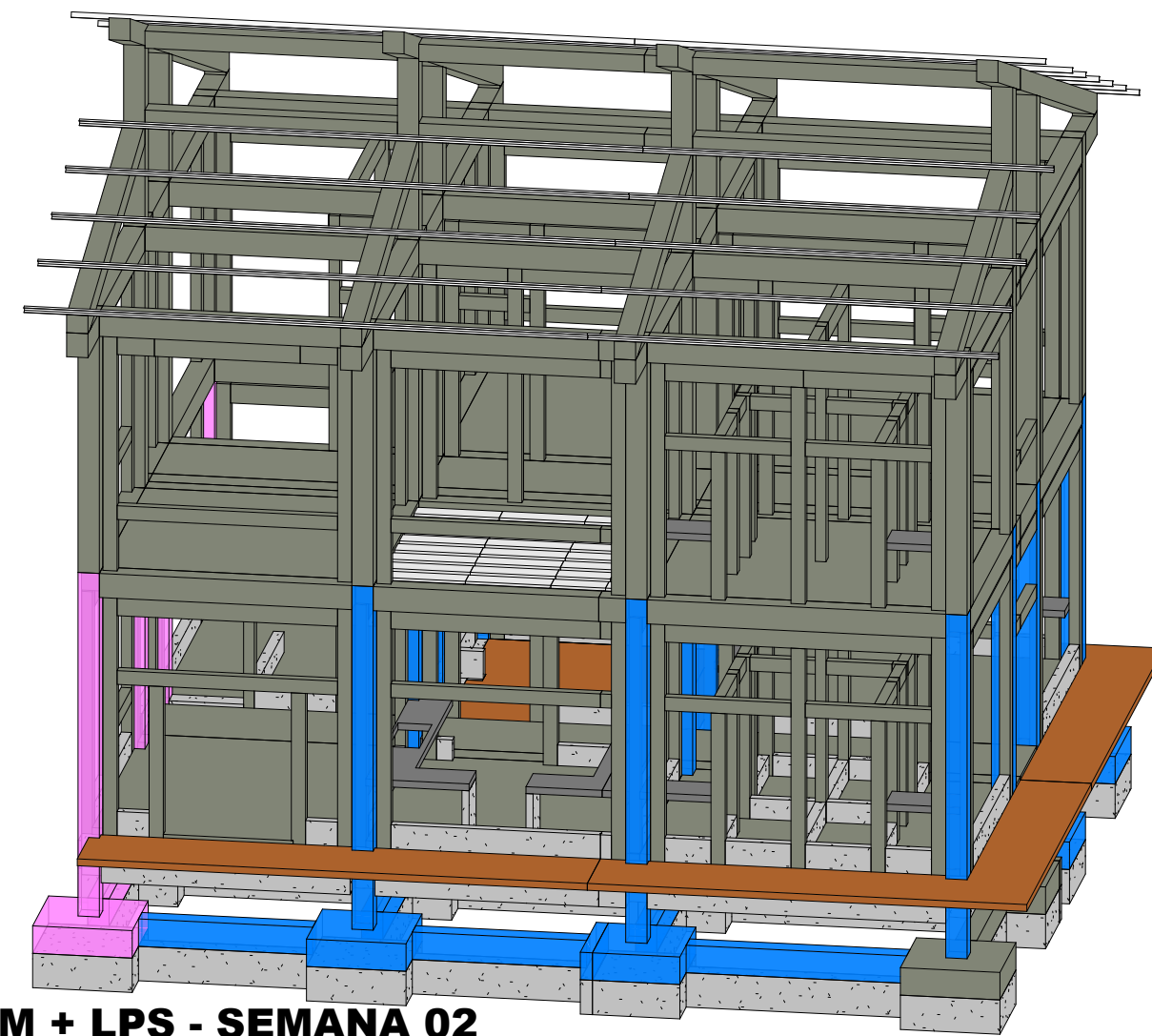
SEMANA 01 LPS - ELEMENTOS EJECUTADOS						
EJECUTADO	NIVEL	Familia original	Tipo original	Recuento	Volumen	SECTOR
Sí	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1	0.08	4.00
Sí	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1	0.31	4.00
Hormigón-Viga rectangular: 2						
Sí	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	2	0.78	4.00
M_Zapata-Rectangular: 2						
0: 4						
Sí	1	Suelo	Suelo Reforzado E_0.50m	1	5.16	1.00
Sí	1	Suelo	Suelo Reforzado E_0.50m	1	5.83	3.00
Sí	1	Suelo	Suelo Reforzado E_0.50m	1	6.15	2.00
Sí	1	Suelo	Suelo Reforzado E_0.50m	1	6.87	4.00

