

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“Optimización del Modelado BIM en Proyectos de Minería en el Perú mediante Dynamo para Revit”

Trabajo de suficiencia profesional para optar al título profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Carlos Martin Godoy Kaseng
Johnny Orlando Chipana Huaytalla

Asesor:

Mg. Lic. Henry Josue Villanueva Bazán
<https://orcid.org/0000-0001-8814-6079>

Lima - Perú

2025

Informe de Similitud



Página 2 de 74 - Descripción general de integridad

Identificador de la entrega: trn:oid::1:3408544738




7% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado

Fuentes principales

- 7%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 4%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dedicatoria

Al Señor por guiar mis pasos para alcanzar mis metas, a mi querida madre Rita, cuyo esfuerzo, valentía y amor inquebrantable son mi mayor inspiración; Te amo con todo mi corazón. A mis hermanos Mario y Paul, por sus palabras de ánimo y su incondicional apoyo en los momentos más difíciles, Dios los bendiga.

Carlos Godoy Kaseng

Este trabajo es dedicado a mis queridos padres, gracias por su amor incondicional, esfuerzo y sacrificio hicieron posible que hoy logre una de mis más grandes metas. Gracias por enseñarme que la perseverancia y la humildad son la base de todo triunfo. También al Señor, por darme fortaleza, sabiduría y salud necesaria para culminar con éxito este proyecto académico. Sin su guía, nada de esto hubiera sido posible.

Johnny Chipana Huaytalla

Agradecimiento

Agradezco primeramente a Dios, por la vida, por guiar mis pasos y darme la fortaleza en cada etapa de este camino, a mis hermanos por su compañía, apoyo y confianza en mí. A los profesores y alumnos que enriquecieron mi formación académica con su guía y compañerismo. A la Universidad, por haberme formado profesionalmente, y a WSP, institución que me abrió sus puertas y fue clave en mi desarrollo profesional.

Carlos Godoy Kaseng

En primer lugar, agradezco al Señor por la vida, por darme fortaleza y sabiduría para poder cumplir esta meta. A mi familia, por su cariño, paciencia y sacrificio, pilares fundamentales en mi desarrollo personal y profesional. A mis docentes y asesor, por su guía académica y profesional que me permitió consolidar los conocimientos adquiridos. A todos ellos, mi más profundo agradecimiento.

Johnny Chipana Huaytalla

Tabla de contenidos

Índice de tablas	6
Índice de Figuras	7
RESUMEN EJECUTIVO.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	18
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	44
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	52
REFERENCIAS	54
ANEXOS	57

Índice de tablas

Tabla 1 FODA – WSP	14
Tabla 2 FODA – Personal.....	16
Tabla 3 Organigrama de funciones	29
Tabla 4 Comparación de tiempos en el modelado de una Subestación Eléctrica...	50
Tabla 5 Comparación económica del modelado.....	51

Índice de Figuras

Figura 1 Empresa WSP presencia regional y global	11
Figura 2 Empresa WSP nuestros sectores a nivel local.....	11
Figura 3 Organigrama del Área de minería WSP Perú S.A.	12
Figura 4 Ciclo de vida BIM.....	21
Figura 5 Plan BIM Perú.....	24
Figura 6 Estación de Bombeo – Visualización del Modelo en Navisworks	31
Figura 7 Poza Colectora de Filtraciones – Visualización del Modelo en Navisworks	31
Figura 8 Estación de Ciclones – Visualización del Modelo en Navisworks.....	32
Figura 9 Estación de Bombeo – Visualización del Modelo en Navisworks	32
Figura 10 Cajón Distribuidor – Visualización del Modelo en Navisworks	33
Figura 11 Estación de Bombeo – Modelo elaborado en Revit.....	34
Figura 12 Poza Colectora de Filtraciones – Modelo elaborado en Revit.....	34
Figura 13 Subestación Eléctrica – Modelo elaborado en Revit	35
Figura 14 Estación de Ciclones – Modelo elaborado en Revit	35
Figura 15 <i>Generación de Script paramétrico para columnas y zapatas.....</i>	36
Figura 16 <i>Estación de Bombeo – Plano General de Cimentación.....</i>	38
Figura 17 <i>Poza Colectora de Filtraciones – Plano General de Cimentación</i>	39
Figura 18 <i>Estación de Bombeo – Plano General de Cimentación.....</i>	39
Figura 19 <i>Estación de Ciclones – Plano General de Cimentación.....</i>	40
Figura 20 <i>Subestación Eléctrica – Plano General de Cimentación.....</i>	40

Figura 21	<i>Cronograma de avance y entrega del proyecto</i>	41
Figura 22	<i>Listado de entregables de disciplina Civil Estructural</i>	41
Figura 23	<i>Procedimiento del desarrollo del entregable</i>	42
Figura 24	<i>Reporte de Observaciones</i>	43
Figura 25	<i>Reporte de Observaciones</i>	43
Figura 26	<i>Estación de Bombeo – Muros de Contención en Construcción</i>	44
Figura 27	<i>Estación de Bombeo – Vista de Planta Montaje de Equipos</i>	45
Figura 28	<i>Poza Colectora de Filtraciones – Vista de Poza en Construcción</i>	45
Figura 29	<i>Poza Colectora de Filtraciones – Vista de Poza en Operación</i>	46
Figura 30	<i>Estación de Ciclones – Vista del Proyecto en Construcción</i>	46
Figura 31	<i>Estación de Ciclones – Vista Área de la Planta</i>	47
Figura 32	<i>Estación de Bombeo – Vista de Planta</i>	47
Figura 33	<i>Estación de Bombeo – Vista de Proyecto en Operación</i>	48
Figura 34	<i>Subestación Eléctrica – Generación de Script para Sala Eléctrica</i>	48
Figura 35	<i>Subestación Eléctrica – Generación de Script para Sala Eléctrica</i>	49
Figura 36	<i>Subestación Eléctrica – Generación de Script para Zapatas y Columnas</i>	49
Figura 37	<i>Carlos Godoy Kaseng – Modelado Revit - Gabinete</i>	58
Figura 38	<i>Carlos Godoy Kaseng – Oficina WSP</i>	58
Figura 39	<i>Johnny Chipana Huaytalla– Levantamiento topográfico con dron</i>	59
Figura 40	<i>Johnny Chipana Huaytalla– Levantamiento topográfico con estación total</i>	59

RESUMEN EJECUTIVO

El desarrollo del presente informe de suficiencia profesional se llevó a cabo en el marco de proyectos de ingeniería minera en el Perú, en los cuales se identificó como problema principal la baja eficiencia en los procesos de modelado BIM debido a la alta demanda de tareas repetitivas y al riesgo de errores humanos en la generación de planos y entregables. Estas limitaciones afectaban los cronogramas y la coordinación entre las distintas disciplinas involucradas.

Para abordar esta problemática, se implementó la metodología BIM mediante el software Autodesk Revit, complementado con la herramienta Dynamo, un entorno de programación visual que permitió crear scripts personalizados para automatizar procesos como el modelado de elementos estructurales.

Los resultados obtenidos evidenciaron una reducción significativa en los tiempos de modelado, mayor precisión en la información generada y una mejora sustancial en la coordinación multidisciplinaria. Esto se tradujo en entregables más confiables y en un uso más eficiente de los recursos.

Entre las competencias profesionales aplicadas destacan la gestión de información, la innovación tecnológica, el trabajo colaborativo y la habilidad de resolver problemas mediante el uso de herramientas digitales avanzadas, contribuyendo así al fortalecimiento de la productividad y competitividad en proyectos de minería.

Palabras Clave: optimización, modelado BIM, proyectos de minería.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Mi experiencia profesional como Proyectista Senior Civil Estructural en la empresa WSP Perú S.A. dedicada a brindar servicios de ingeniería a nivel nacional y mundial, me ha permitido poder supervisar equipos de proyectistas y dibujantes, avances de los proyectos y el cumplimiento de los entregables de acuerdo al cronograma, así como coordinar diferentes proyectos relacionados a plantas de procesamiento de mineral, así como también en plantas de procesos y transporte de relaves, también mejorar los procesos en cuanto a modelado de elementos estructurales y acero, a la emisión de entregables de diferentes niveles de ingeniería sea conceptual, factibilidad, básica y detalle, revisión de maquetas, a la vez de trabajar en forma colaborativa y en coordinación con otras disciplinas como mecánica piping, electricidad e instrumentación con la metodología BIM.

WSP es una empresa global de servicios profesionales reconocida a nivel mundial con sede en Estados Unidos con más de 130 años, cuenta con más de 500 oficinas a lo largo de 50 países (Figura 1) incluyendo 15 oficinas dentro de la región de Latinoamérica, nuestros especialistas están bien posicionados para entregar proyectos exitosos y sostenibles, dondequiera que nuestros clientes requieran de nuestros servicios (Figura 2).

Contamos con un equipo integrado por especialistas altamente calificados de distintas disciplinas y áreas de conocimiento como ingeniería, arquitectura, ciencias ambientales, diseño y administración de proyectos. Damos soluciones integrales y sostenibles en diversos campos incluyendo edificaciones, energía, transporte, minería, arqueología, medio ambiente y manejo del agua.

Figura 1

Empresa WSP presencia regional y global

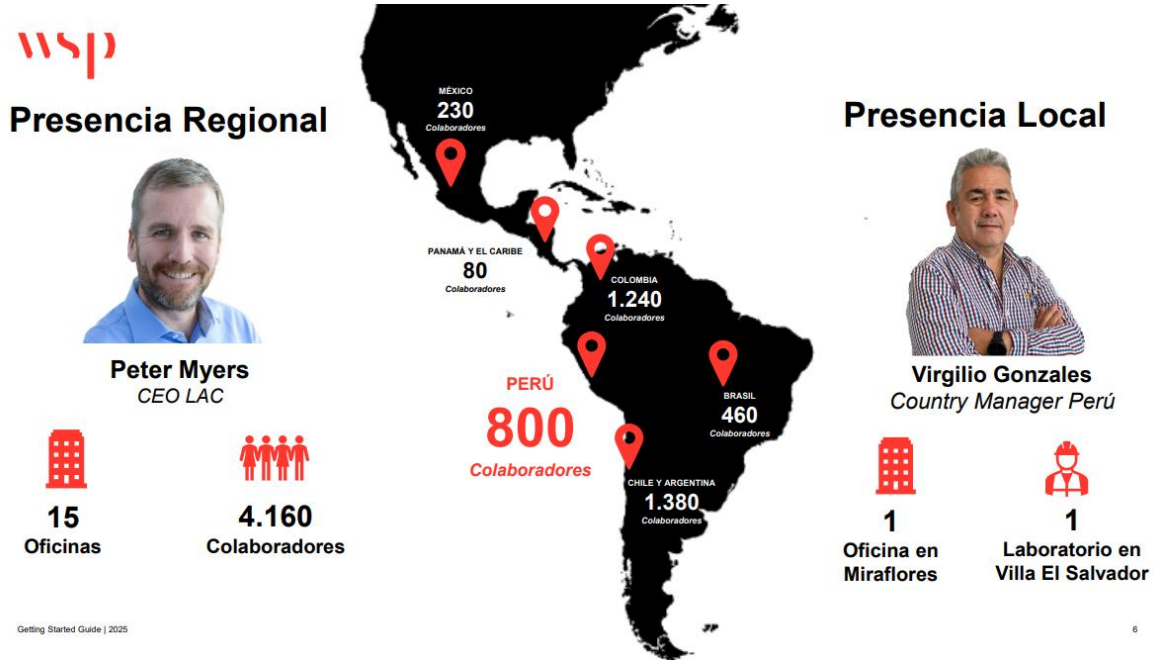
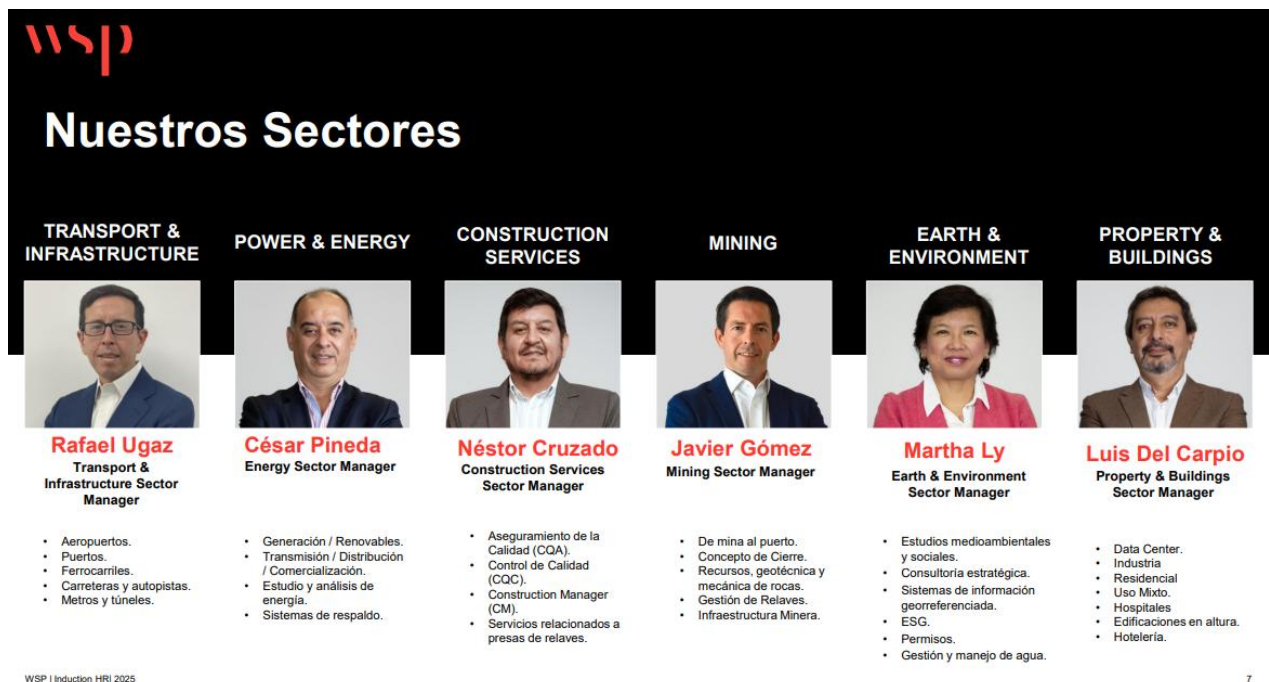


Figura 2

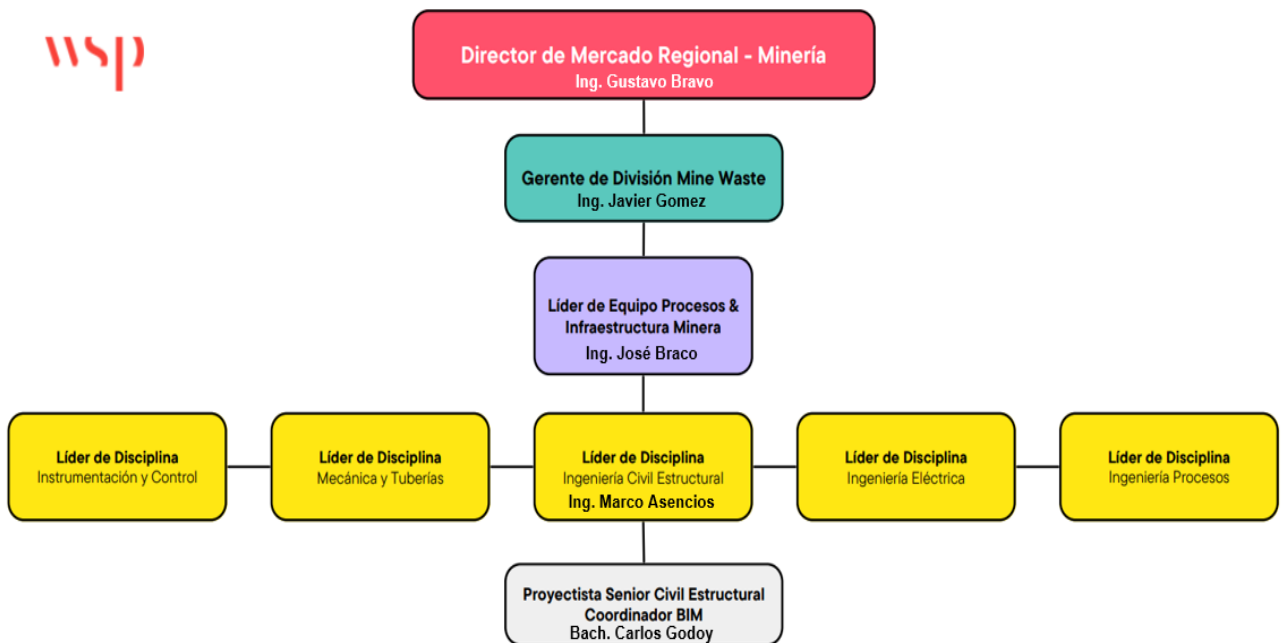
Empresa WSP nuestros sectores a nivel local



El área de minería de la oficina en Perú está conformada según el organigrama que se observa en la Figura 3, donde se destaca la labor del director del área de servicio como el gerente de la subárea y líderes de los equipos que la componen.

Figura 3

Organigrama del Área de minería WSP Perú S.A.



Visión

Convertirnos en una marca líder en el universo de los servicios profesionales.

Propósito

Existimos para dar forma a las comunidades y hacer avanzar a la humanidad.

Valores rectores de la Empresa

- Valoramos a nuestros colaboradores y cuidamos nuestra reputación

El esfuerzo constante para atraer, desarrollar y mantener a nuestros profesionales más competentes de todas las áreas de nuestros servicios pues reconocemos que

son la base de nuestro éxito, así también promovemos el crecimiento personal y profesional de nuestros colaboradores ofreciendo oportunidades de desarrollo que les permitan alcanzar su máximo potencial. Nos encaminamos con respeto e integridad cumpliendo nuestros compromisos y fomentamos un ambiente colaborativo e inclusivo.

- **Compromiso local con escala global**

Nos adaptamos a la cultura de nuestros clientes como a las particularidades de cada entorno local, donde ofrecemos servicios personalizados y al mismo tiempo aprovechamos nuestra presencia internacional para ejecutar proyectos de alta complejidad el cual nos permite aportar soluciones integrales y cumplir los objetivos de nuestros clientes.

- **Miramos hacia el futuro y promovemos la innovación**

Analizamos los desafíos desde diversas perspectivas y diseñamos soluciones que impulsan el progreso, además nuestra visión está orientada a crear un impacto positivo y sostenible en las comunidades del mañana.

- **Promovemos la colaboración en nuestras acciones**

Nuestro éxito internacional se fundamenta en una cultura de cooperación y trabajo en equipo donde fomentamos un ambiente donde el intercambio de ideas y conocimientos potencia el desempeño colectivo.