Suelo: 4
1: 4
Sí: 8
Total general: 8

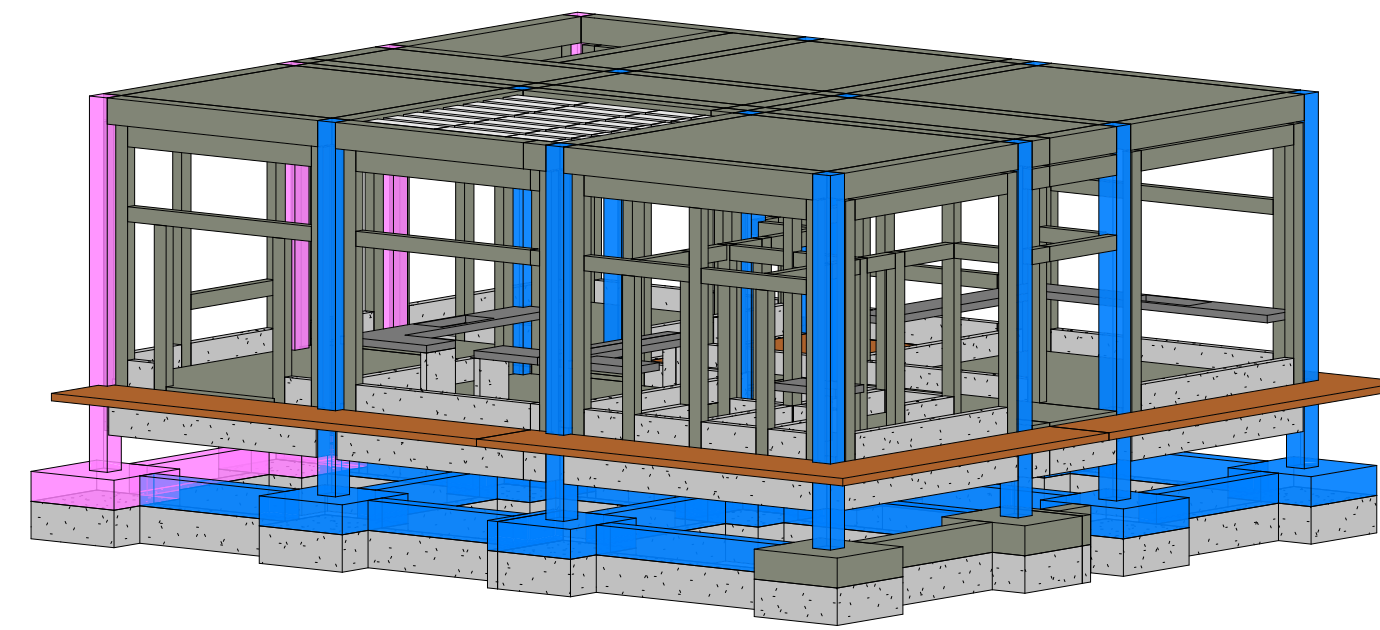
SEMANA 01 LPS - ELEMENTOS NO EJECUTADOS						
EJECUTADO	NIVEL	Familia original	Tipo original	Recuento	Volumen	SECTOR
No	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	3	0.29	2.00
No	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	2	0.31	2.00
Hormigón-Viga rectangular: 5						
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	2	0.10	4.00
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	2	0.69	2.00
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	2	0.78	2.00

M_Zapata-Rectangular: 6
0: 11
No: 11
Total general: 11

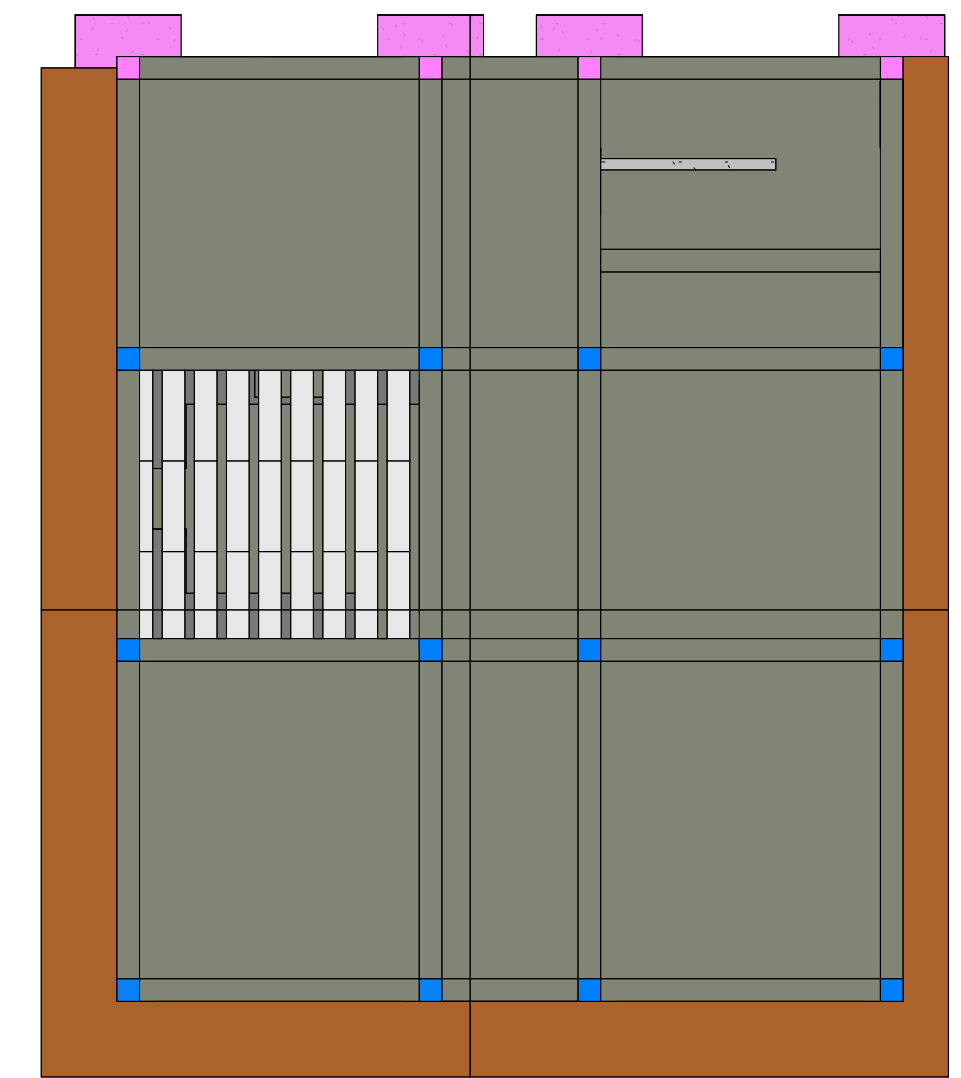
PROYECTO:	PLAN O: SEMANA 01 LPS	DEPARTAMENTO:	FECHA: AGOSTO-2025	CÓDIGO: Autor
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA: 15
		DISTRITO:		



BIM + LPS - SEMANA 02



BIM + LPS - SEMANA 02 - VISTA 1



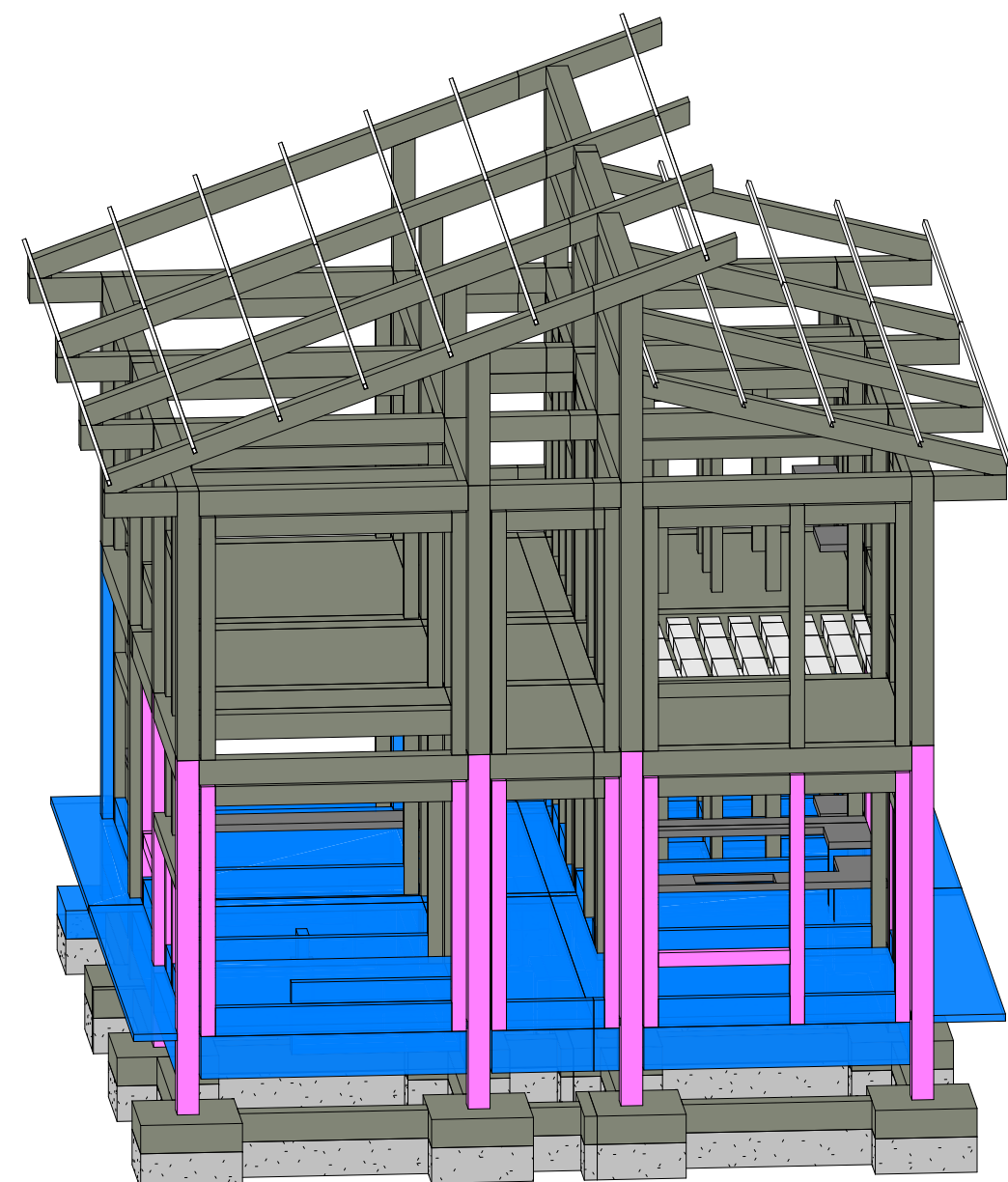
BIM + LPS - SEMANA 02 - VISTA 2

SEMANA 02 LPS - ELEMENTOS EJECUTADOS					
EJECUTADO	NIVEL	Familia original	Tipo original	Recuento	Volumen
Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	2	0.08
Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	8	0.29
Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	5	0.31
Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	4	0.37
Hormigón-Viga rectangular: 19					
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.01
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.08
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.09
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	4	0.10
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.60
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	4	0.69
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	5	0.78
M_Zapata-Rectangular: 17					
Si	1	Hormigón-Rectangular-Pilar1	Columna_0.30x0.30m	12	0.45
Hormigón-Rectangular-Pilar1: 12					

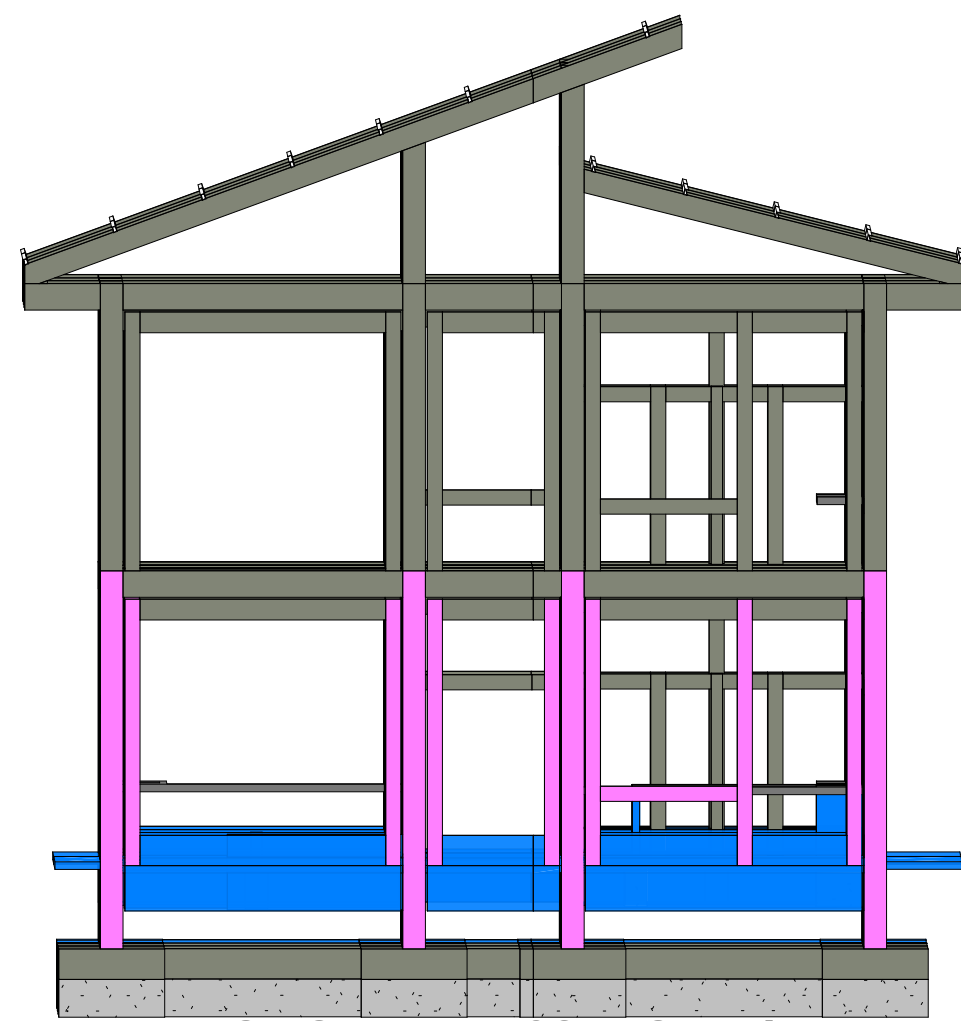
1: 12
Si: 48
Total general: 48

SEMANA 02 LPS - ELEMENTOS NO EJECUTADOS					
EJECUTADO	NIVEL	Familia original	Tipo original	Recuento	Volumen
No	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1	0.08
No	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	2	0.31
Hormigón-Viga rectangular: 3					
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.10
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.69
No	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	3	0.78
M_Zapata-Rectangular: 5					
No	1	Hormigón-Rectangular-Pilar1	Columna_0.30x0.30m	4	0.45
Hormigón-Rectangular-Pilar1: 4					

No: 12
Total general: 12



BIM + LPS - SEMANA 03



BIM + LPS - SEMANA 03 VISTA 1

SEMANA 03 LPS - ELEMENTOS EJECUTADOS					
EJECUTAD O	NIVE L	Familia original	Tipo original	Recuen to	Volumen
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.01
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.03
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	2	0.13
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	2	0.14
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	2	0.15
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.18
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.31
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.70
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.97
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	2	1.17
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	1.24
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	1.55
Si		Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	1.67