- **Nuestra cultura nos empodera y asumimos la responsabilidad**

Actuamos con responsabilidad y compromiso superando los estándares convencionales en cada proyecto, donde nuestro liderazgo proactivo nos permite responder con agilidad a las necesidades de los clientes.

Servicios

- Sectores a los que brindamos servicios son: Gerencia, Diseño, Supervisión y consultoría medio ambiental. Nuestro equipo interdisciplinario cuenta con el respaldo y excelencia global, gracias a ello podemos brindar a todos los clientes una dedicación local y de alcance internacional en las siguientes áreas: Minería, Energía, Industria, Edificación, Infraestructura y Transporte.

Tabla 1

FODA – WSP

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Equipo multidisciplinario (ingenieros, arquitectos, científicos, especialistas ambientales). • Reputación sólida, altos estándares éticos, integridad y diversidad. • Capacidad de adaptación local con respaldo internacional. • Enfoque en innovación, sostenibilidad y soluciones disruptivas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transición energética y desarrollo de energías renovables. • Expansión de la minería responsable y sostenible en Perú y la región. • Mayor relevancia de la consultoría ambiental y social en proyectos de gran escala. • Uso de tecnologías digitales (BIM, IA, gemelos digitales, automatización).
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia de la coyuntura global y financiamiento internacional. • Complejidad organizacional por la dispersión geográfica y cultural. • Necesidad de actualización constante en herramientas digitales. • Alta competitividad que exige diferenciación constante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Competencia intensa de firmas internacionales y locales. • Cambios regulatorios ambientales y de infraestructura que aumenten costos. • Riesgos de sostenibilidad financiera de megaproyectos frente a crisis globales. • Presión por plazos más cortos y menores costos que reducen rentabilidad.

En la Tabla 1 podemos observar que WSP es una firma que desarrolla proyectos nacionales como proyectos internacionales, sus reputación y calidad en los servicios ha hecho que se mantenga muchos años en el mercado de servicios de ingeniería, pero también enfrenta grandes desafíos para seguir posesionándose en el mercado ante la alta competencia a nivel de consultoría.

Fortalezas: Una de las fortalezas de WSP se encuentra en su equipo multidisciplinario de especialistas capaces de cubrir todo el ciclo que abarca un proyecto y atender a las necesidades de los clientes, su amplia experiencia en sectores estratégicos (minería, energía, infraestructura, transporte, edificaciones, medio ambiente e industria) esto le permite ofrecer servicios integrados. Además, su reputación ética e institucional y su presencia nacional como internacional facilitan el acceso a licitaciones.

Oportunidades: WSP se encuentra en un entorno favorable marcado por la transición energética global, que impulsa la demanda de proyectos renovables y la electrificación de sectores intensivos como la minería. Asimismo, el incremento de inversiones en minería responsable en el Perú y la región genera oportunidades en servicios de gestión ambiental, social, de relaves y cierre de minas. También, la incorporación de tecnologías digitales como BIM, inteligencia artificial y gemelos digitales refuerza la competitividad de WSP, optimizando costos y tiempos, y consolidándola como líder en innovación y sostenibilidad.

Debilidades: Entre las principales debilidades de WSP relacionadas con su dependencia de la coyuntura global, la cual afecta directamente sus ingresos al estar expuesta a fluctuaciones económicas internacionales y a la disponibilidad de financiamiento. A ello se suma la complejidad organizacional derivada de su dispersión geográfica y cultural, que incrementa los costos de coordinación y puede afectar la calidad del servicio. Asimismo, el mercado de consultoría e ingeniería presenta una alta competitividad, lo que obliga a la empresa a diferenciarse frente a competidores locales con costos más bajos y firmas globales con gran capacidad tecnológica. Finalmente, la necesidad de actualización constante en herramientas digitales supone una presión financiera y operativa, ya que exige inversiones continuas en innovación, software y capacitación. Para mitigar estas debilidades, WSP debe

diversificar su cartera hacia sectores más estables, estandarizar procesos y sostener un plan estructurado de innovación y adopción tecnológica.

Amenaza: WSP enfrenta una competencia intensa tanto de firmas nacionales como internacionales, que aprovechan su economía y experiencia global como también el bajo costo en sus servicios. Asimismo, los cambios en la regulación ambiental y de infraestructura imponen mayores requisitos, costos y plazos de aprobación, generando incertidumbre en la planificación de proyectos. Finalmente, la creciente presión de clientes por plazos más cortos y menores costos impacta los márgenes y puede comprometer la calidad del servicio si no se gestiona adecuadamente.

Tabla 2

FODA – Personal

Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Experiencia profesional con conocimiento integral en todas las etapas del proyecto. • Dominio de tecnologías BIM y modelado 3D permitiendo un modelado eficiente y multidisciplinario. • Capacidad para integrar equipos y gestionar entregables cumpliendo estándares y requerimientos del cliente. • Implementación de Scripts en Dynamo para optimización de procesos en el modelado. 	<ul style="list-style-type: none"> • Posibilidad de consolidarse como referente en modelado BIM aplicado a ingeniería minera aumentando la visibilidad profesional. • Avance tecnológico continuo adoptando nuevas tecnologías y automatización para fortalecer la gestión de proyectos. • Asumir nuevos roles y liderar equipos multidisciplinarios en coordinación BIM. • Certificación internacional BIM, Lean Construction o metodologías de automatización.
Debilidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> • Dependencia en el dominio de softwares de Autodesk y no diversificar hacia otras plataformas. • La responsabilidad de mantener la coherencia de múltiples disciplinas puede limitar el tiempo para el desarrollo personal. • Falta de capacitación en gestión financiera o estratégica de proyectos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización continua de nuevos softwares ante la evolución rápida de tecnologías BIM y digitalización. • Otros coordinadores BIM con experiencia en automatización, diseño paramétrico o gestión de proyectos podría competir por roles de mayor responsabilidad. • Mayor demanda de entregas rápidas y precisión en proyectos de minería puede ocasionar sobrecarga sino se gestiona adecuadamente.

En la Tabla 2 nos muestra un análisis integral del perfil profesional del ingeniero civil en el área de diseño y modelado de estructuras en el sector minero, el cual permite identificar las ventajas, áreas de mejora y factores externos que pueden influir en el desarrollo profesional.

Como **fortaleza** principal es el tiempo de experiencia progresiva en el rubro de minería en la empresa WSP, los cuales han ido acompañados de capacitación en el dominio de herramientas BIM, en la capacidad de coordinar los proyectos multidisciplinarios, así como también en la gestión de entregables y optimización de procesos, agregando un valor profesional la capacidad de liderar proyectos complejos de minería.

Dentro de las **oportunidades** podemos identificar posibles áreas de crecimiento y desarrollo futuro como especialización en proyectos mineros, adopción de nuevas tecnologías, roles de liderazgo y certificación o estudios complementarios. El Análisis también refleja **debilidades** propias del campo dentro del desarrollo de la ingeniería civil como la dependencia de herramientas digitales y no diversificar hacia otras plataformas de automatización, la carga dentro de la coordinación y menor exposición a gestión estratégica puede afectar al desarrollo personal y afectar al desempeño.

Finalmente podemos identificar algunas **amenazas** que pueden afectar la estabilidad laboral o la capacidad de mantener un desempeño competitivo en el sector, una de las principales amenazas que puede influir en el desarrollo profesional es la evolución rápida de nuevas tecnologías, que exige continuamente la actualización en BIM, gemelos digitales e inteligencia artificial, la competencia profesional donde otros coordinadores BIM y especialistas con habilidades similares pueden disputar roles mayor responsabilidad.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

En la actualidad las tecnologías cumplen un papel importante en el desarrollo económico de los proyectos, los cuales hacen que los proyectos sean más eficientes y poder estar un paso delante de la competencia en el sector de desarrollo de proyectos mineros. A continuación, se describe las bases teóricas que sustentan este trabajo de suficiencia profesional.

Software Autodesk Revit como herramienta BIM

Autodesk Revit se ha convertido en una potente herramienta dentro de la metodología BIM en cuanto al manejo de datos, nos permite realizar visualizaciones gráficas y optimización en el modelado en los desarrollos de los proyectos de ingeniería. Revit, también permite generar modelos digitales tridimensionales de elementos estructurales a la vez generar planos como entregables.

Autodesk REVIT es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. BIM es un paradigma del dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en inteligentes y en tercera dimensión (Donoso & Vélez, 2022, p. 39).

“Este software consiste en componer un modelo virtual del proyecto, dotado con toda la información de forma parametrizada adquirida durante el diseño, la cual irá aumentando el nivel de definición a medida que se trabaja en el modelo” (Mont, 2023, p. 25).

Autodesk Revit

Dentro de la metodología BIM el software más utilizado es el Autodesk Revit el cual se utiliza para el diseño y modelación de información de construcción, su propósito principal es el modelado paramétrico, lo que significa que posibilita la creación de componentes

inteligentes de manera automática y realizar una modificaciones y cambios de manera automática; En el sector minero su uso se da en el modelado de campamentos, plantas de procesamiento de mineral, estructuras para transporte de relaves, infraestructura vial y otras instalaciones industriales relacionados a la operación minera.

Revit permite a los ingenieros estructurales crear sus modelos y documentación en un entorno BIM avanzado. Los ingenieros pueden utilizar Revit para producir modelos precisos para el propósito del diseño, lo que proporciona a otros ingenieros y expertos en detallado la información que necesitan para desarrollar modelos con un nivel de fidelidad superior para fines de fabricación e instalación (Autodesk, 2020).

Características y Principales funciones del Revit

Dentro de las características y principales funciones de Autodesk Revit es trabajar el modelo digital tridimensional con múltiples usuarios de manera colaborativa en un mismo archivo, donde se obtiene de manera instantánea los cambios, modificaciones y actualizaciones del proyecto, de esta manera reduciendo los errores en la coordinación y las interferencias durante el desarrollo del modelo, al mismo tiempo poder tener actualizadas las vistas de los planos a tiempo real.

“Componentes paramétricos, interoperabilidad, un ecosistema combinado y herramientas y soluciones para desarrolladores, documentación, trabajo compartido, anotación y detallado, conjuntos de herramientas multidisciplinarias, revisiones, tablas de planificación, configuración de la visibilidad y modificaciones, procesos por fases” (Autodesk, 2025).

Modelado y Ventajas del Revit

- Nos da la capacidad de realizar un modelo 3D y nos comprender la volumetría a construir.
- Revit también permite consolidar la información en un repositorio único, evitándola dispersión de datos en herramientas independientes como en el software Cad y Excel.
- Revit también nos permite detectar colisiones existentes, reflejando reducción en tiempos de ejecución y costos asociados al proyecto.
- El uso del BIM nos habilita el trabajo de forma colaborativa en una red compartida, el cual nos permite tener un mayor número de participantes del equipo del proyecto actualizando la información en todos sus componentes.

La integración del Revit con otras herramientas y softwares BIM

La integración del Revit con otras herramientas y softwares BIM permiten mejorar la colaboración, precisión y eficiencia en los proyectos de ingeniería, revit se complementa con otras plataformas que enriquecen la información cubriendo así diferentes aspectos del ciclo de vida del proyecto abarcando desde la etapa de diseño hasta las actividades de operación y mantenimiento.

“El Modelado de Información de Construcción (BIM) es la tecnología moderna de transformación digital en arquitectura e ingeniería. Esta tecnología incluye software y procedimientos multidisciplinarios de procesamiento de datos para el diseño, la documentación y el modelo” (Satyanaga et al., 2023, p. 2).

(BIM) Building Information Modeling

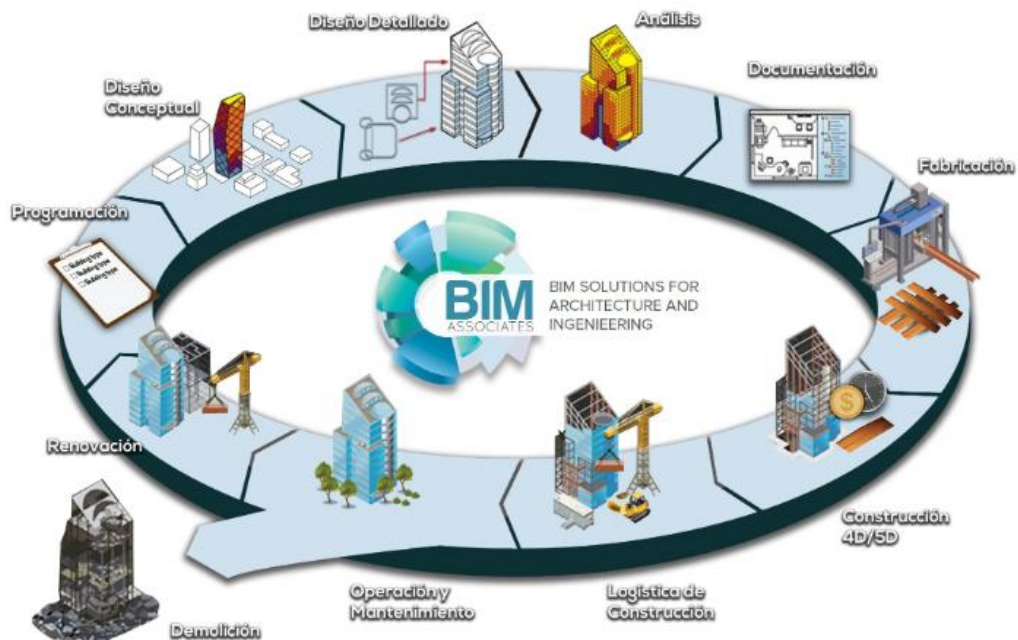
La metodología de trabajo colaborativo (BIM) nos permite gestionar digitalmente los modelos tridimensionales que contienen información detallada de cada elemento que no solo

se utiliza para diseñar, sino que nos permite planificar un proyecto, gestionar costos y tiempos, las operaciones y el mantenimiento de la infraestructura.

BIM es un creador y administrador de datos para diseñar y construir grandes obras de edificación, considerando la geometría del proyecto y datos adicionales. Todo ello utilizando de manera tridimensional y en tiempo real, lo que favorece el diseño y la construcción. Sin embargo, BIM es mucho más que una tecnología 3D, ya que además de tener muchas ventajas respecto de trabajar con 2D, lo más importante es la información vinculada a cada objeto 3D que coloca en el proyecto. Este nuevo modelo permite calcular u calcular costos, reduciendo tiempo de producción de un proyecto, ya que permite una toma de decisiones más rápidas y con mejor coordinación (Suárez et al., 2019, p. 154).

Figura 4

Ciclo de vida BIM



Nota. Comprensión de Building Information Modeling (BIM). Tomado de Infraestructura Crasa, 2020 (<https://www.crasainfra.com/post/entendiendo-a-modelagem-de-informação-da-construção-bim>)

Niveles de madurez BIM para el desarrollo de diferentes ingenierías

Un nivel de desarrollo o nivel de detalle (LOD) es el grado de integración y digitalización de un proyecto de ingeniería el cual indica el nivel de detalle o precisión de la información que contiene un modelo tridimensional, estos niveles de madurez definen la calidad y eficiencia en los proyectos de ingeniería desarrollados con la metodología BIM.

Entre los niveles de madurez o nivel detalle tenemos:

- LOD 100 – Diseño Conceptual

Se utiliza en el desarrollo de planos en 2D donde no se incluye trabajo colaborativo.

- LOD 200 – Diseño esquemático

Se desarrolla elementos generales sin detalles ni dimensiones precisas el cual se utiliza para estudios de viabilidad y análisis preliminares.

- LOD 300 – Diseño Detallado

Se definen las características del elemento, incluyendo dimensiones, ubicación, formas y conexión con otros elementos en cual se usa para diseño detallado y coordinación colaborativa e interdisciplinaria.

- LOD 350 – Documentación

En este nivel se incluye cuantificación detalles de fabricación, materiales, se utiliza para coordinación entre disciplinas.

- LOD 400 – Fabricación

Se muestra un nivel detallado de los elementos para la fabricación y construcción, también los procesos constructivos el cual facilita una mejor coordinación y dar solución a errores potenciales in situ.

- LOD 500 – As Built

Es el modelo donde referencia todo lo construido el cual se utiliza para mantenimiento, cambios y futuras ampliaciones en un proyecto.

Implementación de BIM en el sector minero

La minería clave para el avance económico global, ha experimentado importantes cambios con la incorporación de tecnologías innovadoras como el Building Information Modeling (BIM), esta herramienta basada en modelos 3D inteligentes facilitado la integración de información multidisciplinaria a lo largo de todas las fases de un proyecto minero, mejorando la eficiencia, precisión y sostenibilidad. Aunque su origen está en la arquitectura, el BIM se ha adaptado con éxito al sector minero, con algunos desafíos como los costos iniciales y la capacitación, su adopción crece con la evolución tecnológica. El futuro del BIM en minería es prometedor, integrando nuevas tecnologías como la inteligencia artificial para optimizar la gestión de los proyectos, contribuyendo a una industria minera más moderna y sostenible.

Por la cual, muchos expertos coinciden en que hoy por hoy la implementación de BIM ha pasado de una opción a ser una necesidad y por supuesto para Perú esto no es diferente, por lo que, muchas empresas de a poco ya han comprendido su importancia y lo han ido aplicando a sus proyectos. Sin embargo, aún existen muchas dudas e información dispersa al respecto, por ello es importante el desarrollo de estudios como éste, que recopilen los conceptos, herramientas, actores y procesos necesarios para llevar a cabo de manera exitosa la implementación de metodologías BIM en la etapa de construcción de proyectos de minería en el Perú (Arrazabal, 2022, p. 14).

Normativas y estándares BIM aplicables en proyectos en Perú

En el Perú la implementación de Building Information Modeling (BIM) para proyectos de inversión pública es regulada por el Plan BIM Perú cuya base está en la norma internacional ISO 19650 y adapta sus lineamientos al contexto nacional, el cual también está siendo adoptado de manera progresiva por el sector privado incluido el sector minero. Este plan dirigido por el (MEF) Ministerio de Economía y Finanzas busca mejorar la gestión de la información en la construcción fomentando la colaboración y eficiencia de los proyectos.

La aplicación de BIM en el sector público se desarrolla en la Guía Nacional BIM la cual es una adecuación de la norma internacional ISO 19650 (norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el modelado de información para la edificación – BIM) y otros estándares internacionales, basados en el contexto de las inversiones en el Perú (MEF, 2025).

Figura 5

Plan BIM Perú



Nota. De Plan de Implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú al 2030.

Por Suma, 2020 (<https://www.suma.pe/2020/10/12/plan-bim-peru-al-2030/>)

Dynamo para Revit

Dynamo es un entorno flexible, diseñado para integrarse en una amplia gama de programas, se creó originalmente para su uso con Revit. Un programa visual crea opciones robustas para un Modelo de Información de Construcción (BIM). Dynamo ofrece un conjunto completo de nodos diseñados específicamente para Revit, así como bibliotecas de terceros de una comunidad AEC muy activa (Dynamo Primer, s.f. p. 214).