Suelo: 17
: 17

Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1	0.08
Si	0	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	2	0.31

Hormigón-Viga rectangular: 3

Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.04
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	4	0.06
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.07
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	2	0.15
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	<varia>	2	0.25
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.26
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.42
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.44
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	2	0.54
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	2	0.57
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	2	0.60
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	6	0.66
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	5	0.67
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	2	0.72
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.75
Si	0	Hormigón-Viga rectangular1	Cimento_Corrido_0.30x0.60m	1	0.76

Hormigón-Viga rectangular1: 34

Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.10
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	1	0.69
Si	0	M_Zapata-Rectangular	Zapata_1.40x1.40x0.40m	3	0.78

M_Zapata-Rectangular: 5

Si	0	Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.31
----	---	-------	------------------	---	------

Suelo: 1

0: 43

Si	1	Hormigón-Rectangular-Pilar1	Columna_0.30x0.30m	4	0.45
----	---	-----------------------------	--------------------	---	------

Hormigón-Rectangular-Pilar1: 4

Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	6	0.01
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.02
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	2	0.03
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	2	0.04
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.05
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	10	0.06
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	3	0.07
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.08
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.10
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	3	0.11
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.12
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	2	0.15
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.17
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	2	0.18
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	3	0.19
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	3	0.20
Si	1	Hormigón-Viga rectangular	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1	0.22

Hormigón-Viga rectangular: 43

Si	1	Muro básico	Muro_base_banca_0.10m	1	0.02
Si	1	Muro básico	Muro_base_banca_0.10m	1	0.04
Si	1	Muro básico	Muro_base_banca_0.10m	2	0.06

Muro básico: 4

Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.01
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.03
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.19
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.20
Si	1	Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.54
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.74
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	2	0.79
Si	1	Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	0.82
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	0.99
Si	1	Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	1.01
Si	1	Suelo	Cama_Arena_0.10m	1	1.15
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	1.30
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	1.38
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	1.72
Si	1	Suelo	Piso_FalsoPiso_0.10m	1	1.76

Suelo: 16

1: 67

Si: 127

Total general: 127

SEMANA 03 LPS - ELEMENTOS NO EJECUTADOS					
EJECUTAD O	NIVE L	Familia original	Tipo original	Recuen to	Volumen

No		Hormigón-Rectangular-Pilar	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	3	0.06
No		Hormigón-Rectangular-Pilar	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	2	0.07
No		Hormigón-Rectangular-Pilar	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	17	0.11

Hormigón-Rectangular-Pilar: 22

: 22

No	1	Hormigón-Rectangular-Pilar1	Columna_0.30x0.30m	5	0.45
----	---	-----------------------------	--------------------	---	------

Hormigón-Rectangular-Pilar1: 5

No	1	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	1	0.00
No	1	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	1	0.05
No	1	Hormigón-Viga rectangular	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	1	0.09

Hormigón-Viga rectangular: 3

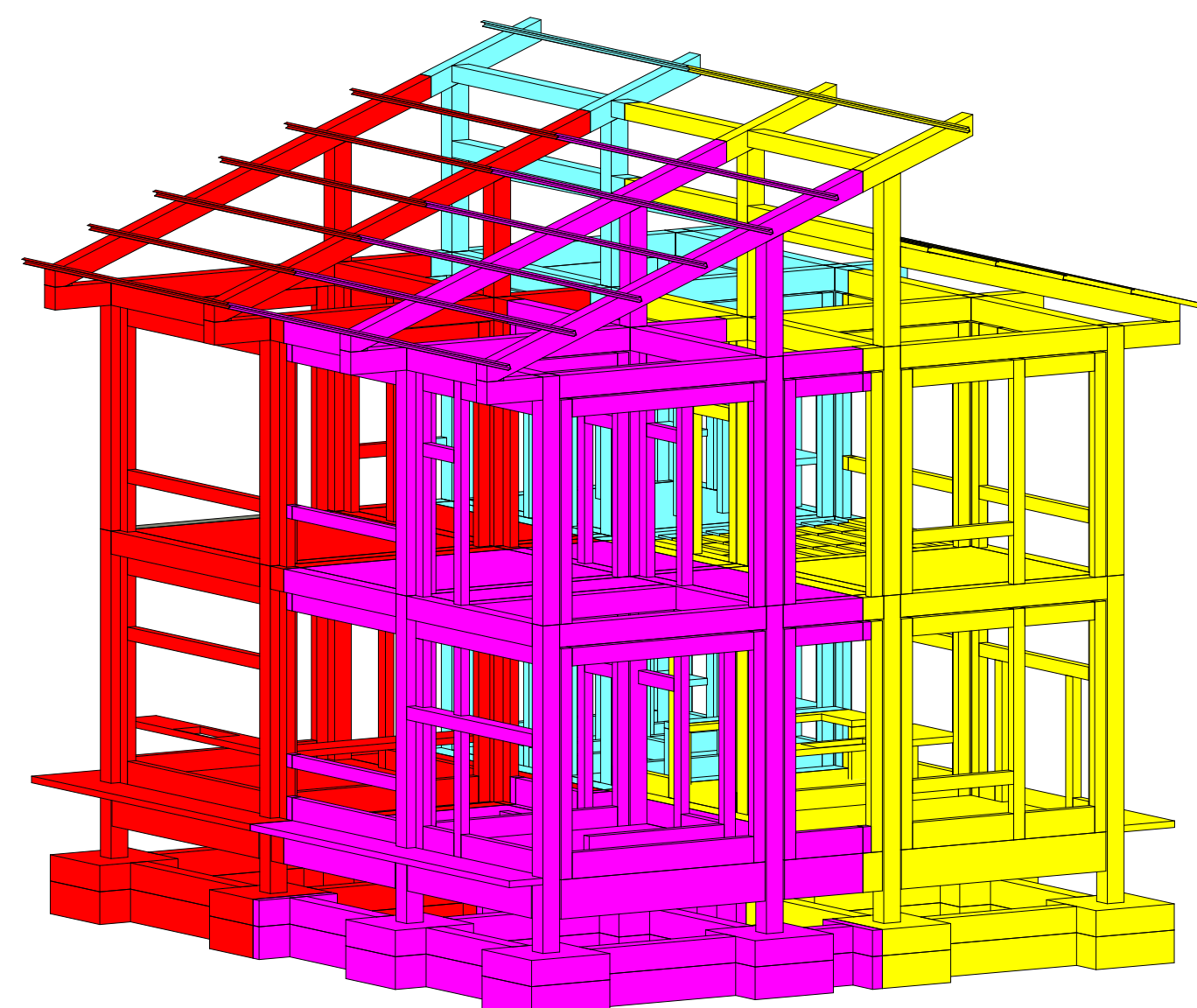
1: 8

No: 30

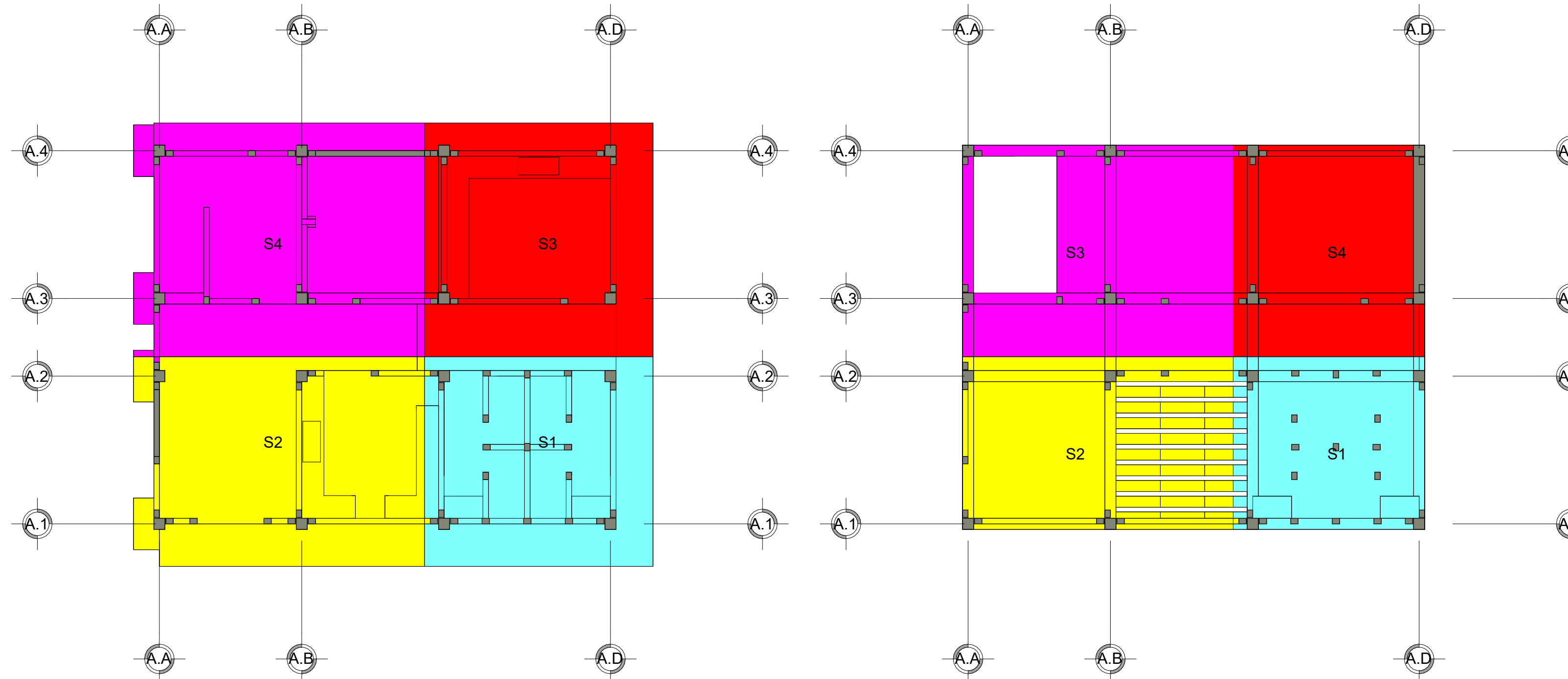
Total general: 30

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCOLLAY – TACNA 2023"