Dynamo

Esta herramienta de programación visual desarrollada por Autodesk cuyo funcionamiento se da con el complemento de software BIM principalmente del Revit, su interfaz gráfica basada en nodos permite automatizar tareas, crear geometrías completas, manipular datos y personalizar flujos de trabajo dentro de los modelos de construcción. Dynamo facilita el diseño paramétrico, la generación rápida de familias 3D y la interacción directa de elementos y parámetros de los modelos BIM, además de Revit también puede integrarse con otros programas como Navisworks.

Elementos del Dynamo

En Dynamo los elementos fundamentales son los nodos y los alambres

Nodos

Los nodos actúan como funciones que ejecutan acciones específicas, como las de ingresar datos, realizar cálculos o mostrar resultado, también pueden representar operaciones simples como almacenar un valor o complejas como generar geometría.

Alambres

Son las conexiones entre nodos que permiten el flujo de información, determinando la secuencia de ejecución del programa, se conectan de izquierda a derecha entre los puertos de salida y entrada, funcionando como canales que transfieren datos entre nodos.

Script de Dynamo para modelado

Es un conjunto de instrucciones visuales usando nodos y alambres que nos permiten automatizar tareas o generar geometría en el software de Autodesk Revit, se desarrolla como una programación visual donde cada nodo ejecuta una función específica, facilitando tareas repetitivas y procesos complejos, su utilización se da en elementos estructurales paramétricas como también en elementos de arquitectura.

Optimización del tiempo de modelado en Revit para minería.

Para reducir los tiempos en los modelos y ser más eficientes se necesita trabajar un proyecto de manera más organizada que nos permitan completar tareas de diseño con eficiencia y colaborar mejor con el equipo, cuando se optimiza el flujo de trabajo se logran modelos de mejor calidad con menos errores y la entrega del proyecto en los plazos establecidos. Para lograr optimizar flujos de trabajo existen herramientas que ayudan automatizar tareas repetitivas que evitan realizar retrabajos y mantener modelos ordenados, tenemos el Dynamo que nos ayuda a automatizar tareas repetitivas y mejorar la eficiencia en los modelos BIM.

La industria de la construcción ha experimentado una revolución significativa en la última década, situación que no es ajena a los proyectos de infraestructura para el sector minero, es por ello que, en lugar de depender exclusivamente de modelos convencionales, es necesaria la adopción de métodos modernos que integran, entre otros: inteligencia artificial, plataformas de trabajo colaborativo y principios de Lean Construction, los cuales han demostrado ser esenciales para mejorar la eficiencia, reducir costos y optimizar la gestión de los proyectos (Echavarría, 2024, p. 70).

La importancia del Uso del Dynamo en Proyectos Mineros en Perú

Esta implementación del Building Information Modeling (BIM) en Perú para proyectos mineros está siendo adoptado de manera progresiva ya que se busca mejorar procesos de modelado BIM buscando la eficiencia y precisión, con el uso del Dynamo es posible crear modelos más completos y detallados especialmente en proyectos de grandes escalas como plantas de procesamiento de mineral, sistema de bombeo de mineral, transporte de relaves entre otros. Además, el uso de Dynamo fomenta la estandarización de procesos en las empresas mineras, favoreciendo un mejor control de la información y una mayor trazabilidad en las fases de diseño, construcción y mantenimiento. Todo ello se traduce en proyectos más sostenibles, eficientes y alineados con los estándares internacionales que exigen los grandes proyectos mineros en el Perú.

Ahorro de tiempo y costo mediante Dynamo en minería

Dynamo es una herramienta muy útil en los proyectos de minería porque reduce el tiempo y costos de un proyecto al automatizar tareas repetitivas en el diseño y modelado, Dynamo funciona dentro del entorno BIM como Revit y permite crear pequeños programas visuales (scripts) que realizan automáticamente trabajos que normalmente se harían de forma manual.

El desarrollo de Scripts en Dynamo para el modelado del encofrado de elementos estructurales en Revit, permitió obtener en promedio un porcentaje de reducción de tiempos del 97.55% para encofrados de columnas, 85.81% para el encofrado de losas, 96.64% para el encofrado de vigas, 74.60% para el encofrado de vigas de conexión y 89.19% para el encofrado de zapatas, además de aumentar en promedio el rendimiento en un 4184.43% para encofrados de columnas, 607.02% para el encofrado de losas, 2858.57% para el encofrado de vigas, 301.73% para el encofrado de vigas de conexión y 630.07% para el encofrado

de zapatas; por lo cual se afirma que el uso de estos Scripts, lograron automatizar los procesos de modelado de encofrados en los elementos estructurales del proyecto (Romero, 2025).

Limitaciones

Las limitaciones para la implementación BIM en el grupo de trabajo de Civil Estructural fue la resistencia al cambio del uso de nuevas tecnologías y nuevos programas para modelado, cambiar el trabajo de 2D a 3D conlleva tener profesionales capacitados y actualizados. También mejorar el uso operativo de las computadoras y la actualización softwares que nos permitan hacer el trabajo colaborativo y la planificación en nuevos flujos de trabajo orientados a la implementación de la metodología BIM.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Mi trayectoria profesional en el rubro de minería en WSP se realiza desde el mes de diciembre del año 2008 como Proyectista Civil Estructural, donde inicialmente mi función era generar documentos y planos en los diferentes niveles de ingeniería siempre en coordinación con un Ingeniero Civil Senior responsable del proyecto y de la ingeniería a desarrollar. Luego con el avance de nuevas tecnologías mis responsabilidades y funciones fueron avanzando como Modelador y Coordinador BIM, encargándome de gestionar los modelos de información de construcción asegurando la integridad y precisión de los datos en todas las etapas del proyecto, así como también la coordinación multidisciplinaria.

Tabla 3

Organigrama de funciones

Rol	Funciones
Ingeniero Líder de Disciplina	<ul style="list-style-type: none"> - Coordinar con otras disciplinas de ingeniería. - Asignar recursos y responsabilidades del equipo. - Verificar el cumplimiento de normas técnicas. - Liderar reuniones de coordinación multidisciplinaria.
Ingeniero Civil Estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar y validar cálculos estructurales. - Realizar memorias de cálculo, descriptiva, informe final, metrados. - Resolver problemas técnicos complejos.
Proyectista Civil Estructural	<ul style="list-style-type: none"> - Elaborar planos civiles estructurales, movimiento de tierras y metrados. - Elaborar el modelo 3D de estructuras, generar vistas para los planos. - Revisar interferencias con otras disciplinas. - Coordinar con otras disciplinas para asegurar la compatibilidad.
Dibujante	<ul style="list-style-type: none"> - Ejecutar planos según indicación de proyectista o ingeniero. - Mantener actualizados los planos en cada revisión. - Mantener organizados los archivos.

Las personas con las que se ha desarrollado múltiples proyectos de ingeniería en todos estos años y han sido clave para mi desarrollo profesional son:

- Líder de Disciplina Civil Estructural Senior: Ing. Rafael Zuñiga Rodriguez
- Project Manager, Ingeniero Civil Senior: Ing. Carlos Valdivia Barturen
- Líder de Disciplina Civil Estructural Senior: Ing. Marco Polo Ascencios
- Líder del área de Procesos & Infraestructura Minera: Ing. Jose Luis Braco

A continuación, se describe las principales funciones y responsabilidades desempeñadas como Proyectista Estructural y Coordinador BIM:

Coordinación BIM multidisciplinaria

Para el desarrollo de los proyectos en ingeniería la coordinación BIM multidisciplinaria ha sido elemento fundamental en la integración de las diversas especialidades civil estructural, mecánica y tuberías, eléctrica e instrumentación, el cual ha ayudado a tener un modelo digital colaborativo que nos ha permitido tener una mayor comunicación entre los equipos y poder tomar de manera anticipada decisiones que nos permita evitar conflictos que se pueden originar al ejecutar el proyecto en campo y generar sobrecostos y que encarecer el proyecto.

Estas coordinaciones multidisciplinarias se realizan utilizando software Navisworks de autodesk, donde a través de una maqueta tridimensional podemos revisar el avance del proyecto, así como las interferencias que pueden aparecer en el desarrollo de este, también nos permite hacer alguna mejora o realizar algunos cambios a tiempo.

Figura 6

Estación de Bombeo – Visualización del Modelo en Navisworks

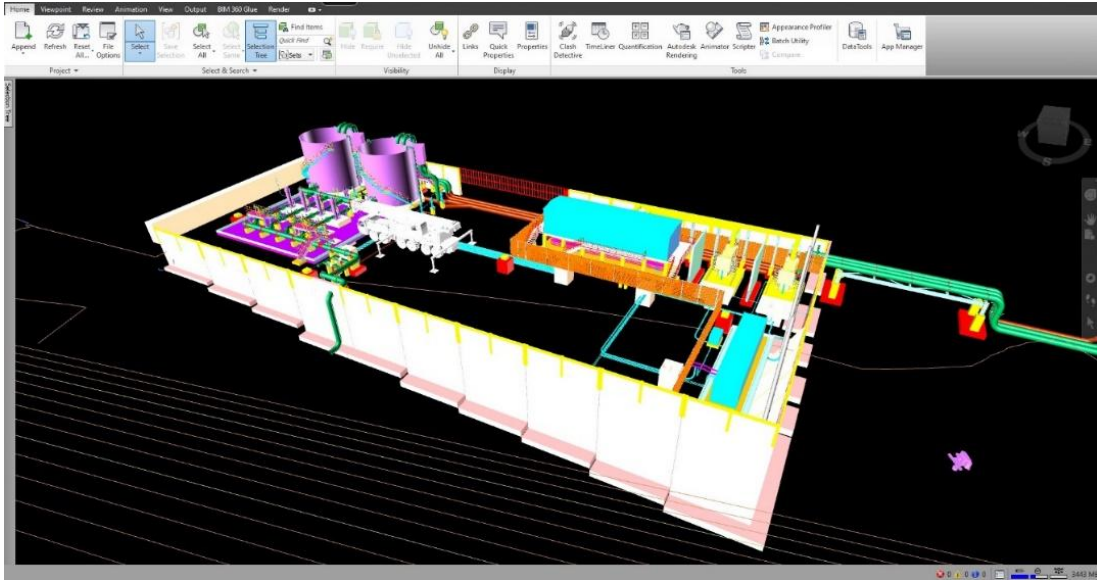


Figura 7

Poza Colectora de Filtraciones – Visualización del Modelo en Navisworks

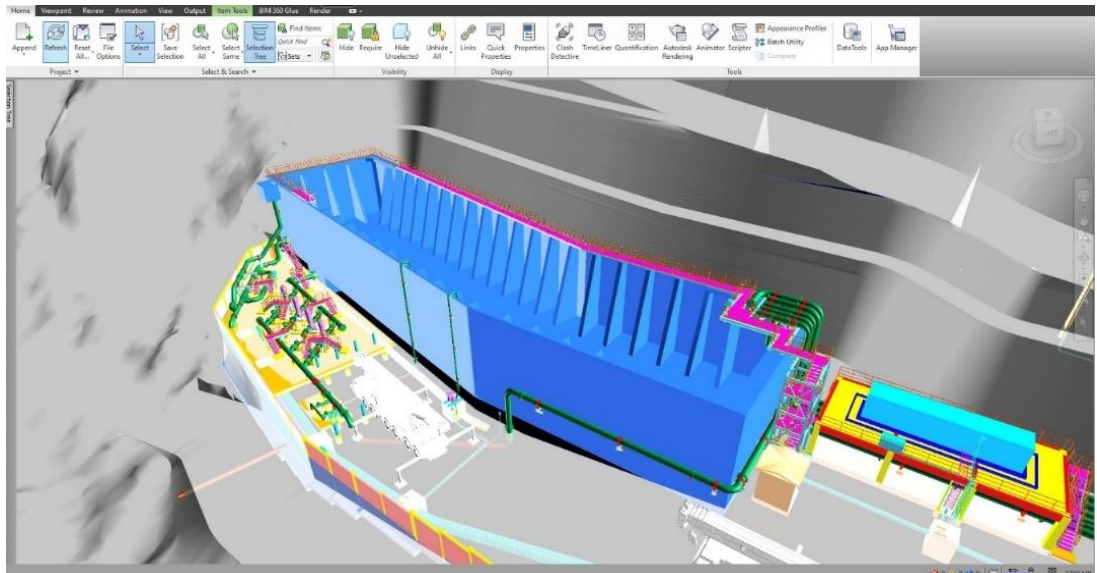


Figura 8

Estación de Ciclones – Visualización del Modelo en Navisworks

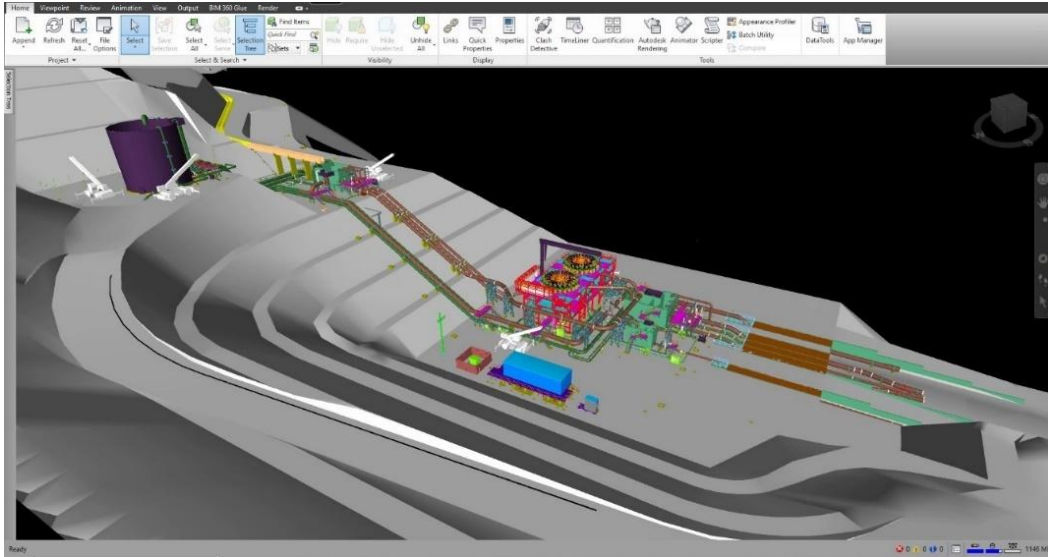


Figura 9

Estación de Bombeo – Visualización del Modelo en Navisworks

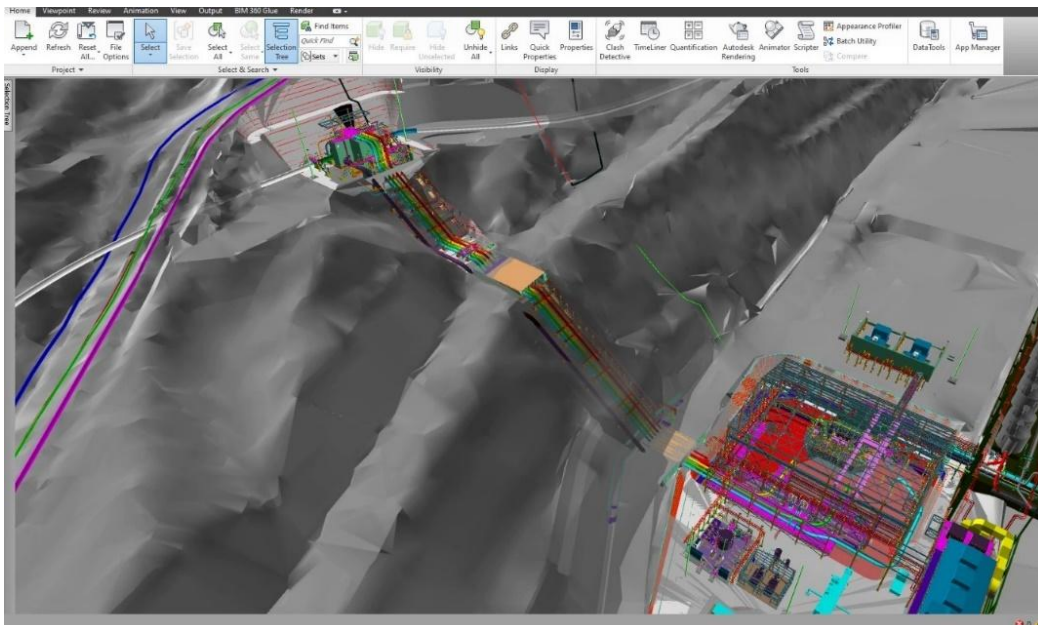
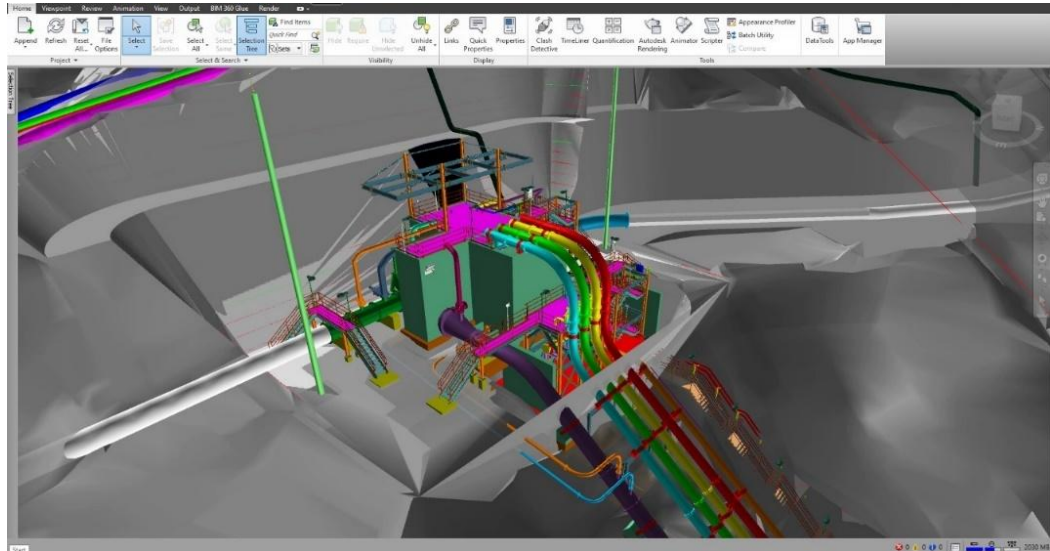


Figura 10

Cajón Distribuidor – Visualización del Modelo en Navisworks



Modelado 3D en Revit

Las nuevas tecnologías nos han permitido pasar del 2D al 3D el cual nos ha permitido realizar modelos geométricos con información en Revit el cual ha sido fundamental en el desarrollo de proyectos de minería, también nos ha permitido ajustar dimensiones, ubicación de los elementos estructurales, actualizaciones de manera eficiente y cambios de forma automática que se puedan dar en el proceso del desarrollo del proyecto.