PROYECTO:	PLAN O:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	SEMANA 03 LPS		AGOSTO-2025	Autor
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
		DISTRITO:		15



SECTORIZACION 3D Copia 1



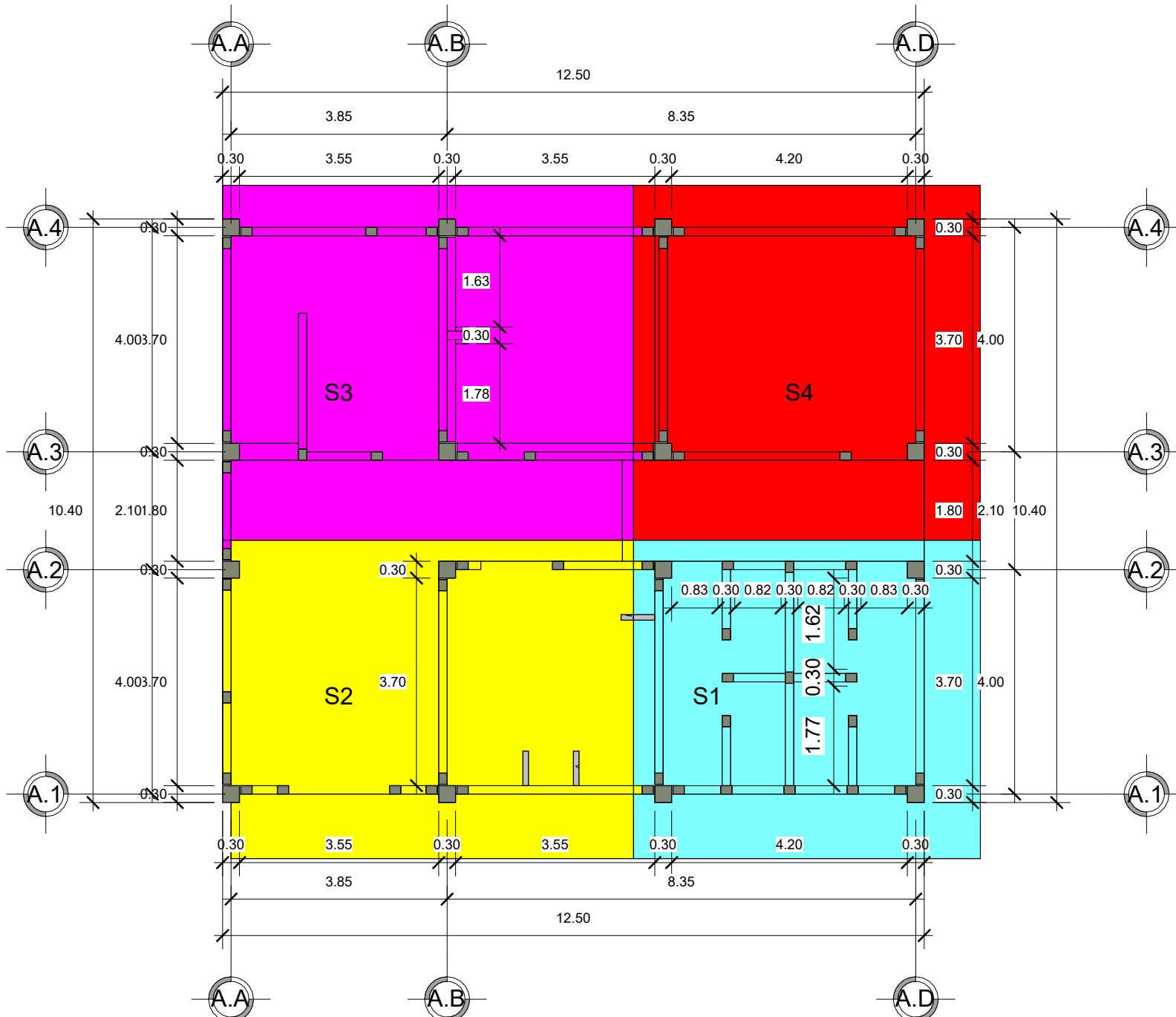
Nivel 1 - Analítico

1:100

Nivel 2 - Analítico

1:100

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
1	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.24	2.00
1	Cama_Arena_0.10m	1.01	3.00
1	Columna_0.30x0.30m	1.80	3.00
1	ENCIMERA DE 10cm	0.41	3.00
1	Piso_FalsoPiso_0.10m	2.45	3.00
1	Sobrecimiento_0.15x0.40m	0.78	3.00
1	Suelo Reforzado E_0.50m	5.83	3.00
1	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.23	3.00
1	Cama_Arena_0.10m	0.54	4.00
1	Columna_0.30x0.30m	1.80	4.00
1	Piso_FalsoPiso_0.10m	2.41	4.00
1	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1.18	4.00
1	Suelo Reforzado E_0.50m	6.88	4.00
1	Viga_0.30x0.20m	0.20	4.00
1	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.15	4.00
1: 121		51.00	
2			



PLANTA CIMIENTO CORRIDO Copia 1

1:100

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
0	Zapata_1.40x1.40x0.40m	3.13	3.00
0	Cemento para Escalera_0.30x0.75m	0.25	4.00
0	Cemento_Corrido_0.30x0.60m	4.17	4.00
0	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1.97	4.00
0	Zapata_1.40x1.40x0.40m	3.54	4.00
0: 89		35.78	
1	Cama_Arena_0.10m	1.15	1.00
1	Columna_0.30x0.30m	1.80	1.00
1	ENCIMERA DE 10cm	0.24	1.00
1	Muro_base_banca_0.10m	0.04	1.00
1	Piso_FalsoPiso_0.10m	1.98	1.00

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
1	Sobrecimiento_0.15x0.40m	1.22	1.00
1	Suelo Reforzado E_0.50m	5.16	1.00
1	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.44	1.00
1	Cama_Arena_0.10m	0.82	2.00
1	Columna_0.30x0.30m	1.80	2.00
1	ENCIMERA DE 10cm	0.35	2.00
1	Muro_base_banca_0.10m	0.15	2.00
1	Piso_FalsoPiso_0.10m	3.07	2.00
1	Sobrecimiento_0.15x0.40m	0.72	2.00
1	Suelo Reforzado E_0.50m	6.15	2.00

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
	Viga_0.30x0.35m	0.39	
	Cama_Arena_0.10m	1.19	1.00
	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	3.82	1.00
	Viga_0.30x0.35m	3.84	1.00
	Viga_Metalica_Correa_C_3"x2"x2.5mm	0.03	1.00
	Cama_Arena_0.10m	2.86	2.00
	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	2.43	2.00
	Viga_0.30x0.35m	4.74	2.00

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
	Viga_Metalica_Correa_C_3"x2"x2.5mm	0.04	2.00
	Cama_Arena_0.10m	2.39	3.00
	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	2.19	3.00
	Viga_0.30x0.35m	3.90	3.00
	Viga_Metalica_Correa_C_3"x2"x2.5mm	0.03	3.00
	Cama_Arena_0.10m	3.41	4.00
	Columna_Confinamiento_0.15x0.20m	2.69	4.00
	Viga_0.30x0.35m	5.57	4.00

Tabla de planificación de piezas			
NIVEL	Tipo original	Volumen	SECTOR
	Viga_Metalica_Correa_C_3"x2"x2.5mm	0.04	4.00
: 230		39.54	
0	Cama_Arena_0.10m	0.31	1.00
0	Cemento_Corrido_0.30x0.60m	5.36	1.00
0	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1.37	1.00
0	Zapata_1.40x1.40x0.40m	2.76	1.00
0	Cemento_Corrido_0.30x0.60m	3.31	2.00
0	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1.80	2.00
0	Zapata_1.40x1.40x0.40m	3.12	2.00
0	Cemento_Corrido_0.30x0.60m	3.16	3.00
0	Viga_Cimentacion_0.30x0.40m	1.54	3.00

2	Columna_0.30x0.30m	1.83	1.00
2	ENCIMERA DE 10cm	0.13	1.00
2	Ladrillo_Tecpor_1.20x0.30x0.20m	0.45	1.00
2	Losa_Aligerada_0.25m	0.18	1.00
2	Losa_Masiza_0.20m	3.11	1.00
2	Viga_0.30x0.25m	0.69	1.00
2	Viga_0.30x0.30m	1.30	1.00
2	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.43	1.00
2	Viga_Confinamiento_0.275x0.15m	1.51	1.00
2	Columna_0.30x0.30m	1.83	2.00
2	Ladrillo_Tecpor_1.20x0.30x0.20m	3.83	2.00
2	Losa_Aligerada_0.25m	1.72	2.00
2	Viga_0.30x0.25m	1.01	2.00
2	Viga_0.30x0.30m	1.30	2.00
2	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.27	2.00
2	Viga_Confinamiento_0.275x0.15m	1.27	2.00
2	Columna_0.30x0.30m	1.70	3.00
2	Ladrillo_Tecpor_1.20x0.30x0.20m	3.21	3.00
2	Losa_Aligerada_0.25m	2.66	3.00
2	Viga_0.30x0.30m	1.29	3.00
2	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.19	3.00
2	Viga_Confinamiento_0.275x0.15m	1.38	3.00
2	Columna_0.30x0.30m	1.70	4.00
2	Ladrillo_Tecpor_1.20x0.30x0.20m	3.39	4.00
2	Losa_Aligerada_0.25m	2.86	4.00
2	Viga_0.30x0.30m	1.29	4.00
2	Viga_Confinamiento_0.20x0.15m	0.18	4.00
2	Viga_Confinamiento_0.275x0.15m	1.68	4.00
2: 378		42.35	

"GESTIÓN UNIFICADA DE BIM Y LPS PARA LA OPTIMIZACIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN EN PROLONGACIÓN ZELA-POCOLLAY - TACNA 2023"

PROYECTO:	PLAN:	DEPARTAMENTO:	FECHA:	CÓDIGO:
	SECTORIZACION		AGOSTO-2025	Autur
		PROVINCIA:	ESCALA:	LÁMINA:
		DISTRITO:	1:100	14