Revit se integra con otros softwares de autodesk como el Navisworks (para detectar interferencias), Autocad Civil 3D (topografía y movimiento de tierras), Advance Steel (perfiles acero estructural), también con el Dynamo (para la automatización y programación visual), esto nos ha permitido desarrollar un flujo de trabajo eficiente.

Los proyectos modelados en las siguientes figuras son a nivel de ingeniería de detalle, en minería se modelan bases de concreto para equipos mecánicos como bases de bombas y tanques, soportes de tuberías así también como también para equipos eléctricos como bases de transformador, cimentación y pedestales para salas eléctricas móviles, muros

de contención, muros cortafuegos, manholes, cimentación de escaleras, anillos de cimentación para tanques, cimentación para edificios industriales, zapatas, columnas, pedestales, muros de contención, etc.

Figura 11

Estación de Bombeo – Modelo elaborado en Revit

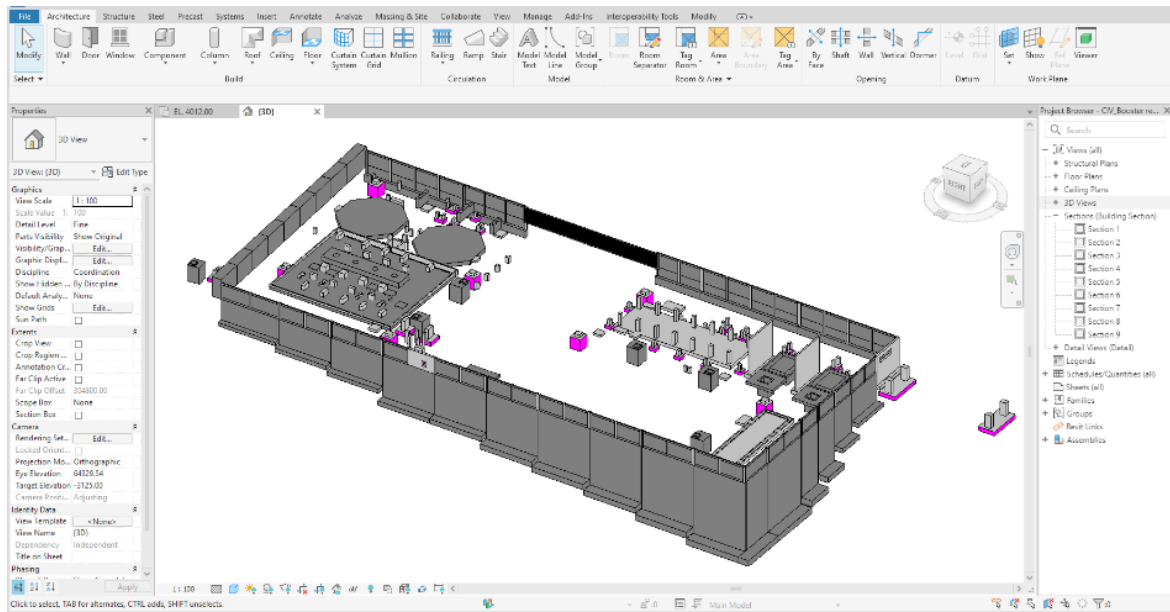


Figura 12

Poza Colectora de Filtraciones – Modelo elaborado en Revit

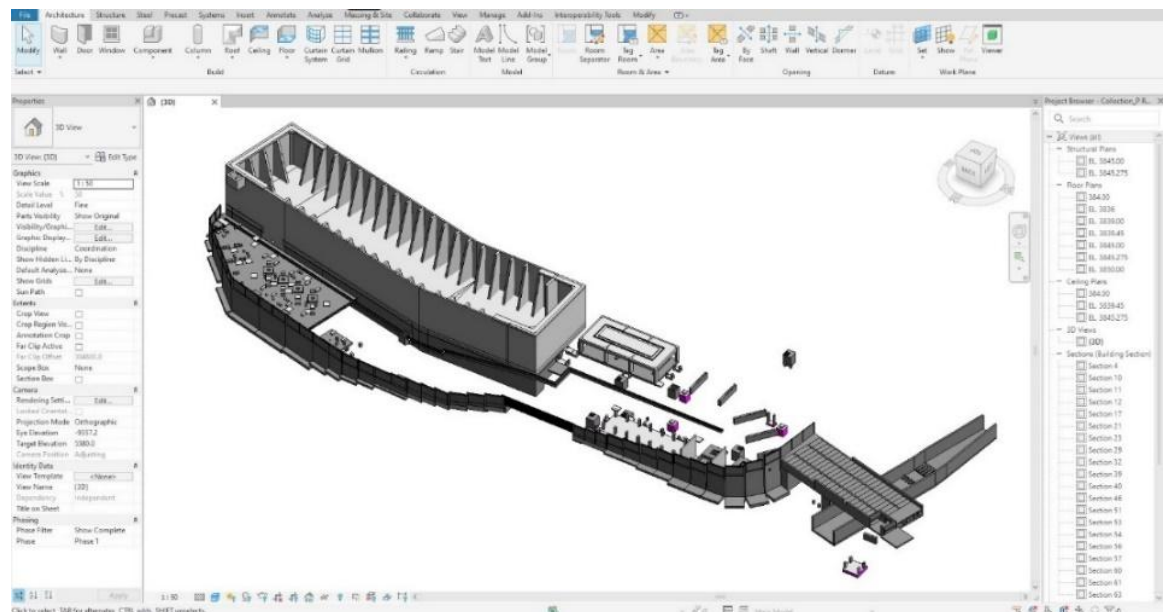


Figura 13

Subestación Eléctrica – Modelo elaborado en Revit

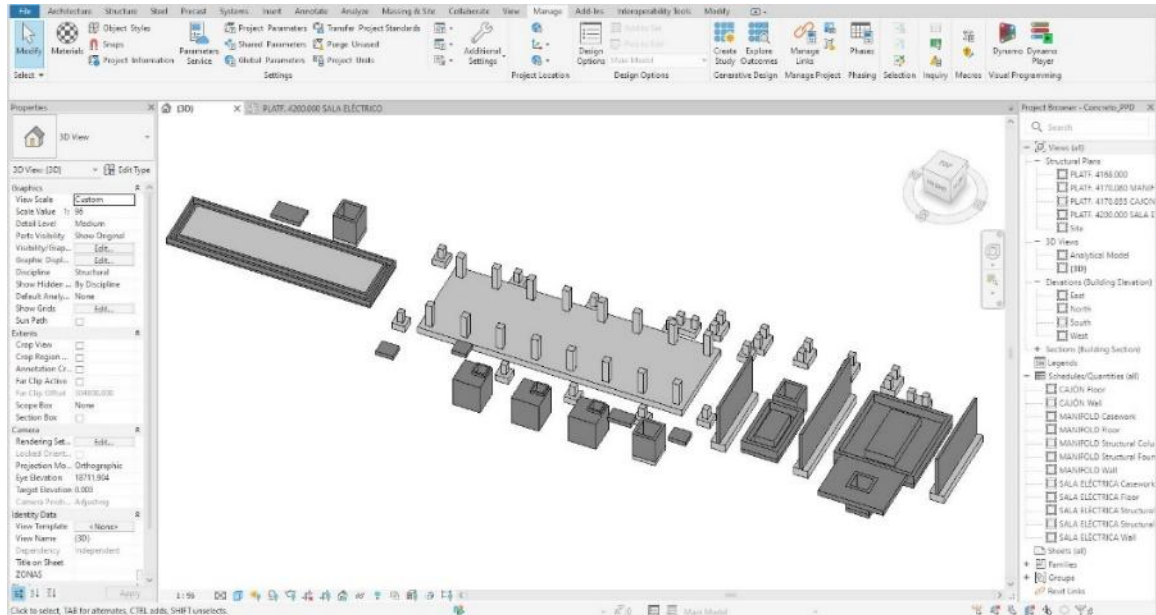
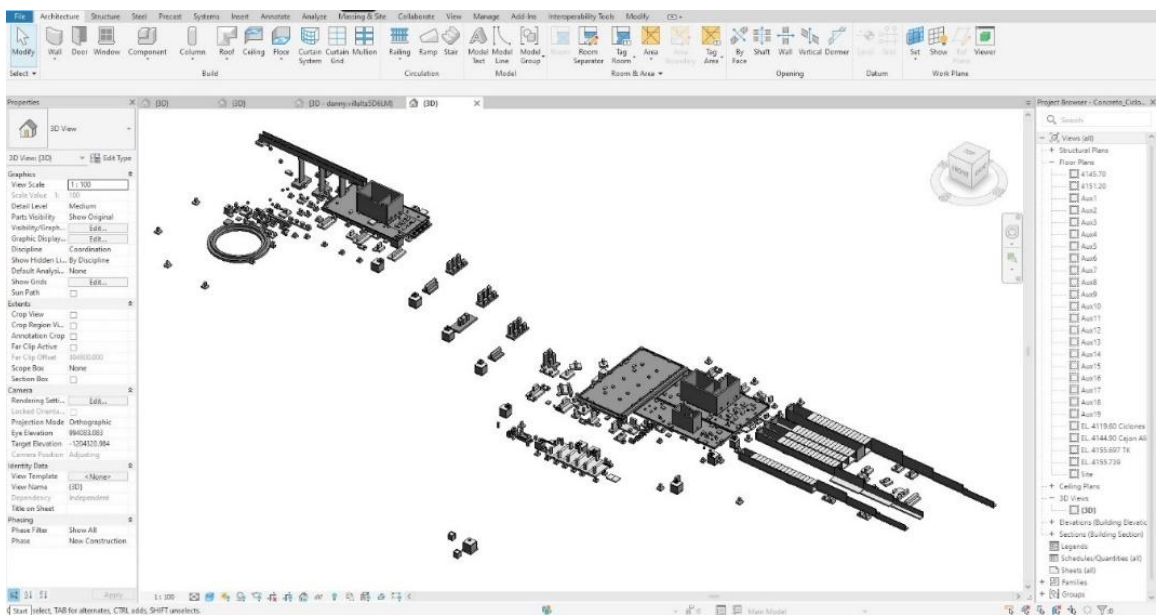


Figura 14

Estación de Ciclones – Modelo elaborado en Revit

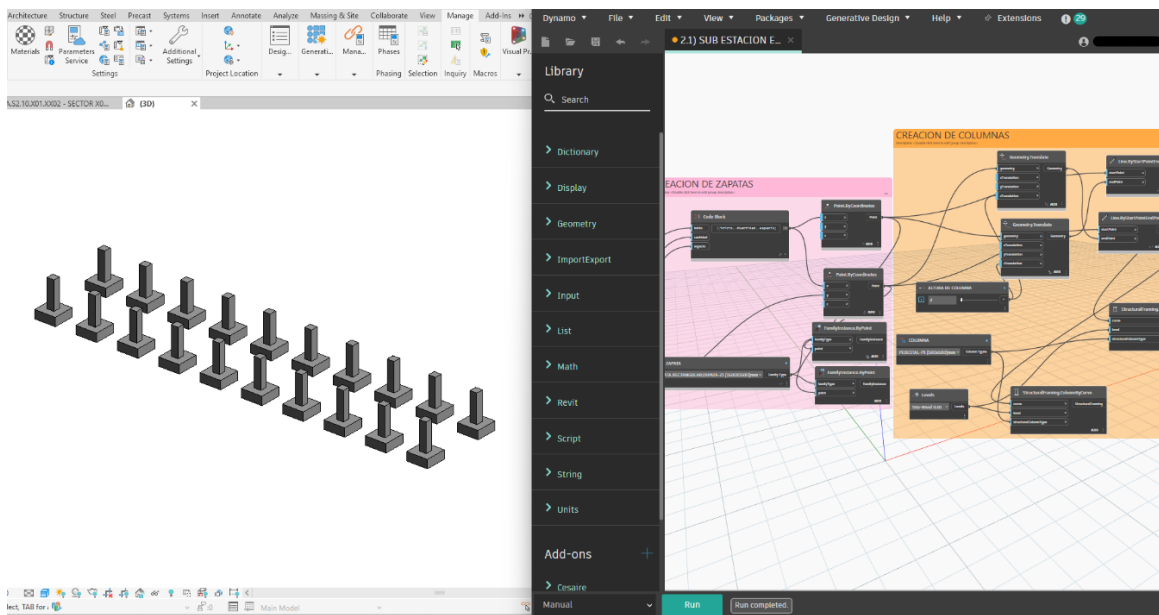


Optimización con Dynamo

En los proyectos de minería en el Perú la optimización de los recursos es esencial para alcanzar objetivos del proyecto, la programación con la herramienta Dynamo para Revit nos ha permitido ahorrar tiempo y reducir procesos en el modelado de estructura de concreto en proyectos que suelen ser repetitivos. En nuestra área técnica el uso del Dynamo nos permite la creación de flujos de trabajo automatizados sin requerir conocimientos complejos en programación, también nos proporciona una extensa gama de nodos predefinidos donde permite realizar cálculos matemáticos, interacciones geométricas y manipulación de datos.

Figura 15

Generación de Script paramétrico para columnas y zapatas



Problemática:

Los proyectos de minería en el Perú son de gran envergadura que abarcan desde infraestructura civil hasta ingeniería de procesos, mecánica piping, electricidad y estructuras, estos proyectos multidisciplinarios generan una serie de desafíos en la aplicación de la metodología BIM y particularmente en el uso de herramientas de automatización como el

Dynamo para Revit, cuya implementación no siempre logra alcanzar su máximo potencial por limitaciones técnicas o de gestión.

El principal problema radica en que muchas empresas de ingeniería y construcción del sector minero no aprovecha de forma integral las capacidades de la programación visual que ofrece el Dynamo limitándose a su utilización básica. Así mismo hay deficientes flujos de trabajo como la carencia de bibliotecas de nodos personalizadas.

Como resultado, los modelos BIM en minería presentan ineficiencias en la administración de la información, duplicidad de esfuerzos y retrasos en la integración interdisciplinaria, afectando directamente los cronogramas y costos del proyecto. Por tanto, se requiere una optimización integral del proceso de modelado mediante la implementación avanzada de Dynamo, orientada a mejorar la productividad, precisión y trazabilidad de los modelos.

Objetivo general:

- Optimizar los procesos de modelado BIM en proyectos de minería mediante la implementación de scripts desarrollados en Dynamo para Revit, con el fin de mejorar la eficiencia, precisión y estandarización del modelado en el entorno minero peruano.

Objetivos específicos:

- **Diagnosticar** las deficiencias existentes en los procesos actuales de modelado BIM utilizados en proyectos de minería, identificando las tareas repetitivas y las actividades que pueden ser automatizadas mediante el uso de Dynamo.
- **Desarrollar** scripts personalizados en Dynamo para Revit que permitan automatizar tareas clave del modelado, tales como la generación de elementos y asignación de parámetros.

Figura 17

Poza Colectora de Filtraciones – Plano General de Cimentación

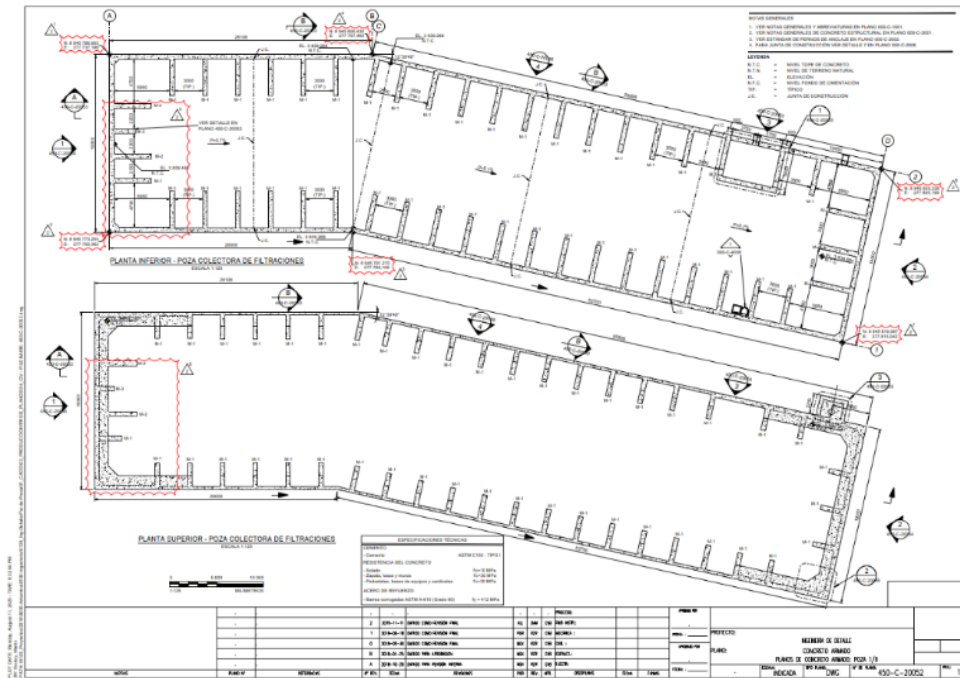


Figura 18

Estación de Bombeo – Plano General de Cimentación

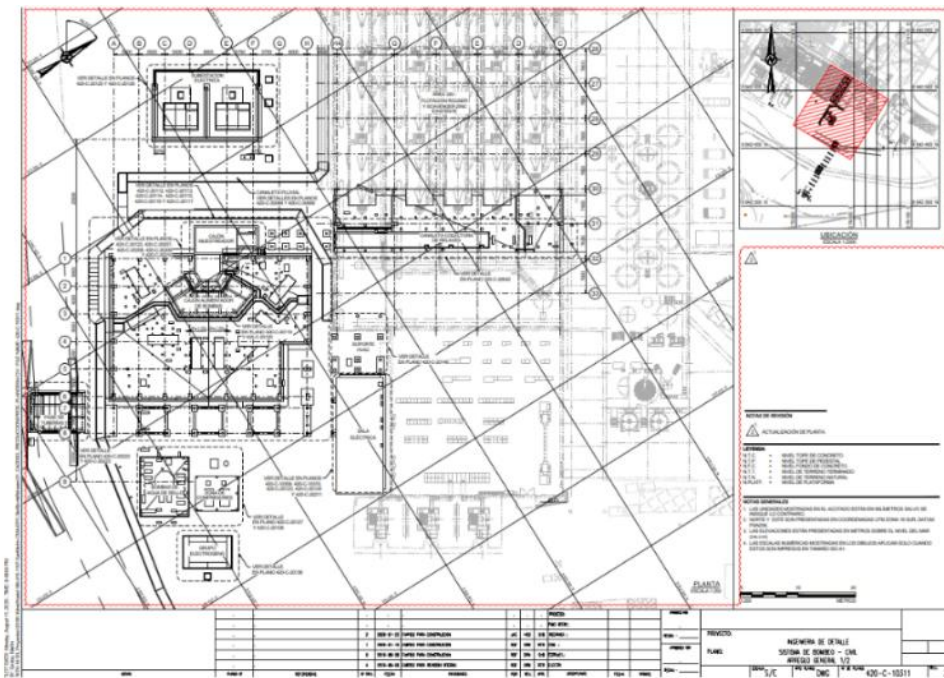


Figura 19
Estación de Ciclones – Plano General de Cimentación

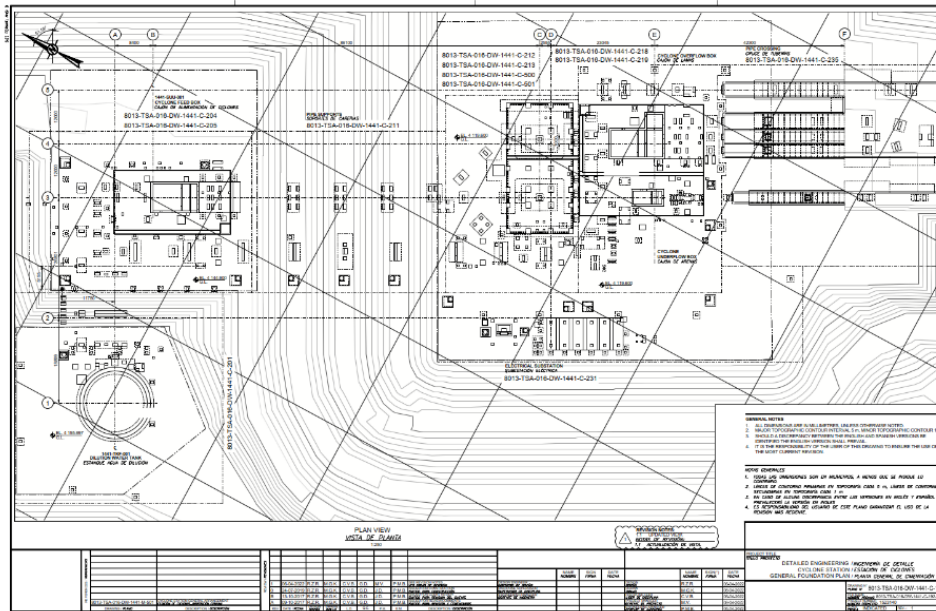


Figura 20
Subestación Eléctrica – Plano General de Cimentación

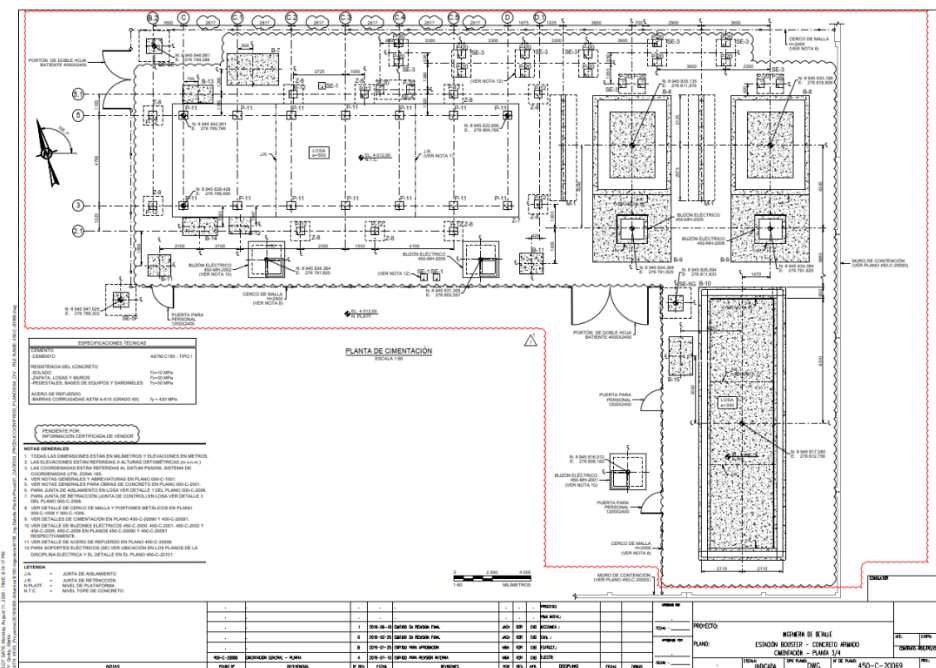


Figura 21
Cronograma de avance y entrega del proyecto

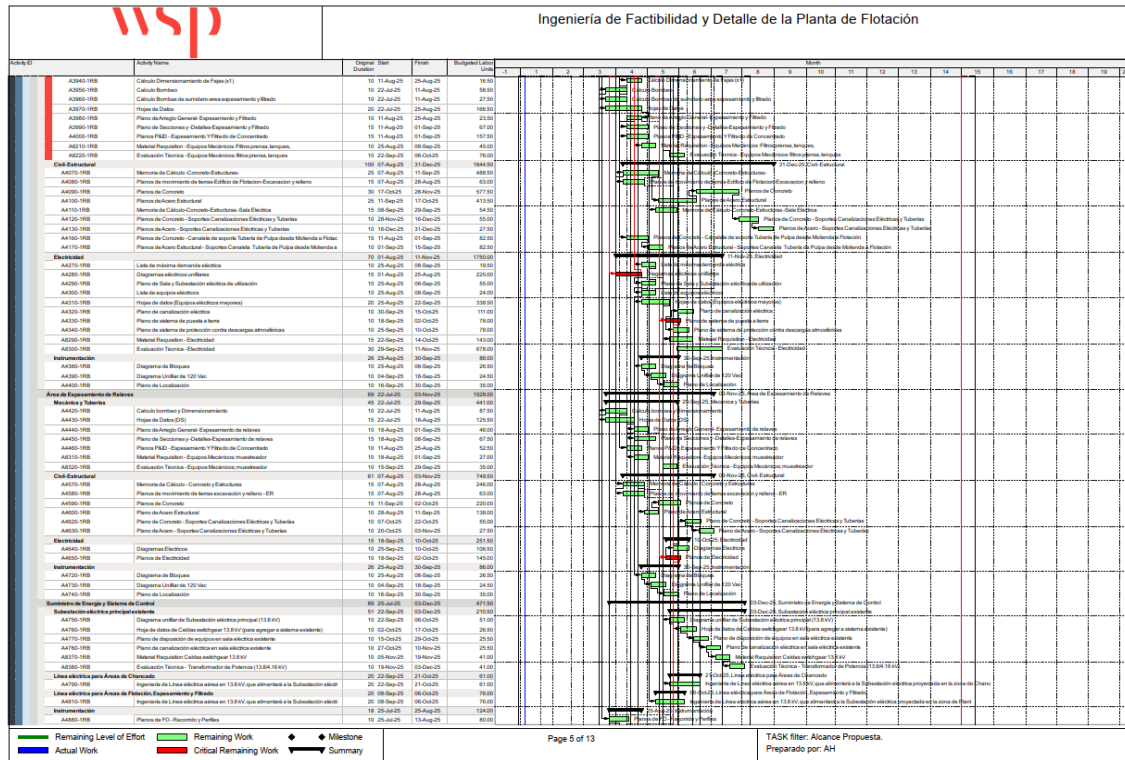


Figura 22
Listado de entregables de disciplina Civil Estructural

Ítem	Nombre de WBS 2	Disciplina	Código del Documento	Título del documento	Fechas	
					Última Envío WSP	Última Rpta. SMCV
63	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-001	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA (EXCAVACIÓN Y PLATAFORMADO-PLANTA DE FILTRADO-SUBESTACION ELECTRICA-ACCESOS) 1		
64	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-002	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA (EXCAVACIÓN Y PLATAFORMADO-PLANTA DE FILTRADO-SUBESTACION ELECTRICA-ACCESOS) 2		
65	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-003	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA (EXCAVACIÓN Y PLATAFORMADO-PLANTA DE FILTRADO-SUBESTACION ELECTRICA-ACCESOS) 3		
66	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-004	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRA (EXCAVACIÓN Y PLATAFORMADO-PLANTA DE FILTRADO-SUBESTACION ELECTRICA-ACCESOS) 4		
67	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-001	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 1		
68	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-002	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 2		
69	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-003	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 3		
70	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-004	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 4		
71	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-005	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 5		
72	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-006	PLANOS DE CONCRETO (PLANTA DE FILTRADO-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 6		
73	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-007	PLANOS DE CONCRETO (ESPEZADORES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 1		
74	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-008	PLANOS DE CONCRETO (ESPEZADORES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 2		
75	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-009	PLANOS DE CONCRETO (ISALA ELECTRICA-CANALIZACIONES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 1		
76	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-010	PLANOS DE CONCRETO (ISALA ELECTRICA-CANALIZACIONES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 2		
77	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-011	PLANOS DE CONCRETO (ISALA ELECTRICA-CANALIZACIONES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 3		
78	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-012	PLANOS DE CONCRETO (ISALA ELECTRICA-CANALIZACIONES-PLANTA-CORTES-ELEVACIONES) 4		
79	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-001	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLANTA DE FILTRADO-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 1		
80	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-002	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLANTA DE FILTRADO-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 2		
81	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-003	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLANTA DE FILTRADO-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 3		
82	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-004	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLANTA DE FILTRADO-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 4		
83	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-005	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLANTA DE FILTRADO-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 5		
84	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-006	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLATAFORMAS-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 1		
85	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-007	PLANOS DE ESTRUCTURAS (PLATAFORMAS-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 2		
86	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-008	PLANOS DE ESTRUCTURAS (SOPORTE DE BANDEJAS ELECTRICAS-PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES)		
87	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-20A-001	PLANOS DE ARQUITECTURA (PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 1		
88	4020 - Sistema de desagüo	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-20A-002	PLANOS DE ARQUITECTURA (PLANTAS-CORTES-ELEVACIONES) 2		
105	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	PRE25A03-CAL-009	MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS PRINCIPALES DE CONCRETO (CIMENTACION DE FAJAS-SOPORTE DE TUBERIAS)		
106	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	PRE25A03-CAL-010	MEMORIA DE CÁLCULO DE ESTRUCTURAS METÁLICAS PRINCIPALES (PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO DE FAJAS)		
107	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	PRE25A03-MTO-006	METRADOS		
108	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-005	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ARREGLO GENERAL-PLANTAS-CORTES-PLATAFORMADO PARA FAJAS-PLATAFORMADO DE TUBERIAS) 1		
109	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-006	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ARREGLO GENERAL-PLANTAS-CORTES-PLATAFORMADO PARA FAJAS-PLATAFORMADO DE TUBERIAS) 2		
110	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-007	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ARREGLO GENERAL-PLANTAS-CORTES-PLATAFORMADO PARA FAJAS-PLATAFORMADO DE TUBERIAS) 3		
111	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-008	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ARREGLO GENERAL-PLANTAS-CORTES-PLATAFORMADO PARA FAJAS-PLATAFORMADO DE TUBERIAS) 4		
112	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-10C-009	PLANOS DE MOVIMIENTO DE TIERRAS (ARREGLO GENERAL-PLANTAS-CORTES-PLATAFORMADO PARA FAJAS-PLATAFORMADO DE TUBERIAS) 5		
113	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-013	PLANOS DE CONCRETO (CIMENTACION DE FAJAS-SOPORTE DE TUBERIAS) 1		
114	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-014	PLANOS DE CONCRETO (CIMENTACION DE FAJAS-SOPORTE DE TUBERIAS) 2		
115	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-015	PLANOS DE CONCRETO (CIMENTACION DE FAJAS-SOPORTE DE TUBERIAS) 3		
116	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15R-016	PLANOS DE CONCRETO (CIMENTACION DE FAJAS-SOPORTE DE TUBERIAS) 4		
117	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-009	PLANOS DE ESTRUCTURAS-PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO DE FAJAS 1		
118	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-010	PLANOS DE ESTRUCTURAS-PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO DE FAJAS 2		
119	4030 - Sistema de transporte de relaves	Civil	SK-PRE25A03-C2-3810-15S-011	PLANOS DE ESTRUCTURAS-PLATAFORMAS DE MANTENIMIENTO DE FAJAS 3		

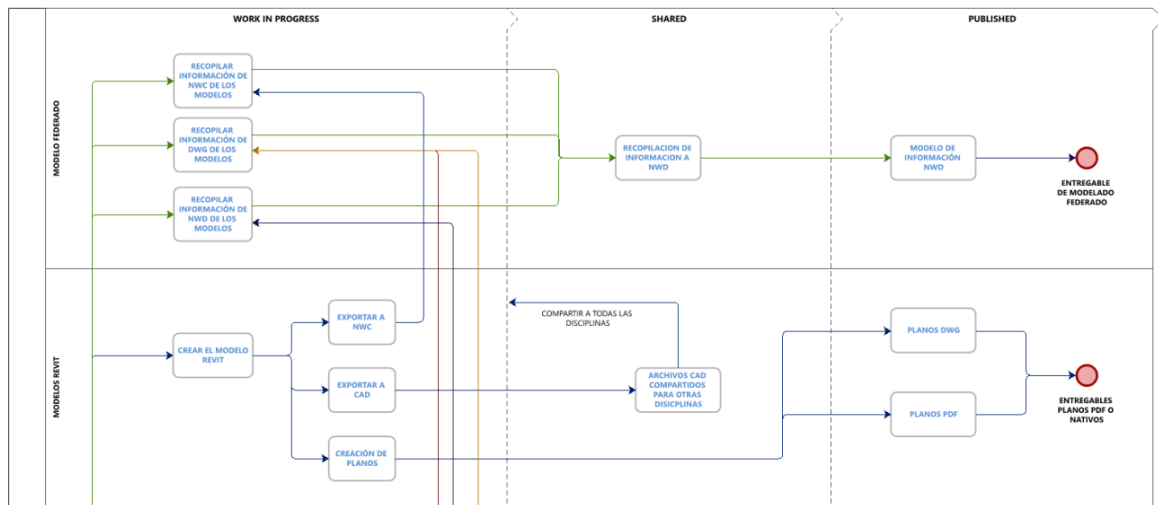
Figura 23

Procedimiento del desarrollo del entregable



GPI-PE-PIM-PO10
ENTORNO COMÚN DE DATOS

2.6 RESUMEN DE PROCEDIMIENTO EN ENTORNO COMUN DE DATOS



Participación de reuniones de coordinación

La participación en reuniones de coordinación es esencial en el entorno colaborativo de la metodología BIM, estas reuniones son interdisciplinarias nos ayuda en la coordinación de la comunicación y adoptar decisiones basada en los modelos digitales.

Estas reuniones en el área técnica son semanales o quincenales de acuerdo con el proyecto y permite al modelador o coordinador presentar avances, resolver interferencias detectadas, compartir criterios técnicos y recibir retroalimentación del equipo. En los proyectos de minería, estas reuniones permiten alinear criterios entre los equipos de ingeniería, resolver conflictos técnicos de forma oportuna y mantener el flujo del trabajo sin interrupciones, después de cada reunión se realiza un reporte para el levantamiento de las observaciones o interferencias donde también se establece una fecha para completar esa observación.

Figura 24

Reporte de Observaciones

Issue detail
#45: Design

Status	Pending	
Type	D Design > Design	
ID	#45	
Description	-Completar diseño de empalme entre accesos. (Roger Guerrero / Carlos Valdivia)	
Assigned to	Martin Godoy (WSP Peru)	
Created by	Jose Rosillo (WSP Peru)	
Created on	Jun 17, 2025	
Location	72300	
Location details	72300	
Due date	Jun 24, 2025	
Start date	Jun 17, 2025	
Placement	MOD-GEN-DWG.nwd	
Root cause	—	

Comments

Martin Godoy Jun 18, 2025, 9:30 AM UTC-05:00 Se va ajustar el mov. de tierras de la Sala Electrica, confirmar diseño de la sala.

Figura 25

Reporte de Observaciones

Issue detail
#128: Design

Status	Pending	
Type	D Design > Design	
ID	#128	
Description	-Actualizar todas las escaleras por parte de ESTRUCTURAS. -Coordinar con MECÁNICA para retirar su modelo 3D propuesto. Verificar la posición de la escalera en relación con las bandejas proyectadas por la disciplina de Electricidad, ya que existe el riesgo de interferencia cuando el operador se encuentre en la parte superior de la escalera y pueda impactar su cabeza contra las bandejas.	
Assigned to	Martin Godoy (WSP Peru)	
Created by	Jose Rosillo (WSP Peru)	
Created on	Sep 2, 2025	
Location	72300	
Location details	72300	
Due date	Sep 9, 2025 (8 days late)	
Start date	Sep 2, 2025	
Placement	72300-MOD-GEN.nwd	
Root cause	—	

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

El rol desempeñado como Proyectista Senior Civil Estructural Senior en WSP Perú S.A. ha sido fundamental para cumplir con los objetivos de los proyectos en los cuales he participado durante más de 16 años, los cuales muchos de ellos han logrado realizarse con mucha satisfacción. A continuación, algunos proyectos ejecutados los cuales fueron desarrollados con la metodología BIM con el software Revit.

Proyectos Desarrollados

Estación de Bombeo

En este proyecto participaron las disciplinas mecánicas piping, civil estructural, instrumentación y electricidad, el modelo civil estructural se desarrolló en Revit como también Navisworks para las reuniones de coordinación y la verificación de las interferencias entre disciplinas. La ingeniería multidisciplinaria que se desarrollo fue a nivel de Ingeniería de Detalle.

Como disciplina civil estructural se modelo muros de contención, bases de tanques, losas, base de concreto para bomba vertical, bases de escaleras, manholes, soportes de concreto para tuberías, zapatas, pedestales, cimentación de sala eléctrica, bases para transformadores, base para grupo electrógeno, muros cortafuegos.

Figura 26

Estación de Bombeo – Muros de Contención en Construcción



Figura 27

Estación de Bombeo – Vista de Planta Montaje de Equipos



Poza Colectora de Filtraciones

Este proyecto se modeló en Revit donde participaron las disciplinas mecánicas piping, civil estructural, instrumentación y electricidad, el modelo se trabajó en Revit. Para las coordinaciones interdisciplinarias y la verificación de las interferencias se utilizó Navisworks. La ingeniería se desarrolló a nivel de detalle.

Según lo mostrado en la figura 28 se modeló muros de la poza, losas, bases de escaleras, manholes, soportes de concreto para tuberías, zapatas, pedestales, cimentación de sala eléctrica, bases para transformadores, base para grupo electrógeno y muros cortafuegos.

Figura 28

Poza Colectora de Filtraciones – Vista de Poza en Construcción



Figura 29

Poza Colectora de Filtraciones – Vista de Poza en Operación



Estación de Ciclones

Proyecto realizado a Nivel de Ingeniería de Detalle, con participación multidisciplinaria, el modelado Revit como coordinaciones y verificación de interferencias el Navisworks.

Como se muestra en la figura 30 y 31 se realizó el modelamiento de la cimentación del edificio de ciclones, bases de tanques, soportes de tuberías, zapatas, pedestales, como también cimentación de la sala eléctrica, manholes, bases de equipos mecánicos y bases de escaleras. La ingeniería que se desarrollo fue a nivel de detalle.

Figura 30

Estación de Ciclones – Vista del Proyecto en Construcción



Figura 31

Estación de Ciclones – Vista Área de la Planta



Estación de Bombeo

Proyecto modelado en Revit de participación multidisciplinaria, se modeló la cimentación del edificio de bombeo, bases de concreto para tuberías, pases de tuberías, cajón distribuidor de concreto, cimentaciones, pedestales y bases de escaleras. Para coordinación multidisciplinaria y revisión de interferencia se utilizó el Navisworks, esta ingeniería fue desarrollada a nivel de detalle.

Figura 32

Estación de Bombeo – Vista de Planta



Figura 33

Estación de Bombeo – Vista de Proyecto en Operación



Este capítulo también muestra los resultados alcanzados tras la aplicación de scripts desarrollados en Dynamo para Revit en el proceso de modelado BIM de una subestación eléctrica de un proyecto de minería, estos resultados se comparan frente a métodos tradicionales manuales con el propósito de evidenciar los beneficios en la eficiencia del uso del Dynamo en tareas repetitivas.

Figura 34

Subestación Eléctrica – Generación de Script para Sala Eléctrica

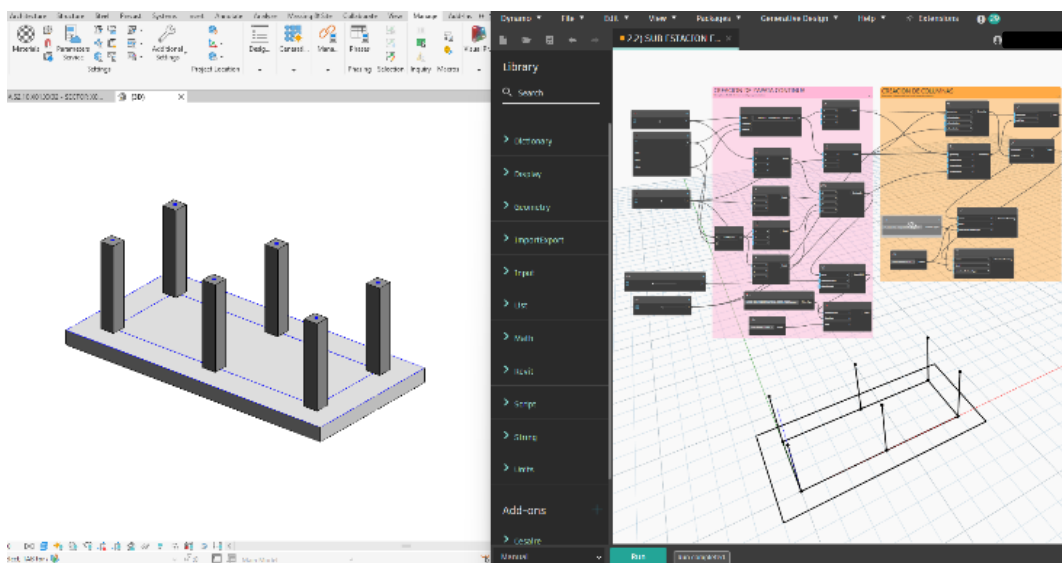


Figura 35

Subestación Eléctrica – Generación de Script para Sala Eléctrica

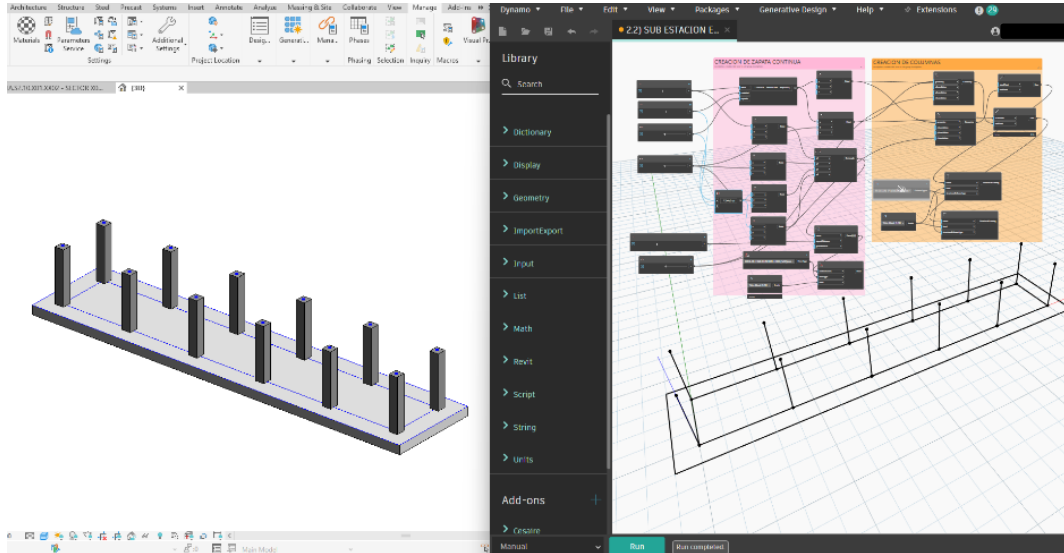


Figura 36

Subestación Eléctrica – Generación de Script para Zapatas y Columnas

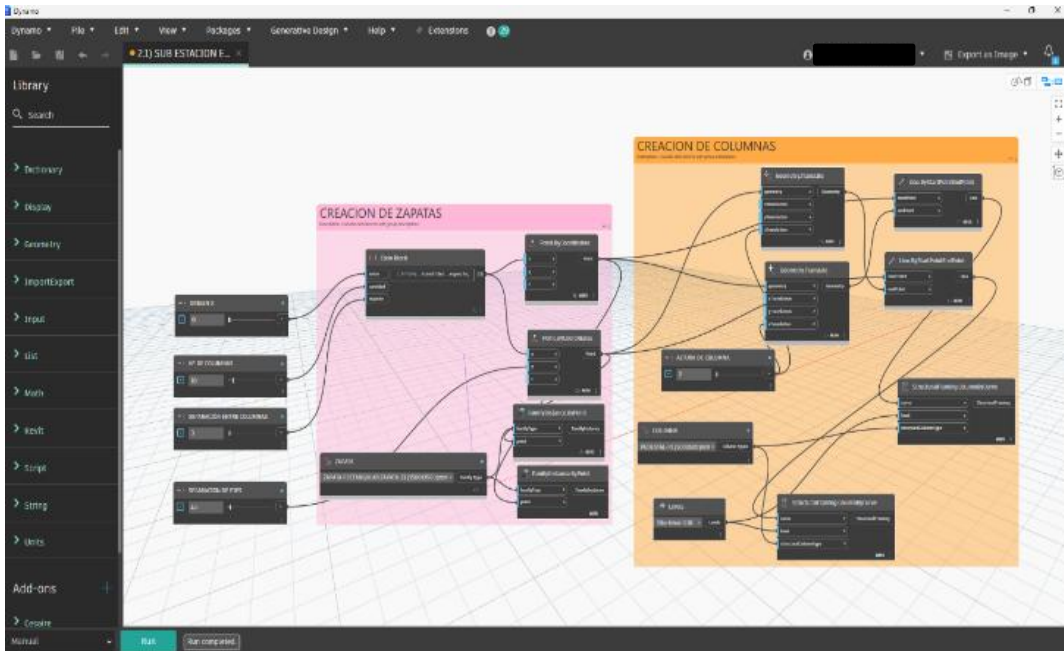


Tabla 4

Comparación de tiempos en el modelado de una Subestación Eléctrica

Actividad	Método tradicional (h)	Método con Script de Dynamo (h)	Reducción de tiempo %
Generar Niveles y base	1	0.5	50%
Modelado de Zapatas	2	0.25	75%
Modelado de Pedestales	2	0.25	75%
Asignación de parámetros Estructurales	1	0.5	50%
Modelado de otros elementos	2	0.5	75%
Promedio General	8	2	65%

En los proyectos de minería siempre hay elementos que se repiten constantemente en este caso tenemos las cimentaciones de salas eléctricas, para estas tareas repetitivas de elementos de concreto se desarrolló un script que sea dinámico para automatizar los tamaños de los pedestales, así también como la base de la losa de cimentación tal como se ilustra en las figuras 34 y 35, donde podemos visualizar el script desarrollado con la herramienta Dynamo puede diseñar el modelo y ajustar el modelo de parámetros de una manera más eficiente que hacerlo de forma tradicional con las herramientas de revit.

En la tabla 4 podemos observar que el uso del Dynamo permitió reducir el tiempo de modelado total en 2 horas, logrando una optimización de 65%, esto debido principalmente a la automatización de elementos repetitivos y a la asignación de parámetros en el script.

Los resultados confirman que Dynamo es una herramienta clave para la optimización del modelado BIM en minería, no solo por su impacto en la reducción del tiempo, sino también por la mejora sustancial en la calidad de la información.

Tabla 5

Comparación económica del modelado

Actividad	Método tradicional (h)	Método con Script de Dynamo (h)	Reducción de tiempo %	Costo Tradicional \$55 x hora	Costo Dynamo \$55 x hora
Generar Niveles y base	1	0.5	50%	55	27.5
Modelado de Zapatas	2	0.25	75%	110	27.5
Modelado de Pedestales	2	0.25	75%	110	27.5
Asignación de parámetros Estructurales	1	0.5	50%	55	27.5
Modelado de otros elementos	2	0.5	75%	110	27.5
Promedio General	8	2	65%	440	137.5

En la tabla 5 vemos que la tarifa hora hombre en los proyectos de minería correspondiente a un Proyectista Senior Civil Estructural es de \$55, con el uso del Dynamo permitió reducir económicamente el tiempo del modelado, de \$400 reduce a \$137.5 generando un ahorro del 34.38%, esta reducción se mantiene proporcionalmente en horas de trabajo sin comprometer la calidad del modelo ni la precisión geométrica.

Los resultados nos muestran deficiencias con el modelado del método tradicional, estos afectan a la parte económica de un proyecto los cuales buscan siempre reducir el tiempo y los costos de horas hombre los cuales son muy importantes en el desarrollo de proyectos de minería, identificar a tiempo las tareas repetitivas nos permite establecer un flujo estandarizado y adaptable para distintos proyectos haciendo cumplir plazos entrega y mantener los costos y no afectar al presupuesto del proyecto.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La utilización de la herramienta de Dynamo para Revit en los procesos de modelado BIM permitió optimizar significativamente los tiempos de ejecución, principalmente en tareas repetitivas como el modelado de las cimentaciones y pedestales de las salas eléctricas. La comparación con el método tradicional evidenció una optimización del 65% en el tiempo total del modelado, lo que demuestra que el uso de la automatización mediante scripts es efectivo en proyectos de ingeniería civil estructural en el sector minero.
- El análisis refleja que los costos con el uso del Dynamo contribuye a una reducción del 34.38% en el costo de horas hombre, pasar de un costo total de \$400 a \$137.5 representa un ahorro directo en la ejecución de tareas de modelado, sin comprometer la calidad del producto final. Este impacto económico demuestra que la integración de herramientas de automatización dentro de la metodología BIM es financieramente sostenible y aporta valor agregado a las empresas que ejecutan proyectos de gran escala.
- El desarrollo de scripts facilita la estandarización de flujos de trabajo en futuros proyectos, esto permite que diferentes equipos de ingeniería civil estructural puedan aplicar las mismas rutinas de modelado en distintos proyectos mineros, garantizando uniformidad, eficiencia y compatibilidad entre modelos.
- Desde la perspectiva del rol como Proyectista Senior Civil Estructural, la implementación de Dynamo reafirma la importancia de la actualización profesional constante y del uso de tecnologías emergentes en la industria, la experiencia adquirida demuestra que la integración del modelado paramétrico y la

automatización constituyen competencias claves para enfrentar los retos de productividad, calidad y precisión en los proyectos mineros actuales.

Recomendaciones

- Se recomienda que las empresas de ingeniería adopten programas de formación técnica continua para sus proyectistas y modeladores BIM con el fin de fortalecer sus competencias en automatización y desarrollo de scripts, asegurando así la sostenibilidad de la optimización lograda.
- Para aprovechar al máximo el potencial de Dynamo se sugiere crear librerías corporativas de scripts, familias y parámetros compartidos, lo cual permitirá mantener la coherencia técnica entre proyectos y reducir el tiempo de configuración inicial en cada nuevo modelo.
- Se recomienda integrar las rutinas de Dynamo desde la etapa de ingeniería básica, de manera que los beneficios en tiempo y costo se mantengan durante todas las fases del proyecto, a la vez explorar la vinculación de la herramienta Dynamo con otros softwares complementarios como Civil 3D, permitiendo un flujo de información más robusto y coordinado entre disciplinas.
- Finalmente, se recomienda establecer protocolos de documentación de los scripts, flujos de trabajo y resultados obtenidos, con el propósito de crear una base de conocimiento institucional que permita la mejora continua y la replicabilidad de las soluciones en nuevos proyectos de ingeniería minera.

REFERENCIAS

- Alvarez, L. (2024). Optimización de la metodología BIM para proyectos de arquitectura ingeniería y construcción en el Perú- 2024. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad César Vallejo, Piura.
- Arrazabal, J. (2022). Propuesta de transformación digital para implementar las tecnologías BIM en la construcción de los proyectos de minería. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Tecnológica del Perú, Lima.
- Autodesk. (2020).
doi:<https://www.autodesk.com/es/support/technical/article/caas/tsarticles/tsarticles/ESP/ts/2m64cZdDPyaSk4jbP3Tort.html?msockid=2a2a5f3ef43a6a1d29bc4a9ff03a6ce2>
- Autodesk. (2025). Obtenido de <https://www.autodesk.com/mx/products/revit/features#:~:text=Ingenier%C3%ADa%20y%20fabricaci%C3%B3n%20MEP,-NUEVO&text=El%20an%C3%A1lisis%20de%20sistemas%20optimiza,de%20dis%20e%C3%B1o%20basadas%20en%20datos.&text=Dise%C3%B1o%20sistemas%20complejos%20de%20duct>
- Berrezueta, W., & Flores, M. (2024). Inteligencia Artificial en Arquitectura: Automatización de la Planificación del Espacio y Generación de Volumetría o Masa de un Edificio. (*Tesis de Licenciamento*). Universidad de Cuenca, Cuenca.
- Canet, S. (2022). Estudio comparativo de herramientas BIM para el modelado y cálculo geotécnico de obras de tierras: aplicación a la carretera de acceso al aeropuerto de Bruselas. (*Tesis de Mestría*). Universitat Politècnica de València, Valencia.
- Castro, E. (2025). Propuesta de Mejoramiento del Plan de Ejecución de la Metodología del Modelado de Información de la Construcción según el plan BIM Perú en la etapa de la Ingeniería Básica. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Ricardo Palma, Lima.
- Cotino, V. (2025). Hidrodata: Metodología BIM para la generación, gestión y mantenimiento de gemelos digitales de infraestructuras hidráulicas. (*Tesis de Maestría*). Universitat Politècnica de València, Valencia.
- Crasa, I. (2020). Comprensión del Building Information Modeling (BIM). *Ciclo de vida BIM*.

- Díaz, C., & Morales, R. (2024). Implementación de Dynamo y PowerBI para automatizar la obtención de metrados y reportes en expedientes técnicos de colegios públicos ejecutados por el Programa Nacional de Infraestructura Educativa (PRONIED). (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Donoso, S., & Vélez, D. (2022). Implementación de la Metodología BIM como herramienta en la planificación de la construcción mediante el software autodesk revit. Caso de estudio: Proyecto de Vivienda Multifamiliar en el sector Batan San José de la ciudad de Riobamba. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Dynamo Primer. (s.f.). El manual de Dynamo V2.0. *Dynamo*.
- Echavarría, A. (2024). Modelo de Gestión Administrativa para Proyectos de Infraestructura MInera. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Medellín, Medellín.
- Eizaguirre, P. (2020). Dynamo para Civil 3D: Programación Visual y BIM en obra civil. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Cantabria, Santander.
- Gil, K. (2024). Utilización de la metodología BIM para reducir los riesgos laborales en el sector de la construcción. (*Tesis Maestría*). UPC BarcelonaTech, Barcelona.
- Huarcaya, Y., & Oliver, L. (2024). Optimización del presupuesto mediante bim con la interoperabilidad entre revit, naviswork y arquímedes para una edificación en Arequipa, Perú. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Católica San Pablo, Arequipa.
- MEF. (2025). *Ministerio de Economía y Finanzas*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/planbimperu/sobrebim.html>
- Mont, M. (2023). BIM, Proyecto y Obra de arquitectura: una vivienda unifamiliar con Revit. (*Tesis de Licenciatura*). Univesidad Politécnica de València, València.
- Refulio, A. (2024). Implementación de una aplicación para la auditoría de calidad de modelos 3D en el área de gestión BIM utilizando Python y Dynamo en la empresa Grupo A&E. (*Tesis de Licenciatura*). Universidad Católica Sedes Sapientiae, Lima.
- Reynaga, J. (2024). Optimización de la construcción con elementos prefabricados a través de la metodología BIM. (*Tesis de Licenciatura*). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Rojas, C. (2021). Aplicación de software Revit Structure como herramienta BIM para optimizar la calidad del expediente técnico edificio residencial Los Girasoles del

Dist. y Dep. de Huancavelica. (*Tesis de Licenciatura*). Univerisdad Privada del Norte, Lima.

Romero, L. (2025). *Automatización de procesos de modelado en Revit mediante el desarrollo de ADD-INS en C# y Scripts en Dynamo - CS Carhuamayo*. Universidad Nacional del centro del Perú, Huancayo.

Satyanaga, A., Aventian, G. D., Makenova, Y., Zhakiyeva, A., Kamaliyeva, Z., & Moon, S. W. (2023). Building Information Modelling for Application in Geotechnical. *En Infrastructures (Vol. 8, Numero 6)*. MDPI. Obtenido de <https://doi.org/10.3390/infrastructures8060103>

Suárez, I., Vidal, L., & Leyva, C. (22 de 10 de 2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones. (E. Futuro, Ed.) *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas, 12, N°10*, 154.

SUMA. (2020). Plan de Implementación y hoja de ruta del Plan BIM Perú al 2030. *Plan BIM Perú*.

ANEXOS

ANEXO 01: CERTIFICADO DE TRABAJO



CONSTANCIA DE TRABAJO

WSP PERÚ S.A., con RUC 20348233671, domiciliado en Av. La Paz 1049, Miraflores, Lima
CERTIFICA:

Que el Sr. **CARLOS MARTIN GODOY KASENG**, identificado (a) con DNI 40717866 ha laborado con nosotros desde el 01 de diciembre del 2008 hasta la actualidad, desempeñándose como **PROYECTISTA CIVIL ESTRUCTURAL** en el grupo de **PE-9340-PE PROCESSES & PIPELINES**.

Se extiende el presente certificado a solicitud del interesado(a) para los fines que estime conveniente.

Lima, 01 de julio del 2025



Virgilio Gonzales Luna
Representante Legal

Firmado electrónicamente por:

Nombre	Carlos Martin Godoy Kaseng
Número de Documento	40717866
Email	martin.godoy@wsp.com
Fecha	01/07/2025 a las 15:54
IP	165.225.222.121
Token	5566fd9fd1d402fdeef5e7d567a2e0



Verifique la validez de este documento escaneando el siguiente código

ANEXO 02: PANEL FOTOGRAFICO

Figura 37

Carlos Godoy Kaseng – Modelado Revit - Gabinete



Figura 38

Carlos Godoy Kaseng – Oficina WSP



Figura 39

Johnny Chipana Huaytalla– Levantamiento topográfico con dron

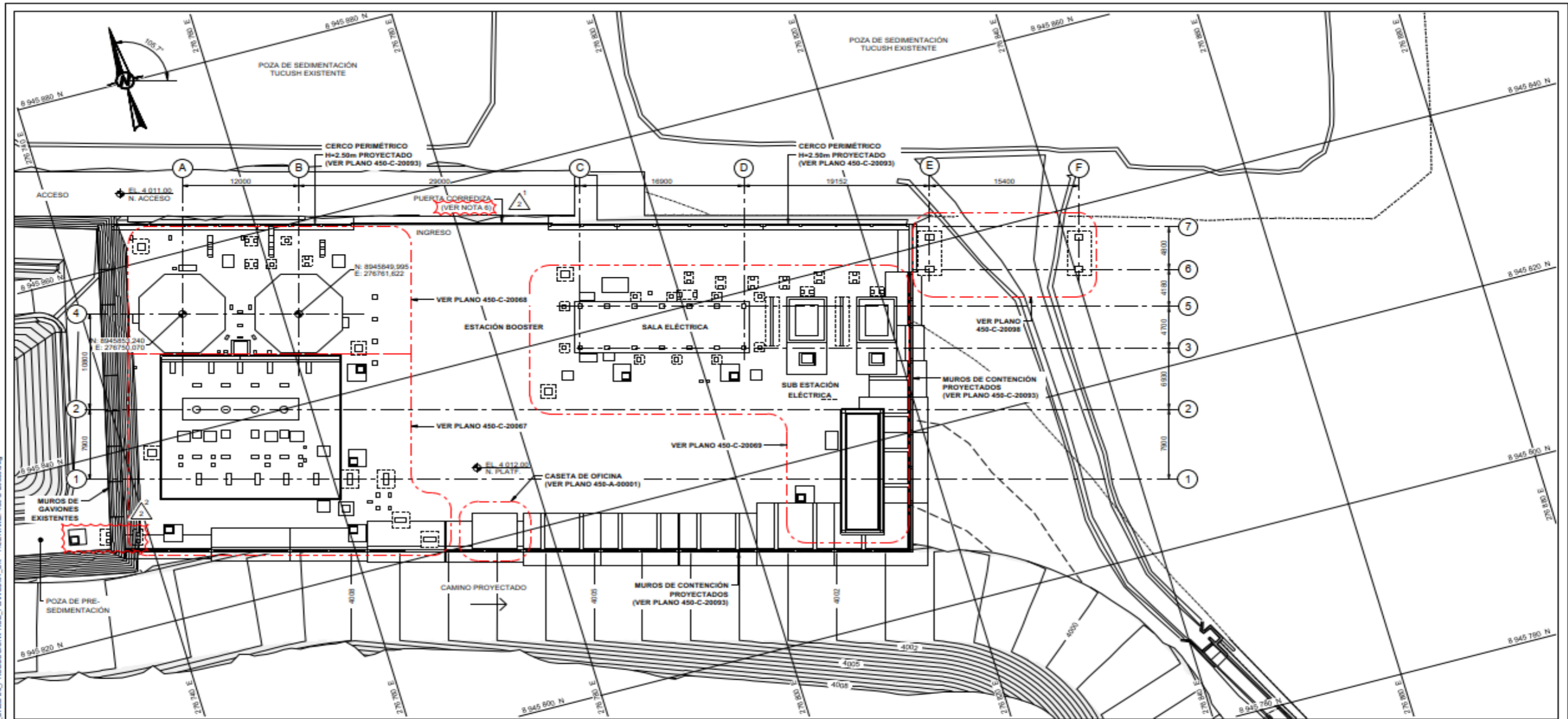


Figura 40

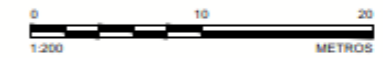
Johnny Chipana Huaytalla– Levantamiento topográfico con estación total



ANEXO 03: PLANOS DE CIMENTACIÓN EJECUTADOS EN OBRA



PLANTA GENERAL DE CIMENTACIÓN
ESCALA 1:200



- NOTAS GENERALES**
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN EN MILÍMETROS Y ELEVACIONES EN METROS.
 - LAS ELEVACIONES ESTÁN REFERIDAS A ALTURAS ORTOMÉTRICAS (m s.n.m.)
 - LA CUADRÍCULA ESTA REFERIDA AL DATUM PSAD56, SISTEMA DE COORDENADAS UTM, ZONA 18S.
 - VER NOTAS GENERALES Y ABREVIATURAS EN PLANO 000-C-1001.
 - VER NOTAS GENERALES PARA OBRAS DE CONCRETO EN PLANO 000-C-2001.
 - DE ACUERDO A LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL FABRICANTE, INCLUIRÁ SISTEMA DE CIERRE Y SERÁ AUTOSOPORTADO.

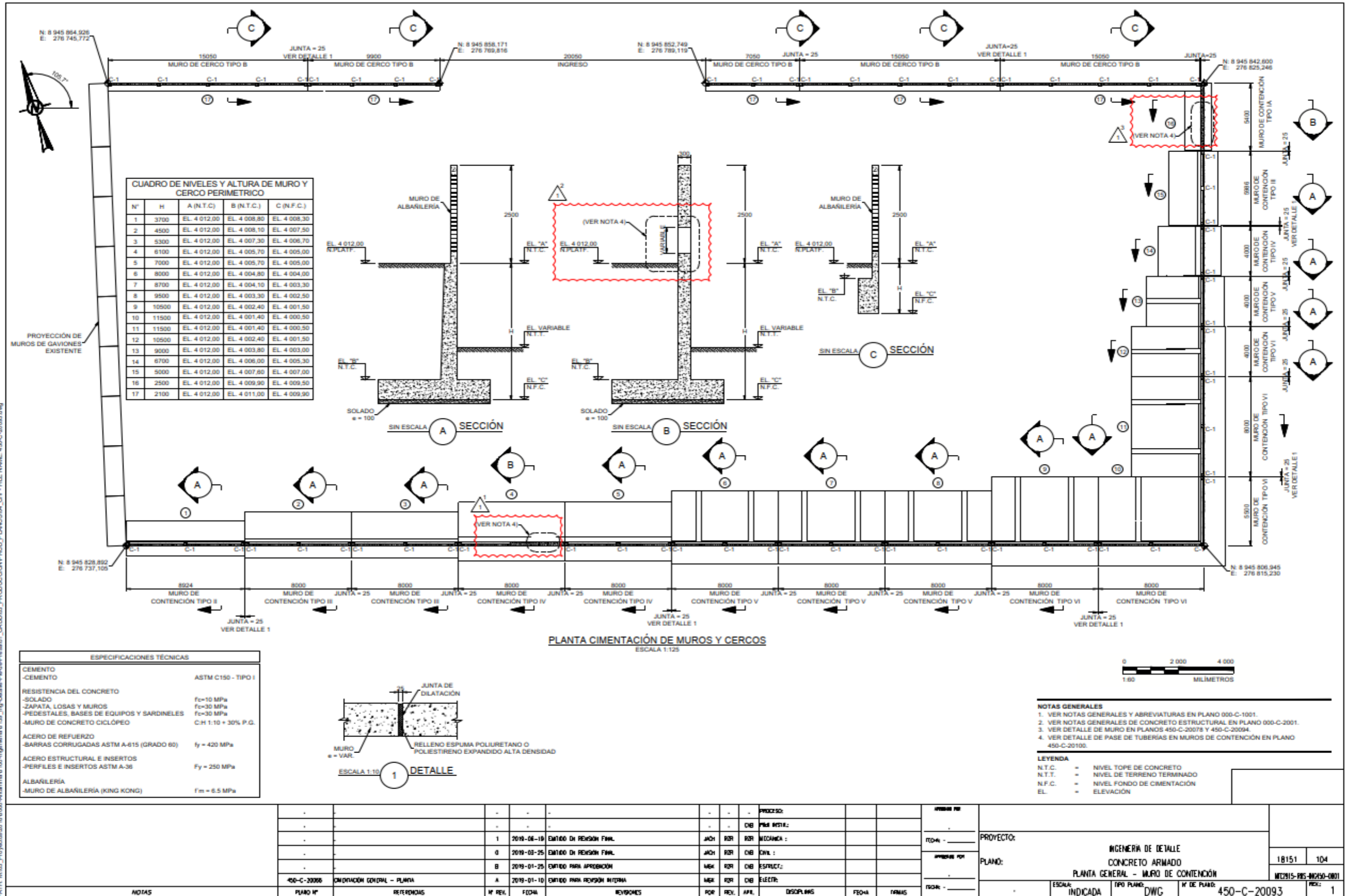
LEYENDA
N.PLATF. = NIVEL DE PLATAFORMA

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE PUERTA CORREDIZA
LOS DETALLES DE CONSTRUCCIÓN Y FABRICACIÓN DE LA PUERTA CORREDIZA SERÁN PROPORCIONADOS POR EL FABRICANTE Y SE BASARÁN EN LOS SIGUIENTES DOCUMENTOS DE REFERENCIA:
ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DE PORTÓN: 104-18151-MTE2915-ESP-450-M-0004
HOJA DE DATOS DE PORTÓN: 104-18151-MTE2915-OSH-450-M-0011

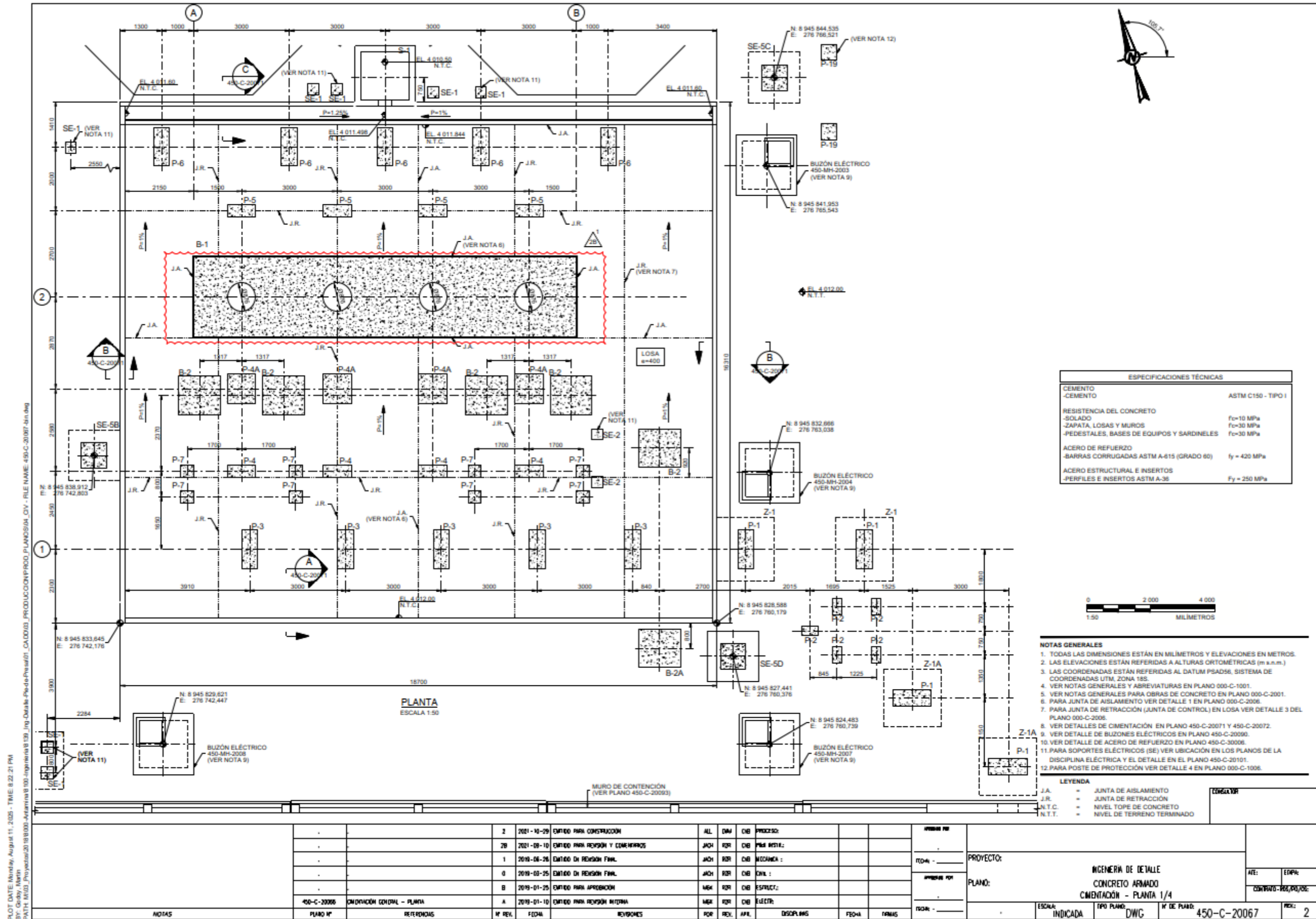
PLOT DATE: Monday, August 11, 2025 - TIME: 8:27:20 PM
 BY: Gaby, Martin
 PATH: M03_Proyectos\03_19\0303_Arquitectura\0103_Ingenieria\0130_Ing.Detalle\Pre-de-Prueba\01_CADD\03_PROD\COMPROD_PLANOS\04_CV - RLENAME_450-C-20066.dwg

NO. REV.	FECHA	REVISIONES	FOR	REV.	APR.	DISCIPLINA	FECHA	FIRMA
2	2019-09-19	DATUM DE REVISIÓN FINAL	JCH	DM	CH	PROCESO:		
1	2019-08-28	DATUM DE REVISIÓN FINAL	JCH	RR	CH	MECÁNICA:		
0	2019-03-25	DATUM DE REVISIÓN FINAL	JCH	RR	CH	CNL:		
B	2019-01-25	DATUM PARA APROBACIÓN	MCA	RR	CH	ESTRUCT:		
A	2019-01-10	DATUM PARA REVISIÓN INTERNA	MCA	RR	CH	ELECTR:		

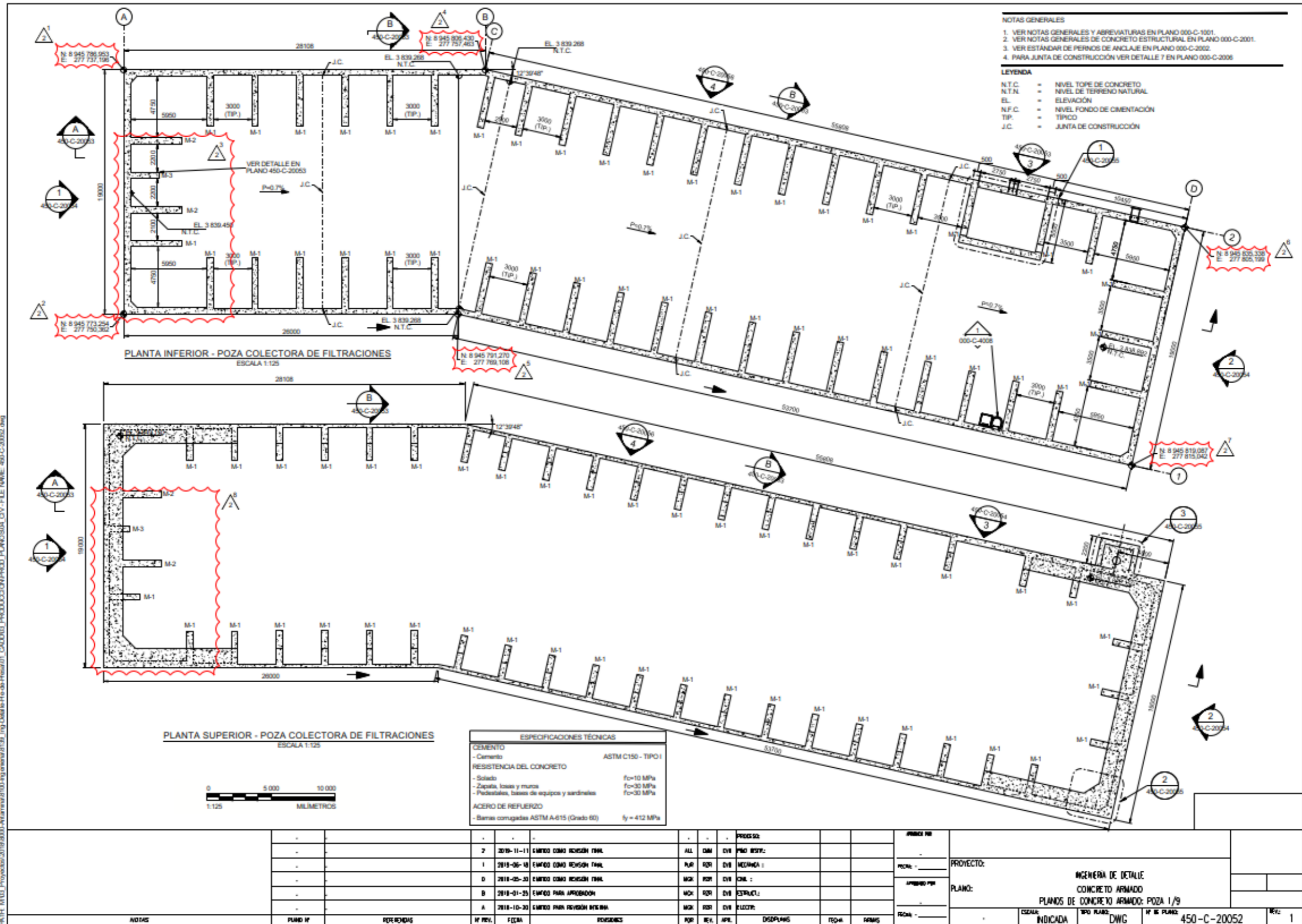
APROBADO POR:	FECHA:	PROYECTO:
APROBADO POR:	FECHA:	PLANO:
INGENIERÍA DE DETALLE CONCRETO ARMADO CIMENTACIÓN GENERAL - PLANTA		
ESCALA:	Nº DE PLANO:	Nº DE PLANO:
INDICADA	DWG	450-C-20066
REV:	2	

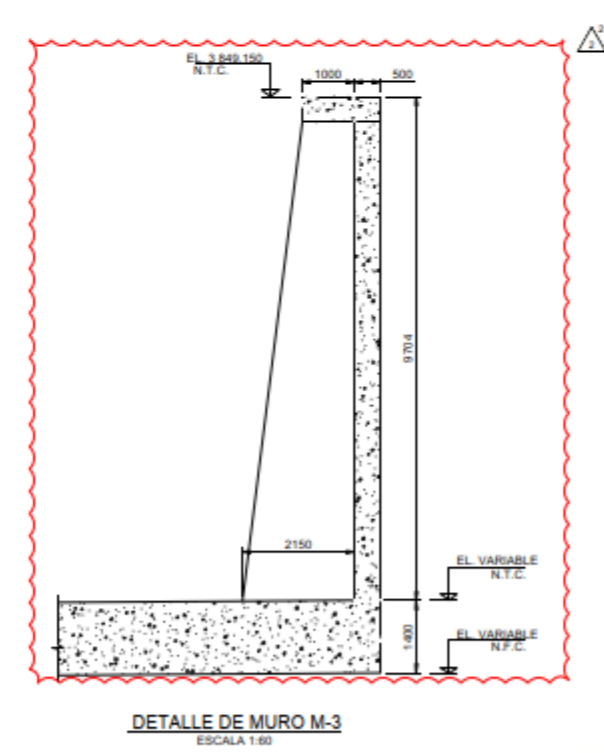
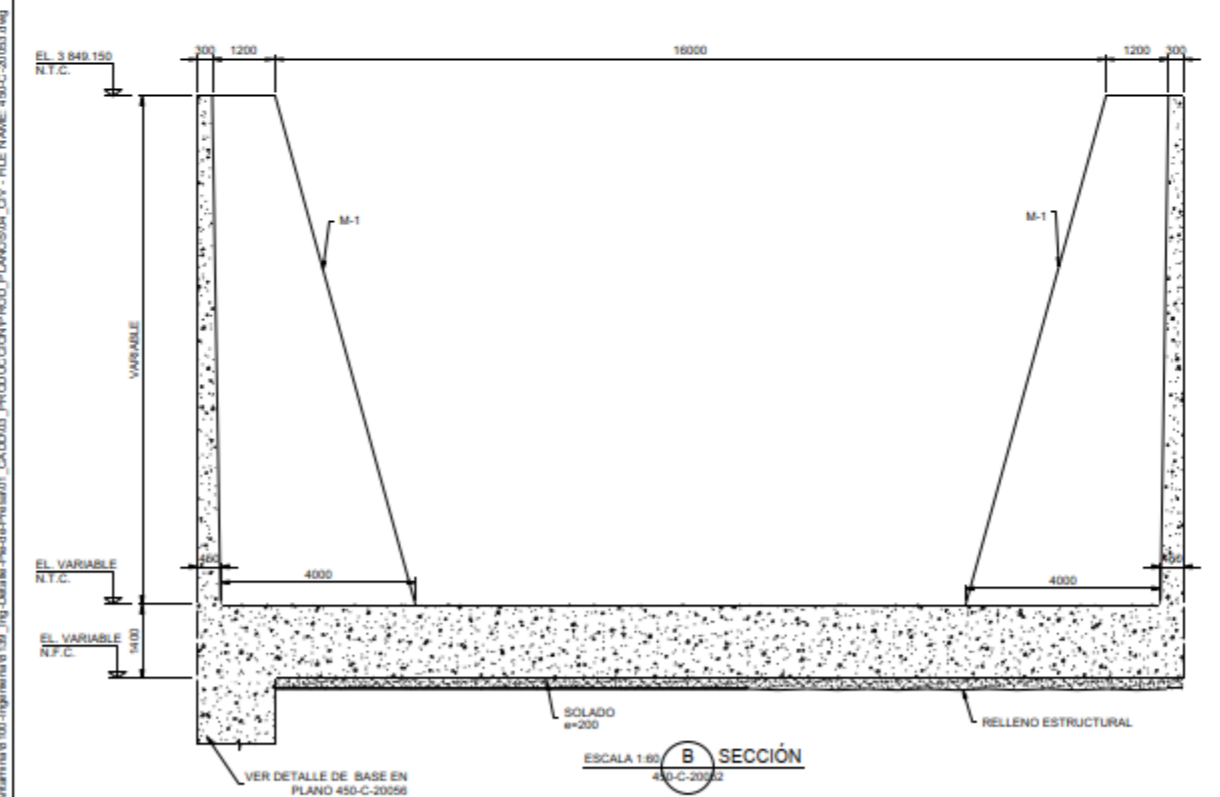
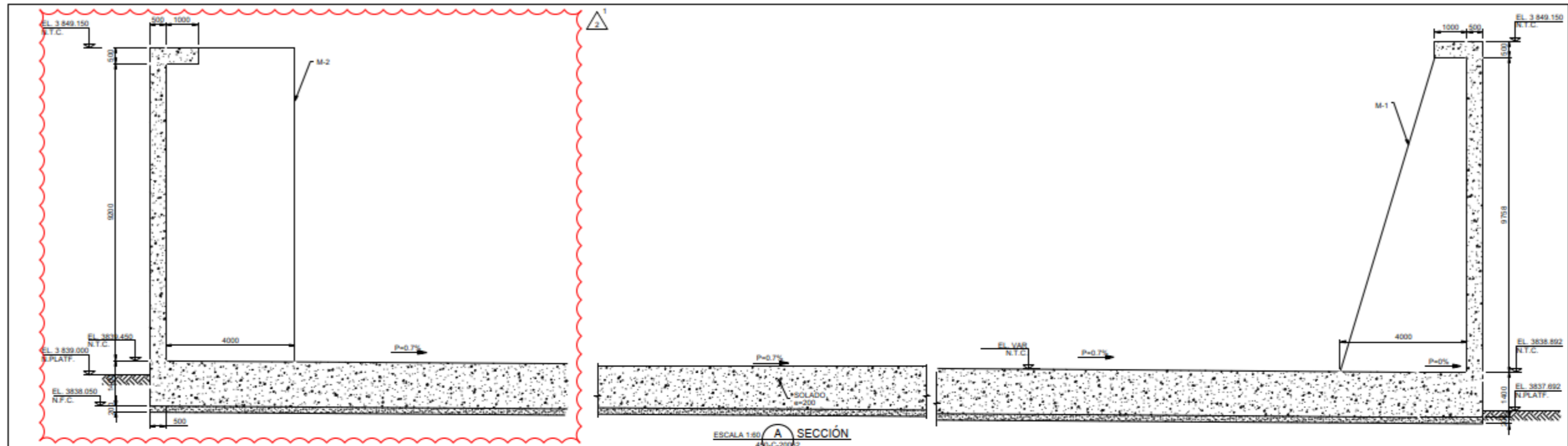


PLOT DATE: Monday, August 11, 2025 - TIME: 8:37:21 PM
BY: Gaby, Martin
PATH: M:\03_Proyectos\018\000-Antarctica\100-Ingresa\159_Ing-Detalle-Pe-de-Presal\01_CA-0003_PRODUCION\PROD_PLANOS\04_OV - FILE NAME: 450-C-20093.dwg



PLOT DATE: Monday, August 11, 2025 - TIME: 8:22:21 PM
 BY: Gaby Mery
 PATH: H002_Proyectos\2018\000_Accesorias\BIM\000_Ingenieria de Detalle\Planta\001_CAD\001_PRODUCION\PROD_PLANO\50.dwg - FILE NAME: 450-C-20067.dwg





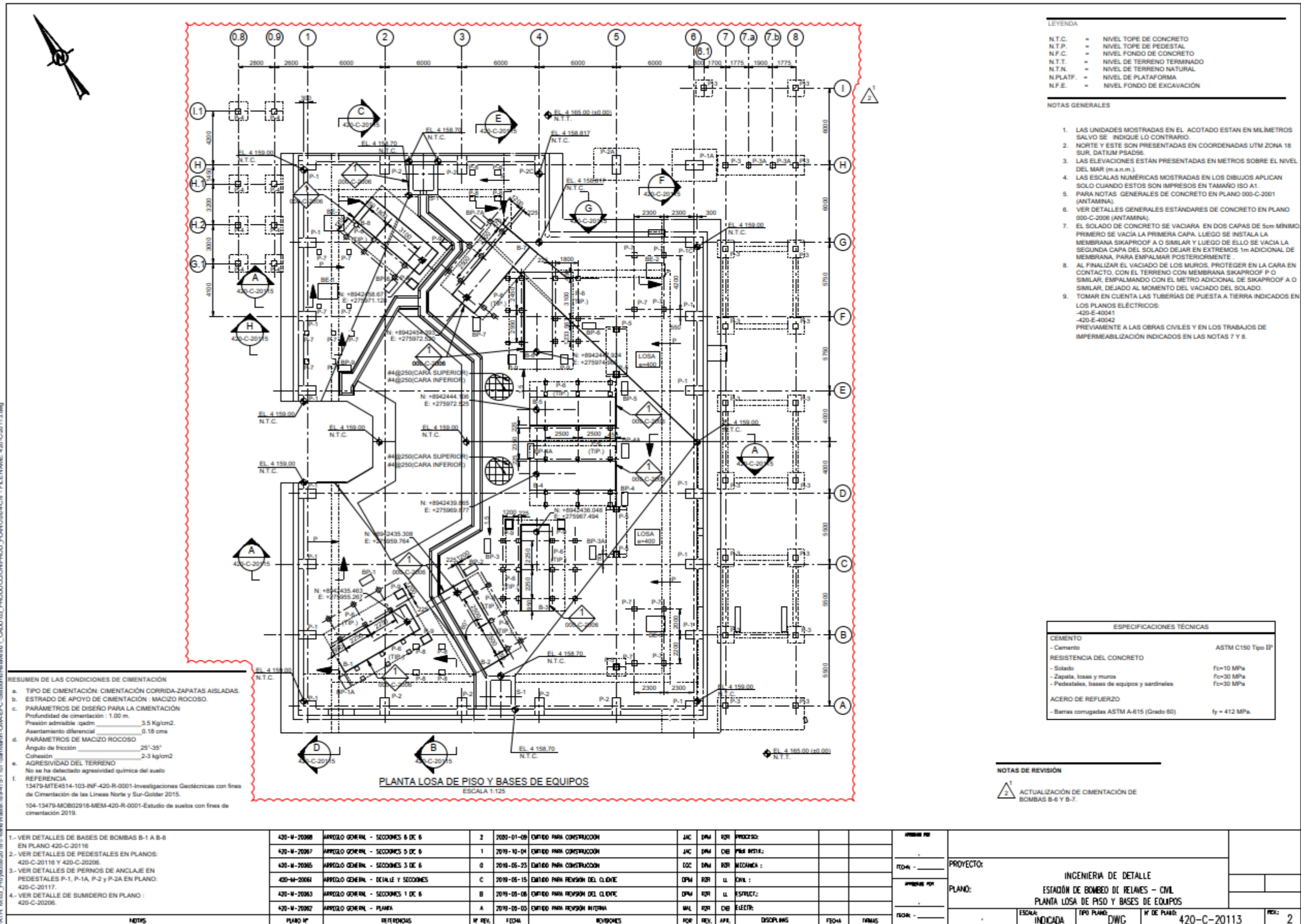
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CEMENTO	ASTM C150 - TIPO I
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
- Solado	f _c =10 MPa
- Zapata, losas y muros	f _c =30 MPa
- Pedestales, bases de equipos y sardineles	f _c =30 MPa
ACERO DE REFUERZO	
- Barras corrugadas ASTM A-615 (Grado 60)	f _y = 412 MPa

- NOTAS GENERALES
1. VER NOTAS GENERALES Y ABREVIATURAS EN PLANO 000-C-1001.
 2. VER NOTAS GENERALES DE CONCRETO ESTRUCTURAL EN PLANO 000-C-2001.
 3. VER ESTÁNDAR DE PERNOS DE ANCLAJE EN PLANO 000-C-2002.



PLOT DATE: Monday, August 11, 2020 - TIME: 8:30:42 PM
 BY: Gaby Marin
 PATH: N:\03_Proyectos\03181000-Antamina\8100-Ing-Detalle-Pedestal\01_CADD\03_PRODUCION\PROD_PLANOS\04_OV - FILE NAME: 450-C-20053.dwg

NOTAS	PLANO N°	REFERENCIAS	N° REV.	FECHA	REVISIONES	FOR	REV.	APL.	DISPLANS	FECHA	FORMAS	PROCESO:	PROYECTO:	PLANO:	VERSIÓN DE INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA:	TIPO PLANO:	N° DE PLANO:	REV:
													INGENIERIA DE DETALLE	CONCRETO ARMADO	INDICADA	DWG	450-C-20053	1	



- LEYENDA**
- N.T.C. = NIVEL TOPE DE CONCRETO
 - N.T.P. = NIVEL TOPE DE PEDESTAL
 - N.F.C. = NIVEL FONDO DE CONCRETO
 - N.T.T. = NIVEL DE TERRENO TERMINADO
 - N.T.N. = NIVEL DE TERRENO NATURAL
 - N.PLATF. = NIVEL DE PLATAFORMA
 - N.F.E. = NIVEL FONDO DE EXCAVACIÓN
- NOTAS GENERALES**
1. LAS UNIDADES MOSTRADAS EN EL ACOTADO ESTAN EN MILIMETROS SALVO SE INDIQUE LO CONTRARIO.
 2. NORTE Y ESTE SON PRESENTADAS EN COORDENADAS UTM ZONA 18 SUR, DATUM PSAD56.
 3. LAS ELEVACIONES ESTÁN PRESENTADAS EN METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR (m.s.n.m.).
 4. LAS ESCALAS NUMÉRICAS MOSTRADAS EN LOS DIBUJOS APLICAN SOLO CUANDO ESTOS SON IMPRESOS EN TAMAÑO ISO A1.
 5. PARA NOTAS GENERALES DE CONCRETO EN PLANO 000-C-2001 (ANTAMINA).
 6. VER DETALLES GENERALES ESTÁNDARES DE CONCRETO EN PLANO 000-C-2006 (ANTAMINA).
 7. EL SOLADO DE CONCRETO SE VACIARA EN DOS CAPAS DE 5cm MÍNIMO PRIMERO SE VACIA LA PRIMERA CAPA, LUEGO SE INSTALA LA MEMBRANA SIKAPROOF A O SIMILAR Y LUEGO DE ELLO SE VACIA LA SEGUNDA CAPA DEL SOLADO DEJAR EN EXTREMOS 1m ADICIONAL DE MEMBRANA, PARA EMPALMAR POSTERIORMENTE.
 8. AL FINALIZAR EL VACIADO DE LOS MURDOS, PROTEGER EN LA CARA EN CONTACTO, CON EL TERRENO CON MEMBRANA SIKAPROOF P O SIMILAR, EMPALMANDO CON EL METRO ADICIONAL DE SIKAPROOF A O SIMILAR, DEJADO AL MOMENTO DEL VACIADO DEL SOLADO.
 9. TOMAR EN CUENTA LAS TUBERIAS DE PUESTA A TIERRA INDICADOS EN LOS PLANOS ELÉCTRICOS:
-420-E-40041
-420-E-40042
PREVIAMENTE A LAS OBRAS CIVILES Y EN LOS TRABAJOS DE IMPERMEABILIZACIÓN INDICADOS EN LAS NOTAS 7 Y 8.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
CEMENTO	ASTM C150 Tipo IP
- Cemento	ASTM C150 Tipo IP
RESISTENCIA DEL CONCRETO	
- Solado	f _c = 10 MPa
- Zapatas, losas y marcos	f _c = 30 MPa
- Pedestales, bases de equipos y sardinelas	f _c = 30 MPa
ACERO DE REFUERZO	
- Barras corrugadas ASTM A-615 (Grado 60)	f _y = 412 MPa

RESUMEN DE LAS CONDICIONES DE CIMENTACIÓN

- a. TIPO DE CIMENTACIÓN: CIMENTACIÓN CORRIDA-ZAPATAS AISLADAS.
- b. ESTRADO DE APOYO DE CIMENTACIÓN: MACIZO ROCOSO.
- c. PARÁMETROS DE DISEÑO PARA LA CIMENTACIÓN
Profundidad de cimentación: 1.00 m.
Presión admisible (qadm): 3.5 Kg/cm².
Asentamiento diferencial: 0.18 cms
- d. PARÁMETROS DE MACIZO ROCOSO
Ángulo de fricción: 25°-35°
Cohesión: 2-3 kg/cm²
- e. AGRESIVIDAD DEL TERRENO
No se ha detectado agresividad química del suelo
- f. REFERENCIA
13479-MTE4514-103-INF-420-R-0001-Investigaciones Geotécnicas con fines de Cimentación de las Líneas Norte y Sur-Golfer 2015.
104-13479-MOB20218-MEM-420-R-0001-Estudio de suelos con fines de cimentación 2019.

NOTAS DE REVISIÓN

2. ACTUALIZACIÓN DE CIMENTACIÓN DE BOMBAS B-6 Y B-7.

NO.	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO	PROYECTO	PLANO	ESCALA	TIPO PLANO	Nº DE PLANO	REVISIÓN
1.	2019-01-09	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	JAC	DM	RJR	PROYECTO: INGENIERIA DE DETALLE ESTACIÓN DE BOMBEO DE RELAVES - CIVIL PLANTA LOSA DE PISO Y BASES DE EQUIPOS	420-C-20113	INDICADA	DWG	420-C-20113	2
2.	2019-03-04	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	JAC	DM	RJR						
3.	2019-05-23	EMITIDO PARA CONSTRUCCIÓN	DOC	DM	RJR						
4.	2019-05-15	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	DM	RJR	LL						
5.	2019-08-08	EMITIDO PARA REVISIÓN DEL CLIENTE	DM	RJR	LL						
6.	2019-09-03	EMITIDO PARA REVISIÓN INTERNA	MAL	RJR	CHB						

PLOT DATE: Monday, August 11, 2020 - TIME: 8:02:21 PM
 BY: Gusty Martin
 PATH: M:\03_Proyectos\2019\13479-MTE4514-103-INF-420-R-0001-Prod\CONSTRUCION_PROD_PLANO000-CIV - FLENAME: 420-C-20113.dwg

